

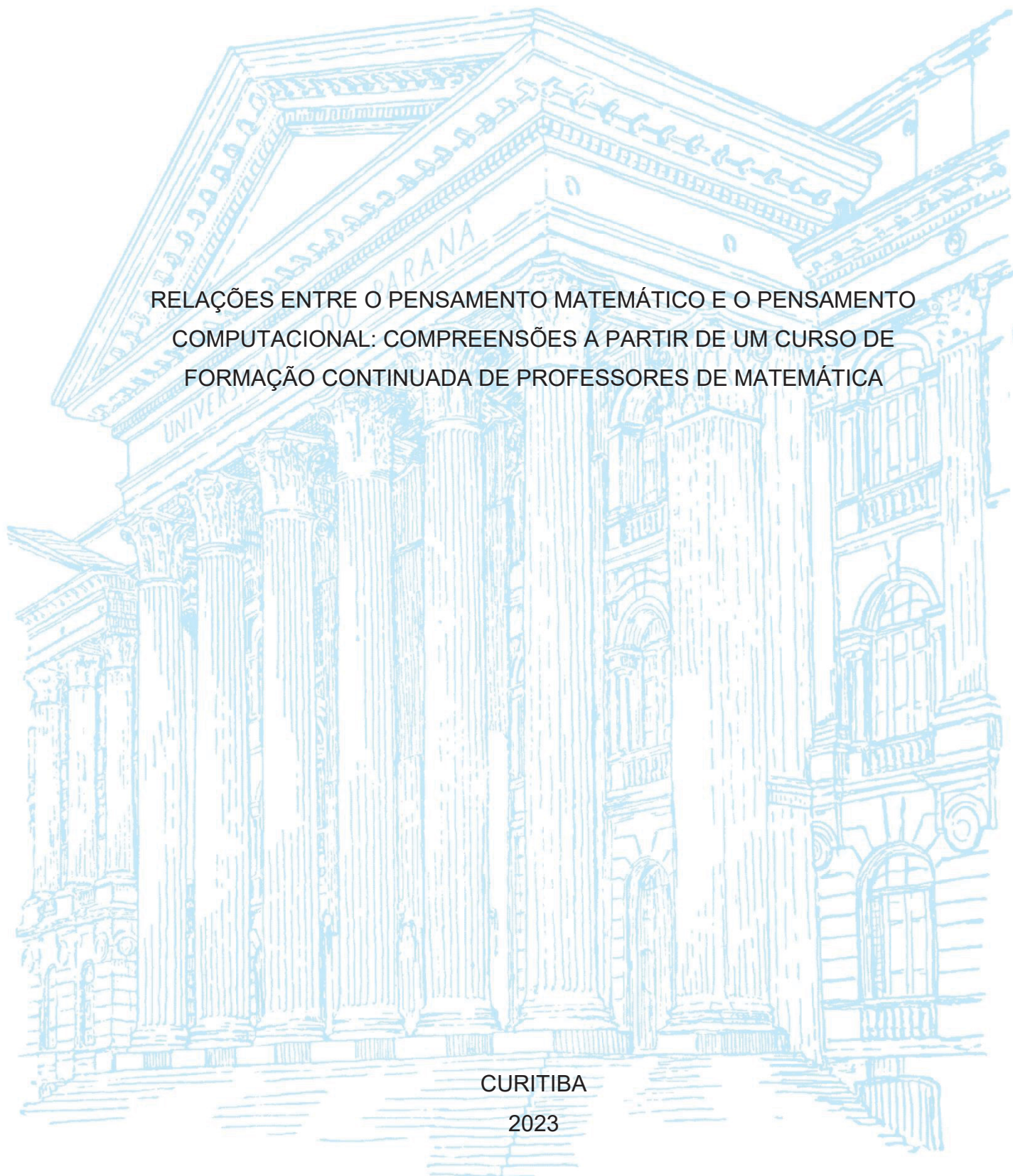
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FLAVIA SUCHECK MATEUS DA ROCHA

RELAÇÕES ENTRE O PENSAMENTO MATEMÁTICO E O PENSAMENTO
COMPUTACIONAL: COMPREENSÕES A PARTIR DE UM CURSO DE
FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

CURITIBA

2023



FLAVIA SUCHECK MATEUS DA ROCHA

RELAÇÕES ENTRE O PENSAMENTO MATEMÁTICO E O PENSAMENTO
COMPUTACIONAL: COMPREENSÕES A PARTIR DE UM CURSO DE
FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

Trabalho apresentado ao curso de Pós-Graduação
em Educação em Ciências e em Matemática, Setor
de Exatas, Universidade Federal do Paraná, como
requisito parcial à obtenção do título de doutora.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Souza Motta

CURITIBA

2023

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Rocha, Flavia Suheck Mateus da

Relações entre o pensamento matemático e o pensamento computacional: compreensões a partir de um curso de formação continuada de professores de matemática / Flavia Suheck Mateus da Rocha. – Curitiba, 2023.

1 recurso on-line : PDF.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática.

Orientador: Marcelo Souza Motta

1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Professores – Formação. 3. Programação visual (Computação). 4. Cursos Online Abertos e Massivos (Ensino via web) . I. Universidade Federal do Paraná. II. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática. III. Motta, Marcelo Souza. IV. Título.

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **FLAVIA SUCHECK MATEUS DA ROCHA** intitulada: **RELAÇÕES ENTRE O PENSAMENTO MATEMÁTICO E O PENSAMENTO COMPUTACIONAL: COMPREENSÕES A PARTIR DE UM CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA**, sob orientação do Prof. Dr. MARCELO SOUZA MOTTA, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutora está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 08 de Novembro de 2023.

Assinatura Eletrônica

13/11/2023 20:10:32.0

MARCELO SOUZA MOTTA
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

13/11/2023 21:40:08.0

MARCO AURÉLIO KALINKE
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

14/11/2023 10:29:19.0

TARLIZ LIAO
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO
DE JANEIRO)

Assinatura Eletrônica

14/11/2023 10:45:48.0

DINAMARA PEREIRA MACHADO
Avaliador Externo (CENTRO UNIVERSITÁRIO INTERNACIONAL
UNINTER)

Assinatura Eletrônica

16/11/2023 19:18:02.0

SERGIO CRESPO COELHO DA SILVA PINTO
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE)

Dedico este trabalho a todas as pessoas que eu amo, especialmente meus avós,
meus pais, meu irmão, meu esposo, minha filha e meu enteado.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por seu amor e condução.

À minha mãe, ao meu esposo e à minha filha, que me amam, me ajudam e me incentivam a ir um pouco mais longe a cada dia.

À toda a minha família, por acreditarem tanto em mim e me encorajarem a evoluir constantemente.

À minha equipe de trabalho, colegas e amigos, especialmente à Ângela Taborda Ribas, pelo carinho de sempre, pelo apoio, pelos conselhos e força.

Aos amigos de pesquisa acadêmica, que contribuíram tanto com esta investigação e com minha caminhada no doutorado, especialmente minhas irmãs de pesquisa Ana Paula de Andrade Janz Elias e Taniele Loss.

Ao Prof. Dr. Marcelo Souza Motta, por sua orientação competente e respeitosa ao longo desta pesquisa. Sua amizade, além da relação de orientanda e orientador, foi um presente. Sou grata por todo o conhecimento compartilhado e confiança depositada em mim.

Aos membros da banca de qualificação e defesa: Prof. Dra. Dinamara Pereira Machado, minha inspiração diária e exemplo de empoderamento; Prof. Dr. Sérgio Crespo, minha referência em Pensamento Computacional; Prof. Dr. Marco Aurélio Kalinke, meu exemplo de pesquisador em Tecnologias Digitais na Educação Matemática e quem abriu as portas para minha entrada no mundo acadêmico; Prof. Dr. Tarliz Liao, minha referência em gentileza, orientações e conselhos. A todos, agradeço pelas contribuições significativas para o avanço e conclusão da pesquisa.

Aos integrantes do Grupo de Pesquisa em Inovação e Tecnologias na Educação (GPINTEDUC), pelas discussões e reflexões que contribuíram com meu caminho de pesquisa e pela parceria na elaboração da plataforma moocs.net.

Aos integrantes do Grupo de Pesquisas sobre Tecnologias na Educação Matemática (GPTM) por contribuírem com minha trajetória de pesquisa.

O que os cidadãos do futuro precisam saber?

Como lidar com desafios. Precisam saber como enfrentar um problema inesperado para o qual não há uma explicação preestabelecida. Precisamos adquirir habilidades necessárias para participar da construção do novo ou então nos resignarmos a uma vida de dependência. A verdadeira habilidade competitiva é a habilidade de aprender. Não devemos aprender a dar respostas certas ou erradas, temos de aprender a solucionar problemas.

Entrevista com **Seymour Papert**, por Ana de Fátima Souza, em 28 fev 2001.

RESUMO

As Tecnologias Digitais têm se destacado como recursos essenciais para alterar o processo de aprendizagem, o que reverbera nas políticas públicas que orientam o currículo da Educação Básica, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Esse documento norteador destaca a crescente necessidade de competências tecnológicas na sociedade contemporânea, o que tem levado educadores a explorarem abordagens inovadoras para promover o Pensamento Computacional em sala de aula, especialmente na disciplina de Matemática. Nesse contexto, esta tese de doutorado buscou investigar as relações entre o Pensamento Computacional e Pensamento Matemático. O objetivo geral da investigação foi analisar um curso de formação continuada de professores de Matemática sobre Programação Visual, sob os vieses do Pensamento Computacional e do Pensamento Matemático. A hipótese da pesquisa era de que existiam relações entre esses pensamentos e eles poderiam ser favorecidos na Educação Básica, a partir do uso da Programação Visual. A pesquisa foi realizada por meio de uma investigação colaborativa, utilizando um curso no formato Massive Open Online Course (MOOC). Os participantes da pesquisa foram os próprios professores cursistas. O problema que conduziu a investigação foi: como são estabelecidas e mobilizadas as relações entre o Pensamento Computacional e o Pensamento Matemático por professores de Matemática durante um processo formativo sobre Programação Visual no formato MOOC? Foram realizados três processos de análise que culminaram nos resultados da pesquisa. Eles mostraram que existem relações significativas entre os pilares do Pensamento Computacional (abstração, reconhecimento de padrão, algoritmo e decomposição) e os processos do Pensamento Matemático (representação e abstração) e seus respectivos subprocessos. As relações identificadas e os dados analisados evidenciam que a Programação Visual pode ser explorada na Educação Básica, de forma a favorecer o Pensamento Matemático e o Computacional. A análise revelou que atividades de Programação Visual que envolvem conceitos matemáticos favorecem o desenvolvimento do Pensamento Matemático dos estudantes, ao mesmo tempo em que promovem o Pensamento Computacional. Esses resultados indicam a relevância de integrar o Pensamento Computacional e o Pensamento Matemático no contexto educacional, por meio da utilização da Programação Visual como abordagem pedagógica.

Palavras-chave: Formação de professores. MOOCs. Programação Visual. Pensamento Computacional. Pensamento Matemático.

ABSTRACT

Digital Technologies have stood out as essential resources for changing the learning process, which reverberates in public policies that guide the Basic Education curriculum in Brazil, such as the National Common Curricular Base (BNCC). This guiding document highlights the growing need for technological skills in contemporary society, which has led educators to explore innovative approaches to promote Computational Thinking in the classroom, especially in the subject of Mathematics. In this context, this doctoral thesis sought to investigate the relationships between Computational Thinking and Mathematical Thinking. The general objective of the investigation was to analyze a continuing training course for Mathematics teachers on Visual Programming, under the biases of Computational Thinking and Mathematical Thinking. The research hypothesis was that there were relationships between these thoughts and they could be favored in Basic Education, through the use of Visual Programming. The research was carried out through a collaborative investigation, using a course in the Massive Open Online Course (MOOC) format. The research participants were the course teachers themselves. The problem that led the investigation was: how are relationships between Computational Thinking and Mathematical Thinking established and mobilized by Mathematics teachers during a training process on Visual Programming in the MOOC format? Three analysis processes were carried out that culminated in the research results. They showed that there are significant relationships between the pillars of Computational Thinking (abstraction, pattern recognition, algorithm and decomposition) and the processes of Mathematical Thinking (representation and abstraction) and their respective subprocesses. The relationships identified and the data analyzed show that Visual Programming can be explored in Basic Education, in order to promote Mathematical and Computational Thinking. The analysis revealed that Visual Programming activities that involve mathematical concepts favor the development of students' Mathematical Thinking, at the same time as they promote Computational Thinking. These results indicate the relevance of integrating Computational Thinking and Mathematical Thinking in the educational context, through the use of Visual Programming as a pedagogical approach.

Keywords: Teacher training. MOOCs. Visual programming. Computational Thinking. Mathematical Thinking.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – CONSTRUÇÃO HISTÓRICA DA COMPREENSÃO SOBRE PENSAMENTO COMPUTACIONAL	33
FIGURA 2 – PILARES DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL	44
FIGURA 3 – ABORDAGENS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL	46
FIGURA 4 – SÍNTESE DAS ESTRUTURAS DA PROGRAMAÇÃO VISUAL.....	52
FIGURA 5 – CARACTERÍSTICA DA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES	74
FIGURA 6 – ALGUNS CURSOS DISPONÍVEIS NA PLATAFORMA MOOCS CURSOS ONLINE	80
FIGURA 7 - TEMAS DOS MAPEAMENTOS SISTEMÁTICOS DE LITERATURA REALIZADOS	82
FIGURA 8 - SÍNTESE DA CONDUÇÃO DO MS SOBRE PENSAMENTO COMPUTACIONAL E MATEMÁTICA	86
FIGURA 9 - NUVEM DE PALAVRAS FEITA A PARTIR DOS OBJETIVOS DOS ESTUDOS SOBRE PENSAMENTO COMPUTACIONAL E MATEMÁTICA.....	89
FIGURA 10 - SÍNTESE DO PRIMEIRO FOCO DE ABORDAGEM DO PC - PROGRAMAÇÃO	94
FIGURA 11 - SÍNTESE DO SEGUNDO FOCO DE ABORDAGEM DO PC – COMPUTAÇÃO DESPLUGADA.....	95
FIGURA 12 - SÍNTESE DO TERCEIRO FOCO DE ABORDAGEM DO PC – ROBÓTICA	96
FIGURA 13 - SÍNTESE DAS RELAÇÕES ENTRE O PC E A MATEMÁTICA.....	99
FIGURA 14 – SÍNTESE DO MS_2 SOBRE O PM NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	102
FIGURA 15 - NUVEM DE PALAVRAS A PARTIR DOS OBJETIVOS DOS ESTUDOS DO MS_2	104
FIGURA 16 – EIXOS DA COMPREENSÃO SOBRE PM IDENTIFICADOS NAS PESQUISAS DO MS.....	106
FIGURA 17 – ABORDAGEM DO PENSAMENTO MATEMÁTICO NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	109
FIGURA 18 – MATERIAL DE DIVULGAÇÃO DO CURSO DE FORMAÇÃO	120

FIGURA 19 – PROCESSO DE ANÁLISE DOS DADOS UTILIZADO NA PESQUISA	126
FIGURA 20 – NUVEM DE PALAVRAS CRIADAS A PARTIR DE MENÇÕES DOS CURSISTAS SOBRE PROCESSOS SIMULTÂNEOS DO PC E DO PM.....	135
FIGURA 21 – MAPA MENTAL SOBRE PM E PC ELABORADO PELO CURSISTA 06	136
FIGURA 22 – MAPA MENTAL SOBRE PM E PC ELABORADO PELO CURSISTA 21	137
FIGURA 23 – RECORTE DA PLANILHA ELETRÔNICA REFERENTE À ANÁLISE DO PM	149
FIGURA 24 – EXEMPLO DE ATIVIDADE REALIZADA NO PROGRAMAÊ!	151
FIGURA 25 – EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO DO MOVIMENTO DE UM PERSONAGEM NO SCRATCH PELO PARTICIPANTE 20	152
FIGURA 26 – EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO DO MOVIMENTO DE UM PERSONAGEM NO SCRATCH PELO PARTICIPANTE 12	153
FIGURA 27 – EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO DO DESENHO DE UM RETÂNGULO, SEM ROTAÇÃO	155
FIGURA 28 – EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO DA CONTRUÇÃO DE UM RETÂNGULO E CÁLCULO DE SUA ÁREA.....	156
FIGURA 29 – EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO QUE EVIDENCIA OS PROCESSOS DO PMA.....	156
FIGURA 30 – EXEMPLO DE ATIVIDADE REALIZADA NO MIT APP INVENTOR.	158
FIGURA 31 – EXEMPLO DE ATIVIDADE DE PROGRAMAÇÃO VISUAL DIRECIONADA PARA ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO BÁSICA ELABORADA POR UM CURSISTA.....	164
FIGURA 32 – NUVEM DE PALAVRAS A PARTIR DOS TERMOS CITADOS PELOS CURSISTAS SOBRE AS HABILIDADES QUE PODEM SER DESENVOLVIDAS EM ATIVIDADES DE PV.....	166
FIGURA 33 – SÍNTESES ENTRE AS RELAÇÕES ENTRE O PM E O PC	174

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - QUANTIDADE DE ESTUDOS SOBRE O PC RELACIONADO À MATEMÁTICA POR ANO DE PUBLICAÇÃO	90
GRÁFICO 2 – DISTRIBUIÇÃO DOS ESTUDOS SOBRE PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA MATEMÁTICA POR REGIÃO	90
GRÁFICO 3 – QUANTIDADE DE PUBLICAÇÕES SOBRE PM SELECIONADAS POR ANO.....	105
GRÁFICO 4 – DISTRIBUIÇÃO DOS ESTUDOS SOBRE PM NA EDUCAÇÃO BÁSICA POR REGIÃO	105
GRÁFICO 5 – PARTICIPANTES DO CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA POR REGIÃO	127
GRÁFICO 6 – ATUAÇÃO DOS PARTICIPANTES DO CURSO EM ESCOLA PÚBLICA OU PRIVADA.....	128

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – O TERMO PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA BNCC.....	31
QUADRO 2 – SÍNTESE DAS AÇÕES EM ALGUNS PAÍSES QUANTO AO PC	35
QUADRO 3 – DIMENSÕES DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL.....	38
QUADRO 4 – EXEMPLOS DE TRABALHOS SOBRE RECURSOS DE PV	53
QUADRO 5 – PROCESSOS E SUBPROCESSOS DA TEORIA DO PMA	61
QUADRO 6 – SUGESTÃO DE ROTEIRO PARA IDENTIFICAÇÃO DO PENSAMENTO MATEMÁTICO	63
QUADRO 7 – AÇÕES PARA ELABORAÇÃO DE MOOCS	79
QUADRO 8 - ESTUDOS PRÉVIOS SOBRE O PENSAMENTO COMPUTACIONAL E A DISCIPLINA DE MATEMÁTICA	87
QUADRO 9 – CONTEÚDOS MATEMÁTICOS ABORDADOS NAS PESQUISAS SOBRE PC.....	92
QUADRO 10 - FOCOS DAS PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS UTILIZADAS PARA DESENVOLVIMENTO DO PC NA DISCIPLINA DE MATEMÁTICA..	93
QUADRO 11 - FOCOS DAS RELAÇÕES ENTRE O PC E A MATEMÁTICA	97
QUADRO 12 – ESTUDOS PRÉVIOS SOBRE O PM NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	103
QUADRO 13 – AÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO MOOC MINISTRADO NA PESQUISA.....	118
QUADRO 14 – ESTRUTURA DO CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES	123
QUADRO 15 – CATEGORIAS E SUBCATEGORIAS DA PRIMEIRA ANÁLISE REALIZADA	139
QUADRO 16 – TRECHOS QUE MOSTRAM CONTRIBUIÇÕES DO PC À ALTERNÂNCIA E REPRESENTAÇÃO	140
QUADRO 17 – TRECHOS QUE MOSTRAM CONTRIBUIÇÕES DO PC À MODELAGEM.....	143
QUADRO 18 – TRECHOS QUE MOSTRAM CONTRIBUIÇÕES DO PC À SÍNTESE	145
QUADRO 19 – TRECHOS QUE MOSTRAM CONTRIBUIÇÕES DO PC À GENERALIZAÇÃO.....	146
QUADRO 20 – ROTEIRO PARA IDENTIFICAÇÃO DO PENSAMENTO MATEMÁTICO NO CURSO DE FORMAÇÃO	148

QUADRO 21 – PRESENÇA DO PME OU DO PMA NAS ATIVIDADES DE PROGAMAÇÃO REALIZADAS PELOS PROFESSORES DO CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA.....	159
QUADRO 22 – PRESENÇA DOS PILARES DO PC NA AE_1	163
QUADRO 23 – HABILIDADES RELACIONADAS AO PC IDENTIFICADAS PELOS PARTICIPANTES.....	165
QUADRO 24 – PRESENÇA DOS PILARES DO PC NA AE_3	168

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CIEB	Centro de Inovação para a Educação Brasileira
cMOOC	<i>Conectivista Massive Open Online Course</i>
CSTA	Computer Science Teachers Association
EaD	Educação à Distância
GPINTEDUC	Grupo de Pesquisa em Inovação e Tecnologias na Educação
GPTM	Grupo de Pesquisa sobre Tecnologias na Educação Matemática
ISTE	International Society for Technology in Education
LOOC	<i>Little Massive Online Course</i>
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MOOC	<i>Massive Open Online Course</i>
MS	Mapeamento Sistemático de Literatura
OBI	Olimpiada Brasileira de Informática
PA	Pensamento Algébrico
PC	Pensamento Computacional
PM	Pensamento Matemático
PMA	Pensamento Matemático Avançado
PME	Pensamento Matemático Elementar
PPGECM	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática
PV	Programação Visual
QP	Questão de Pesquisa
SBC	Sociedade Brasileira de Computação
sMOOC	<i>Social Media Massive Online Course</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TD	Tecnologias Digitais
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA	17
1.2 JUSTIFICATIVA	18
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	22
2 PENSAMENTO COMPUTACIONAL	24
2.1 DEFINIÇÕES SOBRE O PENSAMENTO COMPUTACIONAL	25
2.2 PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA EDUCAÇÃO: PERSPECTIVAS INTERNACIONAIS E NACIONAIS	33
2.3 PILARES DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL	37
2.3.1 Abstração	39
2.3.2 Algoritmo	40
2.3.3 Reconhecimento de padrão	42
2.3.4 Decomposição	43
2.4 ABORDAGENS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL	46
2.4.1 Programação Visual	49
3 PENSAMENTO MATEMÁTICO	54
3.1 PROCESSO DE REPRESENTAÇÃO	57
3.2 PROCESSO DE ABSTRAÇÃO	59
4 ALGUMAS COMPREENSÕES SOBRE FORMAÇÃO DE PROFESSORES	65
4.1 SABERES DOCENTES	66
4.1.1 Saber disciplinar e Pensamento Matemático	68
4.1.2 Saber tecnológico e Pensamento Computacional	69
4.2 FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES	71
4.3 MOOC: UMA ESTRATÉGIA DE FORMAÇÃO	74
5 MAPEAMENTOS SISTEMÁTICOS DE LITERATURA: DOIS ESTUDOS	81
5.1 O PLANEJAMENTO DOS MAPEAMENTOS SISTEMÁTICOS	81
5.2 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DE LITERATURA 1: PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO ENSINO DE MATEMÁTICA:	85
5.2.1 A condução do MS_1	85
5.2.2 A descrição do MS_1	86
5.2.3 A apresentação do MS_1	91
5.2.4 Considerações sobre o MS_1: PC na disciplina de Matemática	100

5.3 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DE LITERATURA 2: PENSAMENTO MATEMÁTICO NA EDUCAÇÃO BÁSICA NO BRASIL	101
5.3.1 A condução do MS_2	102
5.3.2 A descrição do MS_2	102
5.3.3 A apresentação do MS_2	106
5.3.4 Considerações sobre o MS_2: Pensamento Matemático na Educação Básica no Brasil	112
6 METODOLOGIA	113
6.1 A ABORDAGEM INVESTIGATIVA.....	113
6.2 O PROBLEMA DE PESQUISA	114
6.3 O TIPO DA PESQUISA	114
6.4 A CONSTITUIÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO	116
6.5 OS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	117
6.6 O CURSO DE FORMAÇÃO	119
6.7 A METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS.....	125
6.8 OS PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	127
7 ANÁLISE DOS DADOS	130
7.1 IDENTIFICAÇÃO DAS RELAÇÕES ENTRE O PENSAMENTO COMPUTACIONAL E O PENSAMENTO MATEMÁTICO	131
7.1.1 A organização da Análise.....	131
7.1.1.1 Questionário Inicial	132
7.1.1.2 Atividade sobre Computação Desplugada.....	133
7.1.1.3 Atividade sobre a plataforma Programaê!	133
7.1.1.4 Atividade sobre a programação no Scratch.....	134
7.1.1.5 Nuvem de palavras sobre as similaridades do PC com o PM	134
7.1.1.6 Mapa mental sobre as relações entre o PM e o PC	135
7.1.1.7 Questionário Final.....	137
7.1.2 A codificação	138
7.1.3 As categorias das relações entre o PM e o PC e as inferências da análise... ..	138
7.2 ANÁLISE DOS PROCESSOS E SUBPROCESSOS DO PENSAMENTO MATEMÁTICO	147
7.3 ANÁLISE DOS PILARES E DAS HABILIDADES DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL	161

7.4 ESTABELECIMENTO E MANIFESTAÇÃO DAS RELAÇÕES ENTRE O PENSAMENTO COMPUTACIONAL E O PENSAMENTO MATEMÁTICO	170
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	176
8.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A TRAJETÓRIA DA PESQUISA.....	176
8.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ANÁLISES REALIZADAS	178
8.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROBLEMA DE PESQUISA E A COMPROVAÇÃO DA HIPÓTESE.....	180
8.4 REFLEXÕES FINAIS	183
REFERÊNCIAS.....	184
APÊNDICE 1 – CURSO DE FORMAÇÃO SOBRE PROGRAMAÇÃO VISUAL	195
APÊNDICE 2 – TUTORIAL INTRODUTÓRIO DO SCRATCH	206
APÊNDICE 3 - QUESTIONÁRIO INICIAL	208
APÊNDICE 4 - QUESTIONÁRIO FINAL.....	210
APÊNDICE 5 – ATIVIDADES DA UNIDADE 1	213
APÊNDICE 6 – ATIVIDADES DA UNIDADE 2.....	217
APÊNDICE 7 – ATIVIDADES DA UNIDADE 3.....	219
APÊNDICE 8 – ATIVIDADES DA UNIDADE 4.....	220
APÊNDICE 9 - QUIZ – UNIDADE 1	221
APÊNDICE 10 - QUIZ – UNIDADE 2.....	223
ANEXO 01 – TCLE	226

1 INTRODUÇÃO

Início este capítulo em primeira pessoa, pedindo licença ao leitor para me fazer presente no texto, compartilhando um pouco da minha trajetória pessoal, acadêmica e profissional. Por vezes, quando estudei sobre pesquisa, li a respeito da constatação de que não existe total neutralidade, e que a presença do pesquisador é algo inerente ao processo investigativo, mesmo em abordagens quantitativas. Lüdke e André (2020) mencionam que essa interferência é ainda mais evidenciada em pesquisas educacionais qualitativas, nas quais o pesquisador carimba sua visão de mundo.

Esta é uma pesquisa em educação, de abordagem qualitativa. Desse modo, as marcas impressas em mim, pelas vivências pessoais e pelas experiências produzidas como estudante e docente, misturam-se, inevitavelmente, ao meu processo de investigação e escrita.

Ressalto meu firme compromisso com a pesquisa, com a ciência, com a ética e com a neutralidade. Mesmo diante desse compromisso e do rigor científico utilizado na investigação, compreendo a ciência como um processo dinâmico. Por isso, considero apropriado que, ao descrever uma investigação, um pesquisador possa se incluir e incluir seu orientador, seu grupo, seus pares e toda a humanidade que historicamente vem construindo conhecimentos.

Por esse motivo, o leitor perceberá que, embora eu tenha escolhido iniciar o texto falando de mim, por mim, os próximos capítulos e seções apresentarão as discussões em outra conjugação verbal, pois incluo o coletivo científico que faz parte de uma investigação.

Minha relação com a educação começou cedo. Minha mãe sempre foi professora e o ambiente escolar fazia parte da minha rotina de vida, não apenas como estudante, desde a infância. Quando eu iria iniciar o Ensino Fundamental, naquela época chamado de 1º Grau, minha mãe assumiu a direção de uma escola municipal em São José dos Pinhais, município da Região Metropolitana da cidade de Curitiba, no estado do Paraná.

Estudei da primeira à quarta série na escola que minha mãe dirigia, frente a uma comunidade bastante carente. Passava o dia todo na escola, um período com aulas, e no outro acompanhando o trabalho da minha mãe, as funções da secretária, os atendimentos aos pais e as aulas de reforço. Acompanhei a chegada do

computador à escola e todas as adaptações que envolveram a inserção dessa tecnologia.

A partir da quinta série (atual sexto ano), fui estudar em um colégio público estadual, também em São José dos Pinhais. Lá comecei a desenvolver o desejo de lecionar Matemática. Ajudava meus colegas e às vezes marcávamos aulas nos fins de semana, na escola, para que eu ajudasse a turma. Naquela época, com 14 anos, comecei a dar aulas de música profissionalmente. Paralelamente, desenvolvia projetos de reforço escolar no colégio e era a representante discente junto ao núcleo de educação. Essas vivências e privilégios culminaram em algumas tomadas de decisão: cursar Licenciatura em Matemática e investigar possibilidades para que a Educação contribua continuamente com a vida humana.

Iniciei o curso de Licenciatura em Matemática no ano 2000, conciliando minhas atividades profissionais com a graduação. Uma atividade relevante que desenvolvi durante a graduação foi a monitoria. Durante dois anos atuei como monitora de Cálculo, atendendo estudantes dos cursos da área de Exatas da instituição.

Com a aproximação da formatura da graduação, acabei trocando as aulas de música pela docência em Matemática. Vivenciei, a partir de então, diferentes experiências profissionais, atuando como professora nas séries iniciais e finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, tanto na rede pública como na privada. Essas vivências me fizeram compreender as dificuldades da profissão e as mudanças dos processos de ensino e de aprendizagem a partir de intervenções pedagógicas, inclusive as relacionadas à inserção das Tecnologias Digitais (TD) em sala de aula.

Quando minha filha nasceu, pedi exoneração da rede pública e só retornei para a sala de aula em meados de 2012, dessa vez, somente na rede privada. Durante essa nova jornada no ambiente escolar, percebi que precisava me atualizar e cursei uma especialização na modalidade de Educação à Distância (EaD): Metodologia do Ensino de Matemática. Essa experiência me oportunizou aprender de forma diferenciada e me estimulou à leitura sobre tal modalidade de ensino. Isso contribuiu para que eu desenvolvesse um interesse profissional na área, que se concretizou anos depois.

Na ocasião do curso de especialização, realizei uma pesquisa sobre o uso de celulares em sala de aula. Persisti no interesse por recursos tecnológicos para a Educação pois sempre acreditei que incluir as TD em sala de aula poderia ser uma

forma de aproximação com o estudante e uma estratégia para modificar os processos de ensino e aprendizagem.

A partir disso, realizei a inscrição para o processo seletivo do Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM), da Universidade Federal do Paraná (UFPR), na linha de pesquisa Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino de Ciências e Matemática. Fui aceita no programa e desenvolvi uma pesquisa sobre o software Scratch, a partir dos resultados de um curso de formação continuada de professores.

O mestrado, que concluí em 2018, proporcionou-me várias experiências cognitivas e me trouxe compreensões sobre a pesquisa científica. Tive o privilégio de conhecer docentes extremamente competentes nessa jornada, que contribuíram para o meu desenvolvimento acadêmico, profissional e pessoal, entre eles meu orientador do mestrado (Professor Doutor Marco Aurélio Kalinke) e meu atual orientador (Professor Doutor Marcelo Souza Motta).

Assim que iniciei o mestrado, comecei a participar do Grupo de Pesquisa sobre Tecnologias na Educação Matemática (GPTM) e, um pouco mais tarde, do Grupo de Pesquisa em Inovação e Tecnologias na Educação (GPINTEDUC). Essas participações foram fundamentais para o desenvolvimento das minhas pesquisas e para meu aprimoramento pessoal e profissional.

Para além da construção epistemológica, a vivência no mestrado e nos grupos de pesquisa trouxe outras oportunidades. A mais importante se relaciona com as amizades e parcerias firmadas. Outra foi a possibilidade de lecionar no Ensino Superior: logo no primeiro ano do mestrado comecei a atuar como professora dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Matemática de uma instituição privada de grande porte no Brasil, na modalidade EaD.

A entrada no Ensino Superior representou uma fase de muito aprendizado para mim. Conheci diferentes TD e novas formas de fazer Educação, por meio da EaD, que possibilita que estudantes de diferentes localidades do país concluam uma graduação. Aprendi a valorizar ainda mais as possibilidades da minha vida, ao acompanhar acadêmicos indo a polos presenciais via diferentes formas de transporte, incluindo barcos e canoas.

A modalidade EaD demanda recursos tecnológicos variados e, aliando meus interesses pessoais, acadêmicos e profissionais, continuei pesquisando sobre as TD

na Educação Matemática e sobre temáticas correlacionadas, mesmo com a conclusão do mestrado.

A participação constante no GPINTEDUC também contribuiu para o interesse em pesquisas sobre TD. O grupo, liderado pelo meu orientador Professor Doutor Marcelo Souza Motta, foi criado em 2017 e busca compreensões sobre as contribuições da utilização de inovações e TD nos espaços educacionais, discutindo sobre objetos virtuais de aprendizagem, aplicativos educacionais móveis, interatividade, Programação Visual, dentre outros tópicos, conforme sugestões dos participantes.

Além do interesse acadêmico, pesquisar sobre TD e sobre os modos com que elas se inserem aos currículos se adere ao meu campo profissional. Como minha atuação envolve formação de professores de Matemática, a atualização de conhecimentos sobre os documentos norteadores curriculares é uma prática constante. No meu caso, o acompanhamento dessas atualizações acaba se prevalecendo no entorno das TD.

Entre esses estudos, tanto no GPINTEDUC como nas buscas de atualização profissional, acabei me deparando com o termo “Pensamento Computacional” (PC), como sendo norteador para o uso das TD na Educação Básica. Esse termo está presente na nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

De acordo com o documento, o PC “envolve as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos” (BRASIL, 2018, p. 474). A BNCC sugere que em aulas de matemática sejam exploradas atividades que desenvolvam o PC, embora ele não deva perpassar por uma única disciplina. No documento, é possível perceber indícios de relações entre a disciplina de Matemática e o PC, o que trouxe ao GPINTEDUC a concepção inicial de que essas relações existam, embora ainda não estivessem definidas na literatura.

Entre estudos realizados pelo curso sobre essas temáticas, destaca-se a pesquisa de Souza (2021a) que apresenta dados quantitativos sobre o desempenho de estudantes concluintes do Ensino Fundamental com relação ao PC. Ele concluiu que “a chance de um aluno com desempenho excelente em Matemática ter um Pensamento Computacional adequado é 2,3 vezes a de um aluno com desempenho insuficiente na disciplina”. A pesquisa de Okamoto (2021), por sua vez, indica que

alguns dos processos e subprocessos do PM estão presentes no PC. Desse modo, ratifica-se a possibilidade da existência de relações entre o PC e o PM.

Para além da BNCC, as discussões sobre a abordagem do PC no contexto escolar perpassam por movimentos oriundos do Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB) e da Sociedade Brasileira de Computação (SBC). Esses órgãos vêm indicando habilidades possíveis de serem desenvolvidas a partir do PC, principalmente a partir de atividades de programação.

Uma vez que os documentos norteadores dos currículos da Educação Básica nacionais mencionam o PC, torna-se relevante pesquisá-lo, para que a comunidade escolar nacional possa melhor compreendê-lo e abordá-lo no contexto pedagógico.

Desenvolvi, então, um interesse pela temática e iniciei um processo de compreensão sobre a abordagem de atividades que possibilitem o desenvolvimento do Pensamento Computacional (PC), especialmente por professores de Matemática.

Percebi que professores da Educação Básica seriam orientados, pela BNCC, a desenvolver o PC de seus estudantes, principalmente com a adoção do novo Ensino Médio a partir de 2022. Considerando meu escopo de investigação, a Educação Matemática, comecei a levantar diferentes questionamentos: O que é o PC? Por que abordar o PC em sala de aula? Professores de Matemática possuem mais propensão a abordar o PC na Educação Básica? Quais são as possíveis relações entre o PC e o PM, uma vez que os processos mencionados pela BNCC se relacionam com a disciplina de Matemática?

Na impossibilidade de responder esses questionamentos de forma autônoma, propus uma nova pesquisa ao PPGECM, em nível de doutorado. O Professor Doutor Marcelo Souza Motta aceitou me conduzir nessa jornada e iniciamos um processo investigativo.

Um olhar inicial para a literatura evidenciou que meus estudos prévios sobre o Scratch, durante o mestrado, e sobre outros softwares que conheci em minhas pesquisas tinham aderência à temática. Desse modo, a pesquisa de doutorado seria uma continuidade em minha caminhada acadêmica.

Inicialmente, eu pretendia ir à campo, para acompanhar estudantes de uma turma de 3ª série do Ensino Médio. Iria, desse modo, analisar como eles desenvolveriam o PC em aulas de Matemática, a partir de variadas atividades que, de acordo com a literatura, favorecem esse processo. Eu objetivava inferir quais eram as relações entre o PC e o PM, verificando se os discentes permeariam no Pensamento

Matemático Elementar ou se alcançariam o Pensamento Matemático Avançado, ao realizarem as atividades propostas.

Contudo, acabamos afetados pela pandemia da COVID-19, na época que estava organizando meu cronograma de investigação. Tal como aconteceu com diferentes pesquisadores, minha pesquisa precisou ser alterada, pela impossibilidade de ir até a escola.

Eu e meu orientador, então, procuramos alternativas para que a investigação, com seu objetivo primário não fosse prejudicada. Na ocasião, um dos interesses do GPINTEDUC era relacionado às possibilidades de formação de professores de forma remota, especialmente no formato *Massive Open Online Course* (MOOC). Refletindo juntos, buscando referenciais na literatura e nos questionando sobre formas de avanço na produção do conhecimento sobre o PC, percebemos que minha pesquisa poderia se direcionar para a formação de professores, a partir de uma abordagem colaborativa, que compreende “a contribuição dos professores em exercício no processo de investigação de um objeto de pesquisa” (DESGAGNÉ, 2007, p. 9). Com isso, conseguimos dar um novo enfoque à investigação, mesmo em face à crise sanitária, sem deixar de perceber as possíveis relações entre o PC e o PM.

Durante essa investigação, uma nova oportunidade surgiu em minha vida profissional: acabei assumindo a coordenação de alguns cursos na Instituição de Ensino Superior onde trabalho, entre eles o de Licenciatura em Matemática. Esse novo desafio tornou minha pesquisa ainda mais relevante para esse aspecto, pois se referia a uma nova possibilidade de formação docente e estava relacionada com a atuação do professor de Matemática na Educação Básica. Além disso, a investigação corroborou com meus anseios pessoais de democratização de utilização das TD na Educação Matemática. Destarte, a pesquisa não se limitou a atender às minhas perspectivas pessoais e profissionais, mas almejou trazer contribuições à comunidade científica, procurando avançar no conhecimento sobre o PC e, especialmente, evidenciando as possíveis relações que existem entre ele e o PM.

Para que tal avanço fosse possível, estabeleci alguns objetivos para a investigação, conforme relato a seguir.

1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA

De acordo com Creswell (2007, p. 101), “o objetivo estabelece os propósitos, a intenção, e a ideia principal de uma proposta ou de um estudo”. O autor menciona a importância de se declarar o objetivo para que o leitor compreenda a temática investigada. Atendendo as sugestões de Creswell (2007), apresentamos o objetivo geral e os objetivos específicos da pesquisa.

O objetivo geral da pesquisa foi analisar um curso de formação continuada de professores de Matemática sobre Programação Visual, sob os vieses do Pensamento Computacional e do Pensamento Matemático.

A pesquisa teve os seguintes objetivos específicos:

- Identificar quais são as possíveis relações entre o Pensamento Computacional e o Pensamento Matemático;
- Verificar se os processos do Pensamento Matemático descritos por Dreyfus (1991) estão presentes em atividades de Programação Visual desenvolvidas por professores de Matemática em um curso de formação continuada;
- Verificar se os pilares e as habilidades do Pensamento Computacional estão presentes em atividades de Programação Visual elaboradas por professores de Matemática e direcionadas para estudantes da Educação Básica.

A seguinte questão de pesquisa conduziu o processo investigativo: como são estabelecidas e manifestadas as relações entre o Pensamento Computacional e o Pensamento Matemático por professores de Matemática durante um processo formativo sobre Programação Visual no formato MOOC? Consideramos relevante que o professor de Matemática consiga relacionar e se apropriar de tais pensamentos para que o uso das TD nos processos de ensino e aprendizagem de Matemática possa favorecer tanto a compreensão de conceitos matemáticos como o desenvolvimento do PC.

A hipótese da pesquisa era de que existiam relações entre o Pensamento Computacional e o Pensamento Matemático e que a Programação Visual, ao ser explorada na Educação Básica por professores de Matemática, favoreceria os processos e subprocessos desses pensamentos.

1.2 JUSTIFICATIVA

A sociedade vem sendo modificada ao longo da história humana pelas tecnologias criadas (LÉVY, 2016). Cada novo processo surgido socialmente exige uma nova tecnologia que, por sua vez, repercute em um novo processo. A partir das TD, as “próprias bases do funcionamento social e das atividades cognitivas modificam-se a uma velocidade que todos podem perceber diretamente” (LÉVY, 1999, p. 8). Lévy (2016) menciona que a sociedade atual está em constante busca pela otimização do acesso à informação. As possibilidades vanguardistas advindas do mundo cibernético favorecem, segundo o filósofo, o desenvolvimento de diferentes áreas.

A geração atual e as próximas podem experimentar o surgimento de novas profissões e um novo relacionamento com as TD. Criar, inventar, trabalhar de forma colaborativa, desenvolver a autonomia e resolver problemas são habilidades fundamentais no mundo moderno. E é nesse novo universo que atuarão os estudantes ao saírem do contexto escolar, por isso a importância de a escola se conectar com os novos aprendizados solicitados pela contemporaneidade.

A função social escolar também permeia por conteúdos curriculares. Desse modo, as atividades com TD inseridas nos processos pedagógicos podem estar relacionadas com a aprendizagem de determinados conteúdos. Nessa concepção, ao refletirmos sobre o uso de programação com estudantes na disciplina de Matemática, percebemos que um cenário almejado é aquele que possibilita o desenvolvimento do PC ao mesmo tempo que oportuniza o avanço das compreensões matemáticas. Esse avanço é descrito na teoria do PM de Dreyfus (1991), a qual abordaremos ao longo do trabalho.

Ainda refletindo sobre esse cenário almejado, nos surgem algumas inquietações: o professor de Matemática conhece as possibilidades e potencialidades do PC? Ele sabe como abordá-lo em sala de aula? Consegue escolher estratégias que privilegiem o desenvolvimento do PC ao mesmo tempo que proporcionem ao estudante um aprimoramento do PM?

Essas inquietações, juntamente com os estudos que realizamos continuamente no GPINTEDUC, nos levaram a propor um curso de formação continuada para professores de Matemática sobre Programação Visual, que representa uma das formas de se desenvolver o PC sem conhecimento avançado em

Computação¹. O curso, objeto de estudo desta pesquisa de doutorado, pretendeu possibilitar que os professores compreendessem o que é o Pensamento Computacional (PAPERT, 1986; WING, 2006) e o Pensamento Matemático (DREYFUS, 1991), bem como reconhecessem os processos presentes nesses pensamentos e suas relações.

Desse modo, a pesquisa pode apresentar uma contribuição para a Educação Matemática, ao passo que evidencia a possibilidade de desenvolvimento do PC na Educação Básica, em aulas de Matemática.

Além disso, como justificativa para a realização da investigação, cabe destacar, ainda, alguns aspectos relevantes: (a) a menção ao PC presente na BNCC; (b) a escassez de pesquisas que tratem simultaneamente do PC e do PM e (c) as novas possibilidades de formação docente, incentivadas a partir da pandemia da COVID-19.

Acerca da BNCC, mencionamos que ela não apresenta uma disciplina específica para a abordagem do PC na escola, nem explica de forma aprofundada quais são as atividades a serem realizadas. Contudo, menciona que o ensino de Matemática deve possibilitar o “desenvolvimento do pensamento computacional” (BRASIL, 2018, p. 266). O documento evidencia também a necessidade do uso de fluxogramas e algoritmos na aprendizagem de Matemática, em sintonia com o PC.

A pesquisa aqui descrita visa também representar um avanço para a produção do conhecimento científico quanto ao estabelecimento de relações entre o PC e o PM. Para verificarmos o estado atual desse conhecimento, realizamos dois mapeamentos sistemáticos de literatura (MS), que descrevemos com mais detalhes ao longo do trabalho, inferindo quais eram as pesquisas que abordaram o Pensamento Computacional e a Matemática e como o Pensamento Matemático vem sendo abordado em pesquisas que se refiram ao contexto da Educação Básica.

Percebemos, a partir desses MS, possíveis relações entre o aprendizado de Matemática e o PC, tais como o reconhecimento de padrões, o uso de algoritmos e a decomposição de um problema em partes menores, processos comuns ao PC e à disciplina investigada.

¹ Nesta pesquisa, consideramos a definição do GPINTEDUC (on-line) para Programação Visual, como sendo “aquela cujos comandos são descritos por blocos, mnemônicos ou outros elementos gráficos, não dependendo de descrição textual avançada de algoritmos”.

A principal lacuna que identificamos se refere à escassez de pesquisas que analisem o PM relacionado ao PC. As pesquisas que localizamos a partir do MS mostram que o PC pode ser inserido em aulas de Matemática, mas não utilizam uma teoria que respalde como o conhecimento matemático pode ser produzido, tampouco se esse conhecimento será elementar ou avançado.

Localizamos duas pesquisas publicadas no Brasil que se pautam na teoria do PM para abordar o PC, até o desenvolvimento deste relatório de pesquisa. Bussmann (2019) propõe o Pensamento Matemático-Computacional, uma teoria que visa a comunicação entre o PM e o PC. A proposta ocorre a partir de uma abordagem interpretativa do autor, ao estudar características desses pensamentos. A pesquisa de Okamoto (2021) indica que existem relações entre os processos do PM e as habilidades presentes no PC, mas não aprofunda essas relações.

Entendemos que essas pesquisas representam o início de uma compreensão sobre as relações entre o PM e o PC e abrem um vasto campo investigativo.

Além do MS que realizamos, destacamos a pesquisa inventariante de Barcelos *et al.* (2015), que objetivou apresentar uma revisão sistemática da literatura acerca das relações entre o PC e a Matemática. Percebemos que nenhum dos 77 trabalhos investigados pelos autores fazem menção a alguma teoria referente ao PM. Barcelos *et al.* (2015) indicam essas lacunas a partir da revisão realizada, especialmente a respeito das habilidades matemáticas ainda pouco exploradas pela comunidade científica ao tratar do PC.

Morais, Basso e Fagundes (2017) apresentam uma discussão sobre as relações entre a Educação Matemática e o PC no Brasil, indicando dois movimentos opostos que convergem: de um lado, a crise da aprendizagem da Matemática, evidenciada nos resultados de avaliações em larga escala; do outro, as discussões sobre a necessidade da inserção da Ciência da Computação nos contextos escolares. O ponto em comum entre esses movimentos, segundo os pesquisadores, é a necessidade de pesquisas em ambas as áreas.

A preocupação com os resultados brasileiros na matemática em programas de avaliação também é percebida nas discussões de Souza e Yonezawa (2018). Para mudar o atual cenário, que é caracterizado pela baixa aptidão dos estudantes, os autores sugerem atividades diferenciadas com inserção de TD, especialmente as que privilegiam os componentes presentes na Ciência da Computação.

Para verificar essa possibilidade, Souza e Yonezawa (2018) analisaram estudantes com baixo desempenho em matemática antes, durante e depois da realização de oficinas de programação com o software Processing. Eles perceberam que os estudantes desenvolveram uma atitude reflexiva e questionadora, à medida que avançavam nas atividades de programação. Algumas habilidades observadas foram a autonomia, a cooperação e o entendimento do erro como um elemento natural. Os autores ainda identificaram a assimilação de conceitos matemáticos, nas observações dos estudantes, no momento de programar.

Tendo em vista as lacunas encontradas por Barcelos *et al.* (2015), a baixa incidência de estudos que relacionem o PC e o PM identificada pelos MS que procedemos e as sugestões dos pesquisadores supracitados, percebemos que a realização de uma pesquisa que investigasse as relações entre esses pensamentos seria relevante para o avanço da produção do conhecimento científico e para a própria Educação Matemática.

Ainda como justificativa para o desenvolvimento dessa pesquisa, mencionamos o caráter inovador de uma formação de professores via MOOC. Esse tipo de formação, embora já exista há alguns anos, tornou-se um pouco mais popular durante a pandemia da COVID-19, que acabou tornando constantes os aperfeiçoamentos por meio de plataformas e recursos remotos. Os MOOCs, de acordo com Machiavelli e Cavalcanti (2020), são alternativas eficientes que podem contribuir com a formação continuada de professores. Os autores mencionam que quando adequadamente planejados, os MOOCs ampliam as possibilidades de aprendizagem para muitos docentes.

Considerando os MOOCs como descritos pelos autores, como alternativas eficientes de formação docente, acreditamos que a pesquisa possui um caráter inovador peculiar das teses de doutorado, ao ter como objeto de estudo um curso de formação continuada em uma abordagem diferenciada.

Ao abordar um processo formativo, a pesquisa compreende “a contribuição dos professores em exercício no processo de investigação de um objeto de pesquisa” (DESGAGNÉ, 2007, p. 9), sendo do tipo colaborativa.

Cabe destacar que iniciativas com formação de professores para abordagem do PC vêm ocorrendo em países considerados exemplos de modelos educacionais, como a Finlândia, que promove esse tipo de curso desde 2015.

A inovação também se refere aos novos conhecimentos a serem produzidos a partir de compreensões já discutidas na literatura (PC e PM). As relações entre esses pensamentos ainda não tinham sido plenamente evidenciadas teórica e empiricamente e puderam ser verificadas nesta investigação. Assim, a pesquisa pode contribuir com a construção de um conhecimento ainda não estabelecido, sem, contudo, criar leis ou teorias.

Para que tal contribuição fosse possível, foi necessário um debruçar sobre a literatura para compreender o PC e o PM. Apresentamos essas compreensões nos Capítulos 2 e 3 do trabalho. O conteúdo desses capítulos e dos demais está apresentado a seguir.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente texto se refere a uma pesquisa de Doutorado. Ele está estruturado da seguinte forma:

O **Capítulo 1** apresentou a introdução do texto, abordando a trajetória profissional, pessoal e acadêmica da pesquisadora. Nessa seção, foram indicados os objetivos, a questão de pesquisa e a justificativa para esta investigação. Indicou-se o estado do conhecimento sobre as relações entre o PC e o PM, a partir de um recorte sobre a revisão de literatura realizada, que é amplamente descrita no Capítulo 5. Mostrou-se que as pesquisas e legislações já existentes indicam uma proximidade entre a disciplina de Matemática e o PC.

O **Capítulo 2** apresenta a definição para o PC. Para isso, são discutidas compreensões apresentadas na literatura, algumas perspectivas nacionais e internacionais da abordagem do PC no campo educacional, os pilares do PC e algumas possibilidades do seu desenvolvimento, como a Programação Visual. Esse tipo de linguagem de programação é explicado e foi o abordado no curso de formação de professores de Matemática, objeto desta investigação.

O **Capítulo 3** aborda o referencial teórico sobre o PM. São indicadas as concepções de Tommy Dreyfus sobre os processos que configuram o avanço no PM: a representação e a abstração. Esses processos são explicados, a partir da descrição presente na literatura.

O **Capítulo 4** completa o referencial teórico, abordando a formação docente. Para isso, apresenta-se compreensões da literatura sobre formação continuada de

professores e sobre os cursos do tipo MOOC. Neste capítulo, os saberes docentes são apresentados, principalmente os relacionados aos saberes tecnológicos.

O **Capítulo 5** é destinado à descrição dos dois mapeamentos sistemáticos de literatura realizados. O primeiro se refere ao Pensamento Computacional no contexto da disciplina de Matemática. O segundo objetivou identificar o que as pesquisas nacionais revelam sobre o PM no âmbito da Educação Básica no Brasil. Esses mapeamentos foram realizados para compreensão sobre o estado do conhecimento sobre PC e PM.

O **Capítulo 6** apresenta a metodologia da pesquisa. É indicada a abordagem utilizada, bem como são descritos os procedimentos metodológicos, o objeto de estudo, a questão norteadora da pesquisa, informações sobre o curso de formação e a metodologia de análise de dados.

O **Capítulo 7** da tese apresenta os dados analisados, a partir de três momentos. São apresentados os dados e os processos de análise realizados, bem como as inferências e interpretações realizadas. Os resultados dessas análises foram interpretados com base no referencial teórico da pesquisa, buscando responder à questão de pesquisa.

No **Capítulo 8**, são apresentadas as considerações finais da pesquisa.

2 PENSAMENTO COMPUTACIONAL

O advento da internet rápida consolidou o processo de mudanças nas formas de comunicação e informação humanas. As novas gerações experimentam o ritmo acelerado de criação de novas tecnologias, que visam suprir as necessidades da sociedade do século XXI.

O cenário social contemporâneo, demanda novos profissionais, nova atuação cidadã e uma nova relação da sociedade com as TD (LÉVY, 2016). Essas tecnologias podem estar inseridas em diferentes atividades, inclusive nas educacionais. Desse modo, os documentos norteadores curriculares se adaptam para direcionar ações docentes que possibilitem que a escola esteja em sintonia com as transformações sociais.

Um exemplo dessa inserção é evidenciado na BNCC, que sugestiona o uso das TD de forma que os estudantes não sejam meros consumidores de aparatos, mas que possam criar, aprender e se desenvolver como cidadãos, a partir do uso de diferentes tecnologias (BRASIL, 2018).

Ao encontro da proposta de tornar o estudante ativo na utilização das TD, de tal modo que ele possa utilizar conhecimentos oriundos da Ciência da Computação em situações-problema do cotidiano, o PC vem sendo pesquisado no contexto educacional dos últimos anos. Segundo Rocha e Pinto (2021, p. 101), o PC corresponde ao “nome dado aos processos mentais humanos que conduzem os indivíduos a resolverem problemas, utilizando elementos da Ciência da Computação, tais como algoritmos e abstração”.

Tal como mencionam Rocha e Pinto (2021), o PC pode ser desenvolvido a partir de alguns processos que são utilizados na resolução de problemas quaisquer. Entre esses processos, destaca-se a abstração², a decomposição de problemas, o

² Cabe ressaltar que o processo de abstração, no caso do PC, não é idêntico ao inerente à Matemática. No caso do PC, Brackmann (2017) explica que a abstração se refere a extrair as partes importantes de um problema. O conceito de abstração na Matemática extrapola essa concepção, representando um processo que relaciona conceitos e capta a essência desses, sem necessidade de elementos do mundo real. Nesse sentido, Piaget (1995, p. 86), afirmava que as abstrações se referem às “habilidades de engajar-se no raciocínio proposicional e deduções lógicas sem o apoio de objetos concretos”.

desenvolvimento de algoritmos e o reconhecimento de padrões (BRACKMANN, 2017).

Mandaji *et al.* (2018) recomendam a utilização dos processos do PC na escola e pontuam que os estudantes devem ser estimulados para que desenvolvam a capacidade de resolver diferentes problemas, de utilizar raciocínio lógico e de efetuar cálculo mental. Pinto e Nascimento (2018) mencionam a criatividade, a inventividade e a resolução de problemas como habilidades a serem desenvolvidas para a sociedade contemporânea. Essas aptidões, quando estimuladas no estudante, repercutem em novas demandas educacionais que podem ser sanadas com o desenvolvimento do PC (MANDAJI *et al.*, 2018; PINTO; NASCIMENTO, 2018; ROCHA; PINTO, 2021).

Para que a abordagem do PC possa acontecer no contexto educacional, é importante que professores e pesquisadores possam compreender do que se trata esse pensamento e quais as suas principais características. Nesse cenário, abordaremos no próximo tópico do texto, algumas definições que podem trazer tais perspectivas.

2.1 DEFINIÇÕES SOBRE O PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Nesta investigação, utilizamos a definição de Rocha e Pinto (2021) como entendimento sobre o PC, que se refere a uma reunião de processos mentais humanos para resolver problemas, a partir de elementos comuns à Ciência da Computação.

A escolha por adotarmos uma definição de PC que o relacione com resolução de problemas é pautada em diferentes pesquisadores (SELBY; WOOLLARD, 2013; MESTRE *et al.*, 2015; RIBEIRO; FOSS; CAVALHEIRO, 2020) que compreendem o PC como abstração e decomposição de problemas em partes menores.

A primeira referência teórica para o PC é atribuída a Seymour Papert, que idealizou a linguagem de programação Logo, em 1967. Papert (1993, p. 18) defendia que “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”.

Papert (1993) trouxe à tona discussões sobre novas formas de aprender, que privilegiem o protagonismo estudantil. O pesquisador teve influência de Jean Piaget, que estabeleceu a teoria epistemológica do construtivismo e descrevia a importância

da interação do sujeito com o objeto para que haja o aprendizado. Seymour Papert trouxe discussões inovadoras para esse aspecto em uma publicação em 1980, intitulada *A Máquina das Crianças*. Ele também se referenciou em John Dewey, que estimulava a construção e a manipulação de materiais para aprender conteúdos diversos. Fino (2017, p. 22) menciona que, com base em suas influências, Seymour Papert estipulou o construcionismo, que “é uma pedagogia que parte do construtivismo piagetiano, o qual olha para a criança como construtora das suas estruturas cognitivas, em interação com o mundo”.

Papert (1993) incentivava que as crianças criassem objetos para realizarem diferentes aprendizados:

Nascia, assim, o construcionismo, uma vertente do construtivismo em que a aprendizagem se fundamenta ainda na construção do conhecimento, porém o estudante constrói seu conhecimento a partir do ‘fazer’, criando objetos concretos e compartilháveis (RAABE; COUTO; BLIKSTEIN, 2020, p. 3).

Esses objetos podem ser construídos a partir do computador, ou quaisquer outras tecnologias. A construção envolvida repercute em aprendizado e interação entre os indivíduos e entre o indivíduo e o ambiente. O uso de estratégias para aprender e interagir no mundo, a partir de criações e manipulações, relaciona-se com o PC, tratado por diferentes autores anos depois da proposta de Seymour Papert, que foram evidenciando a comunicação humana com o computador (RESNICK *et al.*, 2009; VALENTE, 2016).

A continuidade do trabalho de Seymour Papert é praticada, principalmente, no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). O grupo de trabalho do pesquisador é ampliado e alterado ao longo dos anos, inclusive com a presença do brasileiro José Armando Valente. Os pesquisadores do instituto foram desenvolvendo recursos baseados na linguagem Logo, que pudessem desenvolver variadas habilidades nos indivíduos a partir de uma relação diferenciada com o computador. Em concomitante com as pesquisas do instituto, as TD vão se desenvolvendo na sociedade e repercutindo em novas formas de acesso à comunicação e à informação. Para os pesquisadores do MIT, o relacionamento do homem com as TD vai se consolidando e exigindo que a sociedade desenvolva o que eles chamam de fluência tecnológica.

Sobre tal fluência, Papert e Resnick (1995) a explicavam diante da importância de o computador ser um canal de construção humana. Segundo os

autores, os indivíduos devem desenvolver uma destreza tecnológica, que ultrapassa o conhecimento sobre utilização de TD.

Nessa perspectiva, não basta que o ser humano seja um usuário das ferramentas tecnológicas, ele deve ser capaz de “construir artefatos significantes a partir delas” (RAABE; COUTO; BLILSTEIN, 2020, p. 4). Papert e Resnick (1995) indicavam a programação logo na infância, para que os estudantes tivessem a oportunidade de aprender e desenvolver a fluência digital. Essa fluência tecnológica também era mencionada por pesquisadores de diferentes áreas como letramento ou alfabetização tecnológica ou computacional nos anos 1990 e 2000 (VALENTE, 2019).

Proveniente da área computacional, em 2006, a pesquisadora Jeannette Wing evidencia o termo PC, ao propor que todas as crianças devem aprender os elementos da Ciência da Computação na escola. Ela publicou um artigo denominado *Computational thinking*, mencionando que a escola deve possibilitar o desenvolvimento do PC, com a mesma relevância que ensina a ler ou somar. A autora sugere que o PC corresponde ao desenvolvimento de estratégias informáticas para resolução de problemas, sendo fundamental a todos os indivíduos. O artigo de Wing (2006) alavancou as discussões internacionais sobre o PC, mesmo que a autora tenha apresentado apenas suas opiniões pessoais, sem indicar resultados de pesquisas prévias.

Um apontamento interessante sobre o recorte temporal das publicações de Seymour Papert e Jeannette Wing é apresentado por Raabe, Couto e Blikstein (2020). Os autores mencionam que no íterim da criação da linguagem Logo e da publicação do artigo *Computational thinking* ocorreu a popularização dos computadores e a utilização deles em praticamente todos os contextos sociais, o que possibilitou que a proposta de ensinar programação e demais atividades relacionadas à Ciência da Computação não soasse mais como revolucionária, como em 1967, “pelo contrário, a ideia soa agora não só como necessária, mas urgente” (RAABE; COUTO; BLIKSTEIN, 2020, p. 7).

De acordo com Valente (2019), no momento simultâneo à publicação do primeiro artigo de Wing (2006) sobre o PC, emergiu o termo competência digital, na Europa. Ao descrever os termos letramento computacional, competências digitais e PC, Valente (2019) estabelece algumas relações, informando que as três propostas, embora com características específicas, convergem para a indicação de utilização de recursos ou conhecimentos computacionais para resolução de problemas humanos.

Outro termo que se conecta ao PC surgiu na figura do pesquisador Mitchel Resnick, que, na continuidade do trabalho de Seymour Papert, criou a linguagem Scratch, em 2007, e organizou oficinas de utilização dessa ferramenta a partir de 2009, em conjunto com uma equipe do MIT. O termo utilizado pelo pesquisador é Computação Criativa, que se refere às possibilidades de se resolver problemas e representar a realidade por meio de criações de projetos computacionais, que tenham por base a criatividade, o interesse e a imaginação dos jovens (MIT, 2011).

Notamos que os estudos sobre utilização de elementos da Ciência da Computação por crianças e jovens no aprendizado revelam abordagens diferentes da programação. A Computação Criativa, por exemplo, foca na imaginação infantil para criação. O PC, por sua vez, evidencia a técnica presente na formulação de problemas. Essa dicotomia persistiu por alguns anos na abordagem da programação na escola.

O caráter técnico foi evidenciado em uma nova publicação de Wing (2011), que trouxe uma definição mais específica para o PC, apresentando-o como um conjunto de processos presentes na formulação de problemas que serão resolvidos a partir de processamento de dados por máquinas ou outras pessoas.

No mesmo viés, Selby e Woollard (2013) explicam o PC como um processo cognitivo que possibilita a resolução de problemas e a compreensão acerca de artefatos, procedimentos e sistemas. Os pesquisadores afirmam que esse pensamento se relaciona com competências e habilidades, tais como: criação de algoritmos, termos de decomposição, generalizações, abstrações e termos de avaliação.

A compreensão desses autores e algumas definições discutidas nacional e internacionalmente foram construídas a partir dos apontamentos da *International Society for Technology in Education* (ISTE) em parceria com a *Computer Science Teachers Association* (CSTA). Para esses órgãos o PC é um processo que inclui:

Formulação de problemas de forma que nos permita usar um computador e outras ferramentas para nos ajudar a resolvê-los; Organização e análise lógica de dados; Representação de dados através de abstrações, como modelos e simulações; Automatização de soluções através do pensamento algorítmico (uma série de etapas ordenadas); Identificação, análise e implementação de possíveis soluções com o objetivo de alcançar a combinação mais eficiente e efetiva de etapas e recursos; Generalização e transferência deste processo de resolução de problemas para uma grande variedade de problemas (ISTE/CSTA, 2011, p. 01).

No processo do PC descrito por meio da parceria ISTE/CSTA (2011), percebemos a definição dos procedimentos técnicos que caracterizam o agir cognitivo diante de problemas. Contudo, esses institutos trazem novos elementos ao PC, mencionando a importância da interpretação humana, da criação de estratégias individuais e coletivas, e do uso do aspecto criativo na resolução de problemas.

Esses novos olhares sobre o PC ficam evidenciados no Brasil, a partir da pesquisa de Brackmann (2017), que apresenta a seguinte definição:

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

A definição de Brackmann (2017) apresenta o papel criativo do PC e o aproxima da Computação Criativa, diminuindo a dicotomia existente entre eles. O autor mostra que o processo cognitivo que envolve a resolução de problemas perpassa pela técnica presente em criações de algoritmos, uso de abstrações, reconhecimento de padrões em problemas e decomposição de situações. Mas, para além desses processos, compreende o aspecto crítico e criativo inerente ao ser humano, que cria estratégias em diferentes campos de saber.

Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2020) relacionam o PC com o uso do raciocínio lógico na resolução de problemas, mencionando a importância de se raciocinar sobre o raciocínio, o que também abre espaço para uma compreensão mais criativa, embora pautada em técnica:

A ênfase do raciocínio, ou pensamento, computacional, não está apenas nos produtos em si (provas ou algoritmos), e sim no processo de construção desses produtos. Ou seja, além das abstrações necessárias para descrever algoritmos, o pensamento computacional engloba também técnicas para a construção de algoritmos, que na realidade são técnicas de solução de problemas, as quais podem ser aplicadas em diferentes contextos (RIBEIRO; FOSS; CAVALHEIRO, 2020, p. 17).

Os autores destacam que ao descrever instruções de forma clara para outro indivíduo ou máquina, o ser humano desenvolve o PC e aperfeiçoa uma habilidade essencial para a atuação social, relacionada à informação e à comunicação. A descrição pode ser em linguagem natural, quando direcionada para outros indivíduos,

ou em linguagem computacional, por meio de programação. Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2020) destacam a importância do uso da inteligência humana e da criatividade nesse processo de descrição e resolução de problemas.

A presença humana nos processos que se referem à formulação de problemas também é mencionada por Guarda e Pinto (2020), que apresentam a seguinte definição:

PC pode ser compreendido como um approach voltado para a resolução de problemas explorando processos cognitivos, pois discutem a capacidade de compreender as situações propostas e criar soluções através de modelos matemáticos, científicos ou sociais para aumentar nossa produtividade, inventividade e criatividade (GUARDA; PINTO, 2020, p. 1463).

Esse papel criativo, inventivo e produtivo dialoga com a proposta de Seymour Papert, que, de forma visionária, propôs o uso diferenciado do computador já no século passado.

Não podemos deixar de mencionar que no Brasil, a publicação da nova BNCC em 2018 se configura como um incitamento às abordagens que possam desenvolver o PC do estudante. O texto presente no documento orienta que os estudantes “precisam traduzir uma situação dada em outras linguagens, como transformar situações-problema, apresentada em língua materna, em fórmulas, tabelas e gráficos e vice-versa” (BRASIL, 2018, p. 271). Nesse sentido, no Brasil, o texto da BNCC alavanca ainda mais as pesquisas nacionais, que começam a buscar possibilidades de abordagem do PC e de como os professores podem receber formação para atuar com elas. Também se inicia um processo de preocupação de articular o PC aos conteúdos de diferentes disciplinas, já que, segundo as orientações curriculares, ele não deve ser abordado a partir de uma disciplina específica de computação, mas incorporado aos processos de ensino e aprendizagem de diferentes unidades curriculares, especialmente na disciplina de Matemática.

Na BNCC, há nove menções ao termo Pensamento Computacional (BRASIL, 2018), das quais: (a) cinco aparecem no contexto da disciplina de Matemática no Ensino Fundamental; (b) duas são relacionadas à abordagem das TD no Ensino Médio, em uma perspectiva interdisciplinar e (c) duas se referem ao ensino de Matemática no Ensino Médio. O QUADRO 1 apresenta as citações presentes no documento.

QUADRO 1 – O TERMO PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA BNCC

Tópico da BNCC	Menção ao PC
Ensino de Matemática no Ensino Fundamental (séries finais)	“Esses processos de aprendizagem são potencialmente ricos para o desenvolvimento de competências fundamentais para o letramento matemático (raciocínio, representação, comunicação e argumentação) e para o desenvolvimento do pensamento computacional” (BRASIL, 2018, p. 266).
	“Outro aspecto a ser considerado é que a aprendizagem de Álgebra, como também aquelas relacionadas a Números, Geometria e Probabilidade e estatística, podem contribuir para o desenvolvimento do pensamento computacional dos alunos, tendo em vista que eles precisam ser capazes de traduzir uma situação dada em outras linguagens, como transformar situações-problema, apresentadas em língua materna, em fórmulas, tabelas e gráficos e vice-versa” (BRASIL, 2018, p. 271).
	“Associado ao pensamento computacional, cumpre salientar a importância dos algoritmos e de seus fluxogramas, que podem ser objetos de estudo nas aulas de Matemática” (BRASIL, 2018, p. 271).
	“Outra habilidade relativa à álgebra que mantém estreita relação com o pensamento computacional é a identificação de padrões para se estabelecer generalizações, propriedades e algoritmos” (BRASIL, 2018, p. 271).
	“A área de Matemática, no Ensino Fundamental, centra-se na compreensão de conceitos e procedimentos em seus diferentes campos e no desenvolvimento do pensamento computacional, visando à resolução e formulação de problemas em contextos diversos (BRASIL, 2018, p. 471).
Abordagem interdisciplinar das TD no Ensino Médio	“pensamento computacional: envolve as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos” (BRASIL, 2018, p. 474).
	“utilizar, propor e/ou implementar soluções (processos e produtos) envolvendo diferentes tecnologias, para identificar, analisar, modelar e solucionar problemas complexos em diversas áreas da vida cotidiana, explorando de forma efetiva o raciocínio lógico, o pensamento computacional [...]” (BRASIL, 2018, p. 475).
Ensino de Matemática no Ensino Médio	“Tal valorização possibilita que, ao chegarem aos anos finais, eles possam ser estimulados a desenvolver o pensamento computacional, por meio da interpretação e da elaboração de algoritmos, incluindo aqueles que podem ser representados por fluxogramas” (BRASIL, 2018, p.528).
	“Nesse contexto, destaca-se ainda a importância do recurso a tecnologias digitais e aplicativos tanto para a investigação matemática como para dar continuidade ao desenvolvimento do pensamento computacional, iniciado na etapa anterior” (BRASIL, 2018, p. 528).

FONTE: BRASIL (2018).

Diante das menções do termo Pensamento Computacional na BNCC, identificamos que o documento sugere que existe uma aproximação acentuada entre a Matemática e o PC. Tal proximidade é verificada quando o referencial sugere que a aprendizagem de Álgebra, Números, Geometria e Probabilidade e Estatística favorece

o desenvolvimento do PC, pois se relaciona com a transformação de situações-problema em modelos matemáticos (BRASIL, 2018). Ainda sobre essa etapa de escolarização, a BNCC destaca a relevância dos algoritmos, dos fluxogramas, da identificação de padrões e das generalizações para resolução e formulação de problemas.

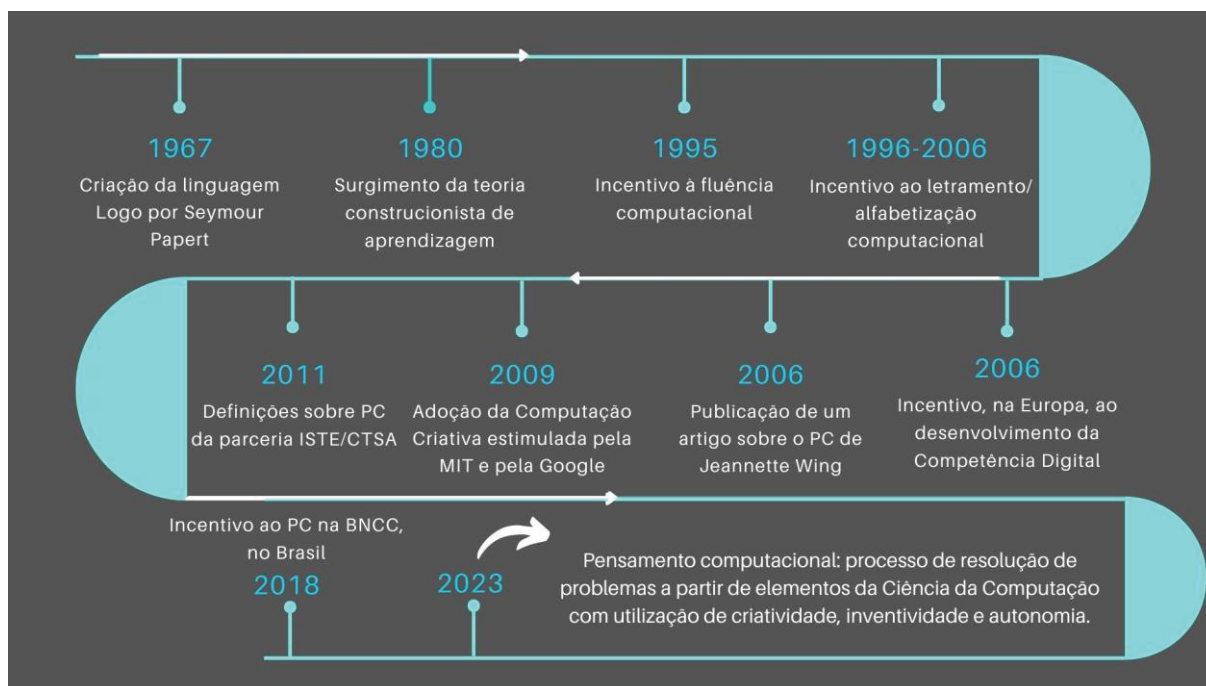
Cabe pontuar que a BNCC não deixa claro como o professor pode se preparar para abordar o PC em sala de aula, tampouco dá exemplos de atividades que podem ser utilizadas. Isso dá margem para que as secretarias estaduais de educação tenham diferentes entendimentos quanto ao desenvolvimento do PC na Educação Básica. No estado do Paraná, por exemplo, a Secretaria de Estado da Educação e do Esporte (SEED) criou, no ano de 2022, uma disciplina intitulada “Pensamento Computacional” que aborda conhecimentos de programação mais avançada no Ensino Médio e pode ser ministrada por professores que se sintam preparados para isso. A disciplina compõe a carga horária do Itinerário Formativo do novo Ensino Médio³.

Diante das diferentes perspectivas sobre o PC, presentes na literatura e na BNCC, ratificamos nosso entendimento de que ele se refere à resolução de problemas a partir de estratégias que são comuns à Ciência da Computação. Não obstante, defendemos uma proposta pedagógica de abordagem de atividades que estimulem esse pensamento, a partir de ações que possam desenvolver a criatividade, a inventividade e a autonomia, tal como sugerido por Guarda e Pinto (2020). Nesse sentido, o PC pode ir além de atividades de programação e ser abordado em diferentes disciplinas, com a inserção de situações-problema que devem ser resolvidas pelos estudantes por meio de diferentes estratégias. Cabe pontuar que o uso de estratégias para resolução de problemas também está presente em outros processos que não necessariamente utiliza o computador, tal como o próprio PM.

Essa seção procurou apresentar uma construção histórica da compreensão sobre PC, que identificamos na literatura. A síntese dessa construção é representada na FIGURA 1.

³ No Paraná, o Referencial Curricular para o Ensino Médio foi aprovado em 29/07/2021 pelo Conselho Estadual de Educação (Deliberação nº 04/2021 do CEE/PR) juntamente com as Diretrizes Curriculares Complementares do Ensino Médio. O documento foi homologado pela Resolução nº 3.416 de 06 de agosto de 2021. A disciplina Pensamento Computacional compõe o Itinerário formativo comum a todos os estudantes da 1ª série do Ensino Médio.

FIGURA 1 – CONSTRUÇÃO HISTÓRICA DA COMPREENSÃO SOBRE PENSAMENTO COMPUTACIONAL



FONTE: A autora (2023).

A possibilidade de desenvolvimento de habilidades nos indivíduos, como criatividade, interatividade⁴ e autonomia, principalmente nos estudantes, repercute em propostas de utilização do PC no contexto educacional do Brasil e do mundo, conforme veremos a seguir.

2.2 PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA EDUCAÇÃO: PERSPECTIVAS INTERNACIONAIS E NACIONAIS

Para verificar o panorama global da abordagem do PC, nos pautamos nos resultados de uma revisão sistemática da literatura realizada por Brackmann *et al.* (2020). Os autores verificaram ações governamentais e não governamentais em diferentes países. Apresentamos os resultados publicados por esses acerca da abordagem do PC em alguns países, apresentados em ordem alfabética. Destacamos que os países apresentados foram selecionados por serem aqueles cujas informações sobre o PC estavam disponíveis na literatura no momento da pesquisa.

⁴ Cabe pontuar que, na presente pesquisa, a interatividade está relacionada à relação entre o sujeito e tecnologias digitais.

Na Alemanha, a computação nas escolas é pautada por documentos que organizam conteúdos que focam em processos de modelagem a partir do computador. Os professores que trabalham com essas atividades possuem formação específica e aprofundada. A Argentina possui uma resolução educacional que orienta o ensino da programação no currículo e desenvolve um plano de formação inicial e continuada para os professores. O país conta com um Núcleo de Aprendizagem em Programação e Robótica fundado em 2018.

Na Austrália, a última reestruturação curricular ocorreu em 2015, com a inserção de conceitos de programação a partir do 5º ano escolar em substituição às disciplinas de história e geografia. A Coreia do Sul aborda programação desde a década de 1970. No sentido oposto aos outros países, porém, em 2015 uma reestruturação curricular diminuiu a carga horária das disciplinas de computação.

Desde 1980, a Escócia oferta computação como disciplina nas escolas, porém de forma bastante procedimental. A partir de 2011, um documento norteador do currículo trouxe novas possibilidades de abordagem do PC. Nos Estados Unidos, a Ciência da Computação vem sendo vista como tão importante como as demais disciplinas curriculares. Há estados que adotam as orientações da CSTA, abordando o ensino da programação desde a Educação Infantil. Um projeto de destaque é o Code.org, uma organização sem fins lucrativos que promove ações relacionadas à programação para estudantes e professores, bem como atividades alocadas em uma plataforma⁵. Tal projeto está disponível para diferentes países, mas a representatividade de uso por estudantes norte-americanos é expressiva.

A Estônia é precursora na utilização da internet nas escolas. O ensino de programação ocorre em todos os níveis de ensino e as escolas a abordam, principalmente, por uma plataforma chamada ProgeTiiger⁶. As discussões sobre a abordagem da programação nas escolas se acentuaram na França a partir de 2015 e visam oportunizar que os estudantes aprendam com o erro.

Na Finlândia existe um guia para o ensino do PC nas escolas. Os professores recebem formação gratuita realizada por meio de MOOC, para que possam promover atividades interdisciplinares de programação. A Grécia promove aulas de computação desde o 3º ano do Ensino Fundamental. O país também oferece atividades escolares

⁵ Disponível em: code.org. Acesso em: 28 dez. 2021.

⁶ Disponível em: <https://progetiiger.ee/?q=>. Acesso em: 02 jan. 2022.

sem uso do computador, mas que privilegiam os processos do PC. A partir dos 10 anos de idade, os estudantes aprendem a programar aplicativos. As atividades relacionadas à computação vão aumentando em nível de aprofundamento, até o final do Ensino Médio, quando são explorados o pensamento algoritmo e conceitos aprofundados de programação.

No Reino Unido, a reformulação curricular que ocorreu em 2011 tornou obrigatória a disciplina de computação, inclusive sendo avaliada nos processos de certificação nacionais. No país, principalmente a partir de 2018, destaca-se o alto investimento em formação dos professores para atividades da computação.

O QUADRO 2 apresenta o panorama geral da abordagem do PC nos contextos nacional e internacional.

QUADRO 2 – SÍNTESE DAS AÇÕES EM ALGUNS PAÍSES QUANTO AO PC

País	Ações
Alemanha	Documentos que orientam a abordagem de modelagem a partir da Computação.
Argentina	Currículo contempla o ensino da programação; Plano de formação inicial e continuada para os professores sobre PC; Existência do Núcleo de Aprendizagem em Programação e Robótica.
Austrália	Inserção de conceitos de programação a partir do 5º ano escolar.
Brasil	Iniciativas da SBC com propostas de Ensino de Computação na Educação Básica; Recomendação da BNCC quanto à abordagem do PC no ensino de Matemática e de forma interdisciplinar.
Coreia do Sul	Programação como parte do currículo escolar.
Escócia	Documento norteador do currículo incentiva a abordagem do PC.
Estados Unidos	Orientações da CSTA; Projeto Code.org.
Estônia	Ensino de programação ocorre em todos os níveis de ensino; Criação da plataforma ProgeTiiger.
França	Abordagem de programação na escola; Incentivo de aprendizagem a partir do erro.
Finlândia	Guia para o ensino do PC nas escolas; Formação dos professores por meio de MOOC.
Grécia	Aulas de computação desde o 3º ano do Ensino Fundamental; Computação desplugada; Programação de aplicativos.
Reino Unido	Existência da disciplina de Computação; Alto investimento em formação de professores sobre PC.

FONTE: A autora (2023).

Acerca das atividades não governamentais e dos movimentos comerciais que tratam do PC, Brackmann *et al.* (2020) apresentam: (a) o *European Schoolnet*⁷; (b) o

⁷ Disponível em: <http://www.eun.org/>. Acesso em: 02 jan. 2022.

Code.org; (c) o Programaê!⁸ e (d) o *SuperGeeks*⁹. A primeira proposta se refere a uma rede de troca de experiências entre ministérios da educação da Europa e de Israel, que discutem a utilização das TD e atualmente a abordagem do PC. O Code.org, como já mencionamos ao tratar do Estados Unidos, foi lançado em 2013 e, desde então, vem incentivando estudantes a programarem, professores a se formarem para abordar o PC e organizações governamentais a repensarem seus currículos.

Os funcionários e voluntários dessa organização têm trabalhado para possibilitar que as atividades de Ciência da Computação façam parte da Educação Básica, desenvolvendo materiais para os professores usarem com seus alunos. A partir de julho de 2014, foram criados três cursos de Ciência da Computação, sendo o primeiro para alunos do início da Educação Básica (4-6 anos), o segundo para iniciantes com idade acima de 6 anos e o terceiro para alunos mais experientes com idades acima de 6 anos. Esses cursos misturam atividades online, tutoriais autoguiados e atividades que os alunos realizam presencialmente, fora da plataforma (VALENTE, 2016, p. 880).

A organização firma parcerias com empresas de todo o mundo, promove um programa chamado Hora do Código e organiza atividades de programação em uma plataforma digital. A Hora do Código é “um movimento global que atinge centenas de milhões de estudantes em 102 países parceiros” (BRACKMANN *et al.*, 2020, p. 41). A proposta é que em um determinado período e data, estudantes do mundo todo parem suas atividades para realizar programação.

Um dos parceiros nacionais do Code.org é o movimento Programaê!, instituição sem fins lucrativos que reúne diferentes atividades gratuitas de programação em uma plataforma. Trata-se de uma iniciativa das Fundações Lemann e da Telefônica Vivo. Explicitaremos a plataforma ao tratar de Programação Visual, na seção 2.5.1.

Outra iniciativa nacional não governamental é o *SuperGeeks*, uma escola de programação e robótica destinada a crianças e adolescentes. São ofertadas aulas de programação de jogos, aplicativos, robôs e sistemas, por meio de quatro metodologias diferentes: (a) *Game learning* (uso de jogos para aprendizado da programação); (b) Gamificação (utilização de elementos de jogos em contextos diversos); (c)

⁸ Disponível em: <https://programae.org.br/>. Acesso em: 02 jan. 2022.

⁹ Disponível em: <https://supergeeks.com.br/>. Acesso em: 02 jan. 2022.

Empreendedorismo (abordagem do mercado de games e da criação de *startups*) e (d) Ensino de inglês (abordagem da língua estrangeira moderna).

No Brasil, a abordagem do PC é incentivada pela BNCC (BRASIL, 2018) e pela SBC que, por exemplo, organiza uma competição entre estudantes da Educação Básica, denominada Olimpíada Brasileira de Informática (OBI).

No contexto nacional, Brackmann (2017) é considerado um divulgador da pesquisa na área do PC. Além de pesquisas publicadas, o autor mantém um grupo no Facebook¹⁰, que atualmente conta com quase 7 mil membros. No grupo, são compartilhadas propostas de atividades que contemplam os pilares do PC, os quais explanamos na próxima seção.

2.3 PILARES DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

No curso de formação de professores que ministramos, abordamos o PC a partir dos quatro pilares que mais são especificados na literatura: abstração, decomposição, algoritmo e reconhecimento de padrão (BRACKMANN, 2017). Contudo, diferentes pesquisadores descrevem os processos que estão presentes no PC e podem relacionar outros pilares.

Brennan e Resnick (2012), por exemplo, apresentam três dimensões para o PC: Conceitos, Práticas e Perspectivas. Os conceitos se referem a sequência, evento, paralelismo, condicionais, operadores, *loop* e dados. As práticas são compostas por teste, depuração, iteratividade, reuso e remix, abstração e modularização. Já as perspectivas são aquelas que geram expressão, conexão e questionamento. Cabe destacar que a concepção desses autores para o PC envolve mais do que questões técnicas, dando margem para um papel criativo, colaborativo e questionador.

O QUADRO 3 traz as dimensões do PC apresentadas por Brennan e Resnick (2012).

¹⁰ Disponível em: <https://www.facebook.com/groups/pcomputacional/>. Acesso em: 29 jun. 2022.

QUADRO 3 – DIMENSÕES DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Dimensão	Item	Definição
Conceitos	Sequência	Identificação das etapas a serem utilizadas
	Evento	Ação que repercute em um acontecimento
	Paralelismo	Ações ocorrendo de forma simultânea
	Condicionalis	Ações direcionadas por uma condição
	Operadores	Operações matemáticas e lógicas
	Loop	Repetição de etapas repetidas vezes
	Dados	Organização, coleta e tratamento de informações e valores
Práticas	Teste	Verificação de erros
	Depuração	Correção de erros
	Iteratividade	Repetição e aprimoramento contínuo
	Reuso e remix	Aprimoramento de programações prévias
	Abstração	Seleção das principais partes do problema
	Modularização	Divisão do problema em partes menores
Perspectivas	Expressar	Criação a partir do computador
	Conectar	Capacidade de compartilhar ideias e projetos
	Questionar	Utilização da computação para representar e refletir sobre situações reais

FONTE: Brennan e Resnick (2012).

No QUADRO 3, podemos notar que as práticas acabam envolvendo os quatro pilares do PC, mesmo que divididas em demais itens. Temos percebido que existe uma convergência para esses pilares (abstração, reconhecimento de padrão, algoritmo e decomposição), embora não sejam consenso na literatura.

Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2020), por outro lado, mencionam que o PC é composto por três pilares: abstração, a automação e a análise (RIBEIRO; FOSS; CAVALHEIRO, 2020). A abstração é explicada como a seleção do que é prioritário nos dados e processos. A automação envolve a escolha da tecnologia que solucionará o problema, da linguagem a ser utilizada e da criação de modelos que simulem os problemas.

Com relação à análise, Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2020) explicam que ela pode ser de três tipos: (a) viabilidade (relacionada com à possibilidade de existir solução computacional para o dado problema); (b) correção (correspondente a avaliação do algoritmo construído) e (c) eficiência (relativa à efetividade do algoritmo criado). Percebemos que tanto a automação quanto a análise se referem ao algoritmo, que deve ser planejado, executado e avaliado.

A parceria ISTE/CSTA (2011), por sua vez, menciona nove conceitos relacionados ao PC: coleta de dados, análise de dados, representação de dados, decomposição de problema, abstração, algoritmos, automação, paralelização e simulação. Esses conceitos foram estudados e aprofundados por Grover e Pea

(2013), que, analisando de forma minuciosa a literatura disponível sobre o PC na ocasião, indicaram nove elementos relacionados a esse pensamento: abstração e reconhecimento de padrões; processamento da informação; símbolos e representações; fluxo em algoritmos; modularização; iteração, recursividade e paralelismo; lógica condicional; eficiência e restrições de desempenho e tratamento ao erro.

Algumas pesquisas posteriores (CODE.ORG, 2016; LIUKAS, 2015; BBC LEARNING, 2015) reorganizaram os elementos propostos por Grover e Pea (2013), indicando o que hoje conhecemos como os quatro pilares do PC.

No curso de formação de professores que ministramos como processo investigativo, abordamos o PC a partir de cada um desses pilares: abstração, reconhecimento de padrão, algoritmo e decomposição. A sequência do texto os explica.

2.3.1 Abstração

O indivíduo, ao identificar, descrever ou resolver um problema sob a ótica do PC, precisa selecionar os pontos essenciais acerca dos dados disponíveis. Isso significa que os elementos que não são relevantes podem ser ignorados nos processos de resolução de problemas.

Este pilar envolve a filtragem dos dados e sua classificação, essencialmente ignorando elementos que não são necessários para que se possa concentrar nos que são relevantes. Através desta técnica, consegue-se criar uma representação (ideia) do que está se tentando resolver. A competência essencial deste pilar é escolher o detalhe a ser ignorado para que o problema seja mais fácil de ser compreendido sem perder nenhuma informação que seja importante para tal (BRACKMANN, 2017, p. 38).

Conforme pontua Brackmann (2017), a abstração envolve a capacidade de selecionar os itens que contribuirão com o processo interpretativo ou resolutivo. Podemos citar, como exemplo, a definição de uma trajetória em um mapa. Para descrever o percurso de um ponto A até um ponto B, o indivíduo não terá a necessidade de se atentar ao mapa integralmente.

O mapa, de acordo com Liukas (2015), é, ao mesmo tempo, uma abstração da realidade, já que apresenta apenas aquilo que é essencial para que um sujeito possa definir suas estratégias de locomoção. No mapa, elementos como altitude e relevo

não são elencados, pois não trarão contribuições para a identificação de uma trajetória.

Brennan e Resnick (2012) apresentavam a abstração como a separação de comportamentos ou ações para que o foco do sujeito seja nos elementos que favorecem a resolução de problemas. No mesmo sentido, Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2020, p. 23) afirmam que a abstração “é um mecanismo importante no processo de solução de problemas, que permite simplificar a realidade e representar os aspectos mais relevantes de um problema e sua solução”. Os autores indicam alguns aspectos relacionados às abstrações: (a) dados (informações relevantes); (b) processos (solução do problema) e (c) técnicas de construção de algoritmos (procedimentos de resolução).

Embora esses pesquisadores estabeleçam uma definição para a abstração relacionada à separação de partes importantes do problema, eles apresentam uma discussão que aproxima a abstração computacional da abstração comumente relacionada à matemática, que se refere à extração da essência fundamental do conceito matemático em dada situação, com exclusão da dependência do mundo real. Segundo eles, é preciso que o sujeito utilize abstrações da realidade, para que possa descrever os dados que possui ou produz. Para isso, pode representá-los por meio de números, listas, equações, variáveis ou demais elementos que formalizam uma ideia. Para explicar esses níveis de abstrações, Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2020) apontam os seguintes elementos: (a) registros (coleções de informações); (b) listas (sequências de dados) e (c) grafos (estruturas de entidades e relacionamentos).

Desse modo, para que um problema seja resolvido a partir do PC, o indivíduo fará uso da abstração para selecionar dados, por meio de diferentes elementos. Em seguida, ele elaborará um processo de resolução, que será descrito por meio de algoritmos, conforme descrevemos na sequência.

2.3.2 Algoritmo

O conceito de PC envolve a descrição de um processo de solução de problemas que pode ser executada por uma máquina ou por um ser humano. Essa descrição deve ser o mais minuciosa possível, para que o procedimento resolutivo tenha êxito. Na Ciência da Computação, o nome dado ao enunciado que contém o procedimento resolutivo é algoritmo.

De acordo com Brackmann (2017, p. 40), “as instruções são descritas e ordenadas para que o seu objetivo seja atingido e podem ser escritas em formato de diagramas ou pseudocódigo (linguagem humana), para depois serem escritos códigos em uma linguagem de programação”. Nesse sentido, podemos considerar que a descrição escrita com as instruções para uma receita culinária se refere a um algoritmo. De igual modo, a programação completa de um aplicativo para celular, ou de um projeto em um software.

Um algoritmo é composto por instruções que devem ser executadas de uma forma e na ordem definida para atingir a solução desejada. Portanto, para definir um algoritmo, é necessário saber quais instruções básicas podem ser utilizadas e quais operações podem ser usadas para montar descrições dos procedimentos a partir dessas instruções básicas (RIBEIRO; FOSS; CAVALHEIRO, 2020, p. 24).

Com base nessa definição, para que seja descrita, por exemplo, uma receita culinária, é preciso que se conheça, de antemão, quais serão as ferramentas que serão utilizadas no momento de execução. Não é possível prever um cozimento industrial se a receita é direcionada para utilização domiciliar. Da mesma forma, é preciso que se conheça os meios computacionais que serão utilizados, no caso de programação, para que seja estabelecida a linguagem ideal.

Algoritmos também são utilizados na Matemática, que contempla procedimentos específicos na resolução de problemas. Os algoritmos da divisão, por exemplo, são ensinados já nas séries iniciais do Ensino Fundamental. Na álgebra, a utilização de elementos procedimentais, pautados em algoritmos, também é significativa, conforme destaca a BNCC:

A linguagem algorítmica tem pontos em comum com a linguagem algébrica, sobretudo em relação ao conceito de variável. Outra habilidade relativa à álgebra que mantém estreita relação com o pensamento computacional é a identificação de padrões para se estabelecer generalizações, propriedades e algoritmos (BRASIL, 2018, p. 273).

É comum, no entanto, que estudantes acabem memorizando alguns algoritmos, sem compreendê-los. Nesse sentido, Dreyfus (1991) apresenta uma crítica ao processo de ensino comum na Matemática, mencionando que muitos professores apenas instruem seus estudantes a seguir passos para resolver problemas.

Essa não é a proposta do PC, pois a elaboração do algoritmo deve ser realizada pelo próprio sujeito, embora ele possa fazer uso de estruturas pré-existentes. Para essa composição, tal como mencionado pela BNCC, é preciso que o indivíduo, além da abstração, desenvolva a habilidade de reconhecer padrões e decompor problemas em partes menores. Essas habilidades também são pilares do PC e estão explicitadas nos próximos tópicos.

2.3.3 Reconhecimento de padrão

Retomando o exemplo de receita culinária que apresentamos, podemos imaginar que, na realização de um procedimento, alguns passos acontecem repetidas vezes. A cozinheira poderá ter que acrescentar um copo de água e mexer uma massa, acrescentar outro copo de água e voltar e mexer e, ainda, repetir essa ação algumas vezes. Na descrição da receita, ao invés da menção aparecer de forma repetida, pode ser apenas escrita como: repita por cinco vezes o procedimento a seguir.

A característica de se observar que existe um determinado padrão é presente no PC e pode envolver estruturas simples, como as descritas no exemplo anterior, até procedimentos complexos que envolvem diferentes técnicas. Reconhecer padrões vai além de se observar as repetições nos algoritmos criados, mas contempla a utilização de soluções similares em diferentes contextos.

No PC, os padrões “são similaridades ou características que alguns dos problemas compartilham e que podem ser explorados para que sejam solucionados de forma mais eficiente” (BRACKMANN, 2017, p. 35). Reconhecer padrões, portanto, corresponde ao reconhecimento das similaridades presentes nos dados ou processos que envolvem a resolução de problemas.

Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2020, p. 25) utilizam o termo generalização para tratar dessas características, pontuando que se refere a “uma técnica que consiste em construir uma solução (algoritmo) mais genérica a partir de outra, permitindo que o novo algoritmo seja utilizado em outros contextos”. Desse modo, o reconhecimento de padrão ocorre ao se perceber uma determinada constância ou similaridades em alguns acontecimentos.

Nesse sentido, Moita e Viana (2019, p. 210) afirmam que “o reconhecimento de padrões trata do estabelecimento de características comuns a determinados objetos ou processos e é aplicável em diversas áreas do conhecimento, como na

música, por exemplo”. Esse pilar nos auxilia na previsão de fenômenos e na utilização de soluções prévias em novos problemas. Isso também acontece na Matemática, uma vez que modelos elaborados na resolução de determinadas situações-problemas podem ser utilizados em outras circunstâncias.

2.3.4 Decomposição

Além de utilizar estruturas prévias e abstrair partes principais do problema, em muitos casos é preciso decompô-lo em partes menores, para que a solução ocorra por etapas específicas. Isso é característico do PC e de diferentes ações cotidianas e científicas.

A técnica “consiste em decompor o problema em problemas menores, solucioná-los e combinar as soluções para obter a solução do problema original” (RIBEIRO; FOSS; CAVALHEIRO, 2020, p. 25). O processo de resolução, nesse caso, pode ocorrer de forma colaborativa, com divisão de tarefas.

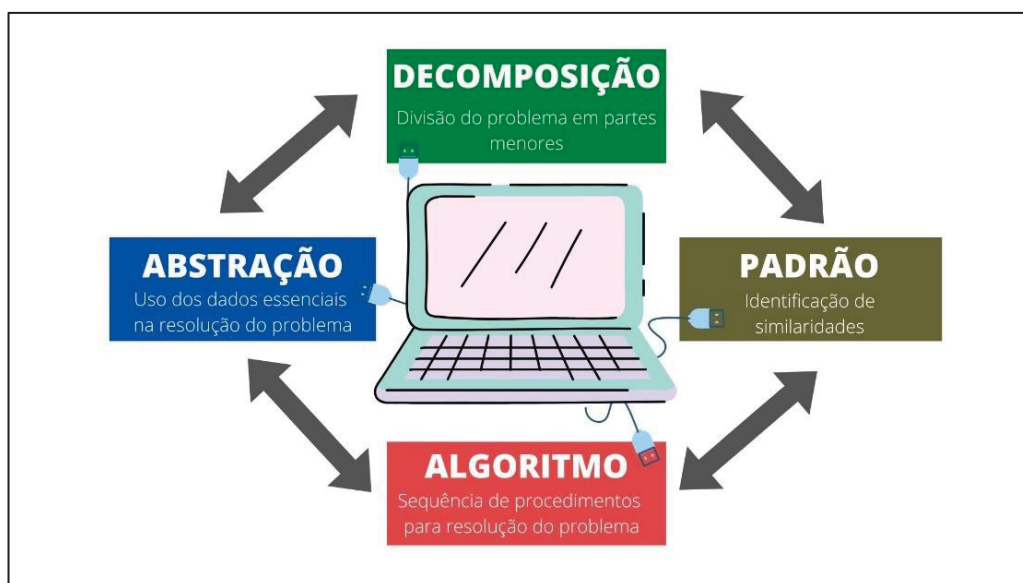
Segundo Moita e Viana (2019, p. 210), “a decomposição consiste em fragmentar uma atividade em outras que sejam menores, cujo processo de resolução é mais simples ou, pelo menos, viável”. As aplicações da decomposição podem ocorrer em diferentes áreas para além da Ciência da Computação, como na Álgebra e na Geometria:

A decomposição consiste em fragmentar uma atividade em outras que sejam menores, cujo processo de resolução é mais simples ou, pelo menos, viável. Na Geometria, por exemplo, essa estratégia é usada ao compor e decompor figuras para visualizá-las melhor e interpretar suas propriedades (MOITA; VIANA, 2019, p. 210).

Em abordagens relacionadas à programação de algoritmos, compor e decompor etapas favorece que o indivíduo direcione seus esforços para partes específicas, o que, assim como na Matemática, auxilia na interpretação e visualização dos problemas envolvidos.

Na FIGURA 2, apresentamos a síntese dos quatro pilares do PC.

FIGURA 2 – PILARES DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL



FONTE: A autora (2023).

Cabe destacar que existe uma determinada recursividade entre os pilares do PC, que não precisam acontecer de forma linear ou isolada. Quando o indivíduo está desenvolvendo a decomposição, por exemplo, pode também realizar a abstração. De igual modo, é possível que um problema seja dividido em partes menores, estabeleça-se um algoritmo e seja identificada a necessidade de uma nova readequação em partes.

Os pilares mencionados, quando identificados em processos de descrição e resolução de problemas, podem indicar que o indivíduo está se pautando no PC em suas ações. Além disso, esse pensamento favorece que o sujeito desenvolva novas habilidades nos processos de elaboração de algoritmos, por meio das abstrações, decomposições e reconhecimento de padrões.

Uma justificativa apresentada por diferentes pesquisadores para o estímulo ao PC no contexto escolar se refere às habilidades que podem ser desenvolvidas no estudante, que são demandadas pela sociedade atual. Além de pesquisas que evidenciam essas habilidades (RESNICK *et al.*, 2009; MANDAJI *et al.*, 2009; ROCHA; PINTO, 2021), a BNCC também menciona que a utilização das TD na resolução de problemas desenvolve o pensamento lógico, a criatividade e o espírito investigativo.

Utilizar, propor e/ou implementar soluções (processos e produtos) envolvendo diferentes tecnologias, para identificar, analisar, modelar e solucionar problemas complexos em diversas áreas da vida cotidiana, explorando de forma efetiva o raciocínio lógico, o pensamento computacional, o espírito de investigação e a criatividade (BRASIL, 2018, p. 475).

A parceria ISTE/CSTA (2011) descreve disposições e atitudes relacionadas ao PC, como confiança, persistência, tolerância, comunicação e trabalho em equipe. Essas atitudes são desenvolvidas a partir de coleta, análise e representação de dados, abstração, algoritmos, recomposição, automação, paralelização e simulação.

Resnick *et al.* (2009) apresentam algumas das habilidades do PC, destacando a criatividade, o trabalho em equipe e a própria resolução de problemas. De forma análoga, Mestre *et al.* (2015) afirmam que o PC possibilita o desenvolvimento da capacidade de modelar matematicamente problemas diversos. Segundo os autores, “essas habilidades envolvem a capacidade de ler, interpretar textos, bem como, compreender as situações reais propostas nos problemas e transpor as informações destas situações para modelos matemáticos, científicos ou sociais” (MESTRE *et al.*, 2015, p. 1283).

Rocha e Pinto (2021) mencionam que o PC envolve a abstração, a decomposição, a coleta, a análise e a classificação de dados. Segundo esses autores, essas habilidades, quando aliadas ao raciocínio dedutivo, favorecem a resolução de problemas em diferentes áreas. Ao utilizar esses procedimentos, o indivíduo aprimora suas habilidades e desenvolve outras:

Quando o ser humano recorre a processos análogos aos computacionais para resolver problemas, ele faz uso de padrões, generalizações, decomposição de problemas e demais estratégias que acabam desenvolvendo novas habilidades nesse indivíduo (ROCHA; PINTO, 2021, p. 101).

Também considerando essa possibilidade, Pinto e Nascimento (2018) associaram o PC com a teoria piagetiana, apontando dois elementos principais: (a) a interatividade com o objeto e (b) a criatividade.

Cabe pontuar que os termos competências, habilidades, processos e pilares são utilizados como sinônimos em muitas pesquisas sobre o PC. Nesta investigação, considerando a subjetividade de se mensurar habilidades, vamos nos pautar nos pilares de decomposição, abstração, reconhecimento de padrão e decomposição para buscar aproximações com o PC.

2.4 ABORDAGENS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

No contexto educacional, diferentes práticas com abordagem do PC vêm sendo utilizadas ao longo dos anos. Para conhecer algumas dessas abordagens, nos pautamos na classificação determinada por Zanetti, Borges e Ricarte (2016). Esses autores afirmam que há cinco possibilidades de atividades que são usadas no contexto escolar: I) Computação Desplugada; II) Jogos Digitais; III) Linguagem de Programação; (d) Linguagem de Programação Visual e (e) Robótica Pedagógica (ver FIGURA 3).

FIGURA 3 – ABORDAGENS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL



FONTE: Zanetti; Borges e Ricarte (2016).

Uma das formas de o estudante desenvolver o PC é por meio de programação (ZANETTI; BORGES; RICARTE, 2016; PINTO; NASCIMENTO, 2018; ROCHA; PINTO, 2021). Na Educação Básica, que não visa formar programadores profissionais, os estudantes podem realizar programações mais intuitivas, a partir de softwares de Programação Visual, como explicaremos na sequência do texto. Ainda é possível fazer uso da robótica aliada à programação. Outra possibilidade é relacionada às práticas escritas ou manipulativas, que não exijam uso de computador. Esse tipo de abordagem recebe o nome de Computação Desplugada.

A abordagem desplugada da CC introduz conceitos de hardware e software que impulsionam as tecnologias cotidianas até pessoas não técnicas. Em vez de participar de uma aula expositiva, as atividades desplugadas ocorrem frequentemente por meio da aprendizagem cinestésica (e.g. movimentar-se, usar cartões, cortar, colar, desenhar, pintar, resolver enigmas, etc.) e os estudantes trabalham entre si para aprender conceitos da CC (BRACKMANN *et al.*, 2019, p. 115).

Ao encontro da definição de Brackmann *et al.* (2019), Bezerra *et al.* (2017, p. 623) afirmam que a Computação Desplugada é “um conjunto de atividades que envolvem jogos e exercícios físicos, de modo a introduzir o aluno ao PC por meio de conceitos como: números binários, redes, algoritmos computacionais e compressão de dados”. Rocha e Pinto (2021) mencionam que a Computação Desplugada envolve métodos que possibilitam atividades sem uso do computador, embora favoreçam a compreensão sobre elementos da Ciência da Computação.

Professores de Educação Básica podem propor atividades de Computação Desplugada¹¹ envolvendo os pilares do PC aos seus estudantes. Como exemplo, mencionamos: (a) programação de um robô humano; (b) atividades de tabuleiros; (c) descrição de trajetos; (d) reorganização de infográficos e; (e) uso de blocos manipulativos.

Mesmo diante dessas possibilidades sem uso de computador, as atividades mais comuns acerca do desenvolvimento do PC ainda se referem à programação com uso de alguma sintaxe (RESNICK *et al.*, 2009; FRANÇA; AMARAL, 2013; VALENTE, 2016). Programar representa a possibilidade de codificar, de criar e de resolver problemas, a partir de uma linguagem que relaciona uma ideia a um objeto. Quando um indivíduo realiza uma programação, ele descreve, a partir de uma linguagem específica, um procedimento a ser realizado pelo computador.

Nesse sentido, programar é estabelecer “a criação de uma sequência de comandos para um computador, utilizando uma linguagem específica para este fim” (BALBINO *et al.*, 2021, p. 4). Esse processo envolve um pensamento sistêmico, que Arantes e Ribeiro (2017) caracterizam como o PC. A sistematização ocorre na descrição das instruções à máquina:

¹¹ Algumas atividades de Computação Desplugada foram organizadas pelo Prof. Dr. Christian Puhlmann Brackmann e estão disponíveis em uma plataforma que apresenta diferentes informações relevantes sobre o Pensamento Computacional. BRACKMANN, Christian Puhlmann. Pensamento Computacional Brasil. 2022. Disponível em: <https://www.computacional.com.br/> Acesso em: 02 jan. 2022.

A programação pode ser entendida no Contexto de Ciência da Computação ou coding, na qual a atividade consiste em fornecer instruções ao computador a fim de resolver um conjunto de problemas tradicionais. A ênfase é o aprendizado de programação, de conceitos de Ciência da Computação e o preparo para o mercado de trabalho (VALENTE, 2016, p. 879).

Como pontua Valente (2016), escrever em linguagem de computação abarca o mercado de trabalho, visto que muitas profissões vêm exigindo esse tipo de conhecimento. Raabe, Couto e Blikstein (2020, p. 5) afirmam que a capacidade de codificar possibilita que o indivíduo aprenda a “organizar, definir e refletir sobre suas ideias”. Segundo os autores, esse aprendizado repercute em diferentes carreiras e atividades científicas, humanísticas e artísticas.

Quando o foco da abordagem da programação é voltado para o mercado de trabalho, a oportunidade “representa o interesse das empresas de tecnologia no aumento da oferta de mão de obra qualificada para continuar crescendo. É enfatizada a aprendizagem da programação como uma habilidade que pode abrir portas para um futuro melhor” (RAABE; COUTO; BLIKSTEIN, 2020, p. 9).

Cabe destacar que muitos pesquisadores visam o aprendizado de diferentes conhecimentos a partir do ensino de programação, não necessariamente voltados para o mercado de trabalho. Papert (1993) e Resnick et al. (2009), por exemplo, incentivavam a programação para que estudantes pudessem aprender conceitos diversos. A fluência tecnológica sugerida por Papert e Resnick (1995) visa a formação de cidadãos que possam criar e resolver problemas na sociedade.

Dito isso, pontuamos que o ensino de programação pode contribuir tanto com o mundo do trabalho como com o desenvolvimento de habilidades condizentes à sociedade contemporânea, o que poderá auxiliar o estudante em sua atuação social. Para isso, o estudante não deve fazer apenas um uso superficial da programação, sendo apenas um usuário do computador. É necessário que ele desenvolva constantemente a criatividade e a inventividade, a partir da mediação do professor.

De acordo com Garlet, Bigolin e Silveira (2016), o professor que faz uso de programação na abordagem do PC não deve focar em um software específico, mas sim ensinar a lógica comum às diferentes linguagens. Cada ferramenta possui uma especificidade e envolve o uso de comandos, que requerem que o indivíduo tenha conhecimento prévio de uma sintaxe, com simbologia própria, que deve ser respeitada para que o programa possa ser interpretado e executado. Assim, se um estudante

experimenta e compreende a lógica da programação, ele poderá ter mais facilidade ao aprender uma nova sintaxe.

Contudo, ensinar programação pode não ser trivial a todos os professores. A principal dificuldade da abordagem da programação na escola é a falta de conhecimentos na área da Ciência da Computação, já que a programação envolve o conhecimento de uma linguagem diferenciada:

A tarefa de descrever procedimentos usando linguagem de máquina é bastante difícil, visto que essa codificação é muito distante da linguagem natural e dependente da máquina escolhida. O ideal, portanto, seria podermos descrever nossos procedimentos em uma linguagem mais próxima à natural e que o computador pudesse compreendê-la (RIBEIRO; FOSS; CAVALHEIRO, 2020, p. 26).

Além de linguagens menos complexas, é importante que a programação não se limite à instrumentalização. Por isso é necessário escolher linguagens que favoreçam o desenvolvimento de habilidades e que possam ser utilizadas por professores de diferentes disciplinas.

Mesmo considerando as possíveis dificuldades relacionadas às linguagens de programação, Lenz e Cambraia (2015, p. 3) afirmam que a programação deve estar presente nas escolas já que ela “é desafiadora, instiga o aluno a descobrir a solução para um determinado problema, o qual pode aumentar de complexidade de acordo com a evolução do aluno, fazendo com que ele consiga resolver problemas cada vez mais complexos”. Esses pesquisadores concordam que a programação não deve se limitar a escolas que formam profissionalmente, tampouco deve ser explorada exclusivamente por professores da computação.

Diante disso, profissionais e pesquisadores vêm apresentando recursos mais visuais e intuitivos, que usam representações mais próximas às crianças, jovens e docentes, como a Linguagem de Programação Visual, ou, simplesmente, Programação Visual (PV), a qual abordamos sequencialmente.

2.4.1 Programação Visual

Desenvolver habilidades com o uso das TD é sugestão de Kenski (2011, p. 64) ao citar que “a escola precisa, enfim, garantir aos alunos-cidadãos a formação e a aquisição de novas habilidades, atitudes e valores, para que possam viver e conviver

em uma sociedade em permanente processo de transformação”. Entendemos que uma das formas de se possibilitar que o uso de TD desenvolva no estudante habilidades para sua atuação social, ao mesmo tempo que esse estudante se torne protagonista do processo de aprendizagem, é a utilização da PV.

A PV refere-se a modos de programação que não demandam descrições textuais avançada de algoritmos. Seus comandos são descritos por meio de blocos ou outros elementos gráficos que se conectam para dar sentido à programação. De acordo com o GPINTEDUC (on-line), a PV “é aquela cujos comandos são descritos por blocos, mnemônicos ou outros elementos gráficos, não dependendo de descrição textual avançada de algoritmos”.

Brennan e Resnick (2012) afirmam que a PV faz uso de elementos de lógica de programação que são aplicáveis em diferentes contextos, como a interatividade, o tratamento ao erro, a reutilização, a abstração e a modularização. Na Educação Básica, que não objetiva a formação de programadores profissionais, os estudantes podem realizar programações mais intuitivas, a partir de softwares e ambientes de PV. Essas TD fazem uso de uma programação conhecida como visual, “baseada em esquemas gráficos que se encaixam para que o sujeito possa programar” (PASQUAL JÚNIOR, 2020, p. 60).

A PV pode usar programação intuitiva, que é definida:

como sendo uma linguagem de programação destinada à construção de projetos educacionais em ambientes computacionais que não necessitem o domínio de uma linguagem de programação específica e que apresentem características de similaridade, visualização e acessibilidade (BALBINO *et al.*, 2021, p. 19).

Tal como proposto pelos pesquisadores ao tratar na programação intuitiva, a PV não requer do usuário linguagem informática específica. Contudo, entendemos que a PV não é utilizada exclusivamente para o desenvolvimento de projetos educacionais, pois alguns softwares que fazem uso desse tipo de linguagem podem ser utilizados para criação de histórias, jogos, animações e demais criações que podem ter caráter puramente lúdico para os indivíduos. O Scratch, por exemplo, não foi idealizado para criação de recursos didáticos, embora também possa ser utilizado para esse fim.

A PV pode ser desenvolvida por crianças, jovens e adultos de forma axiomática, embora em alguns casos possa requerer determinada prática relacionada

aos comandos e funcionalidades do software que a possibilita. Normalmente, a linguagem de PV faz uso de blocos semelhantes a quebra-cabeças, que se encaixam dando sentido à programação. Existem outras opções que fazem uso de imagens ou linguagem de texto mais próximas à natural.

Mesmo de forma intuitiva, para se programar recursos mais elaborados é necessário que o usuário se atente a detalhes na programação. A respeito disso, Rocha (2018, p. 46) afirma que embora a programação seja intuitiva, “não se pode dizer que é uma programação rápida ou simples, pois exige habilidades a serem aprimoradas continuamente”. Esses desafios contribuem para o desenvolvimento do PC.

Destacamos, nesse sentido, que a PV se refere a uma linguagem de programação com uso de blocos ou outros elementos gráficos, sem que necessariamente seja totalmente intuitiva. Já a programação intuitiva se refere a uma abordagem de se programar, que independe do software ou recurso utilizado, desde que as estratégias a serem utilizadas sejam de baixa complexidade ao usuário ou executor da programação.

As habilidades desenvolvidas por meio da programação já foram estudadas no final do século XX por Papert (1993), que indicava que a utilização de tecnologias poderia proporcionar desenvolvimento cognitivo, a partir da atividade de programação. Para Resnick *et al.* (2009), a programação em softwares que fazem uso da PV possibilita que conceitos matemáticos e computacionais sejam aprendidos, com o desenvolvimento da criatividade, do trabalho colaborativo e de variadas habilidades relacionadas à resolução de problemas e criação de estratégias. Podemos citar, por exemplo, o software Scratch que utiliza a PV. Ele conta com um cenário inserido em um plano cartesiano. O movimento dos personagens que podem ser inseridos em narrativas ou jogos é definido a partir de pares ordenados no plano e ângulos. Nesse sentido, o usuário pode utilizar ou aprimorar o conhecimento matemático acerca desses conceitos. Além disso, para programar:

[...] é preciso conhecer e utilizar códigos de programação, lidar com situações de resolução de problemas e tomar decisões, ações estas que desenvolvem o pensamento computacional. Para a Educação Matemática, acreditamos ser uma importante alternativa, em razão de incorporar elementos debatidos e exercitados por professores e pesquisadores que almejam melhorar os processos de ensino e aprendizagem de matemática nas escolas (EGIDO, 2018, p. 19).

Além de concordarmos com Egido (2018) acerca da importância das habilidades desenvolvidas a partir do PC para a Educação Matemática, também entendemos que discutir esse tipo de proposta se faz necessário, especialmente no âmbito de formação de professores, uma vez que o despreparo desses profissionais frente ao uso das TD pode impedir que eles façam uso delas.

Considerando os apontamentos acima, especialmente a definição de PV do GPINTEDUC, classificamos a PV em três frentes: (a) mnemônicos; (b) blocos e (c) outros elementos gráficos intuitivos. Os mnemônicos fazem uso de abreviações ou siglas que resumem a linguagem natural. Os blocos se assemelham a peças de quebra cabeça, são coloridos e devem ser encaixados pelo programador. A programação por meio de outros elementos gráficos faz uso de manipulação de imagens com o teclado ou o mouse e é mais intuitiva que as demais possibilidades de PV, contendo sugestões textuais ou gráficas dos caminhos da programação. Ressaltamos que essa classificação não é fixa, pois é possível que os modelos sejam combinados, de acordo com o software utilizado. No Scratch, por exemplo, a programação ocorre por blocos, mas também é requirida a manipulação dos objetos pelo mouse. No SuperLogo, o usuário programa a partir da descrição de mnemônicos, mas o comando para execução também é feito a partir de clique.

Na FIGURA 4, indicamos a síntese das estruturas disponíveis na PV, considerando a definição do GPINTEDUC. Embora nessa pesquisa adotemos a definição do grupo para PV, outros pesquisadores podem compreendê-la de outras formas, por meio de outros elementos, ou mesmo adotar outros termos para denominá-la.

FIGURA 4 – SÍNTESE DAS ESTRUTURAS DA PROGRAMAÇÃO VISUAL



FONTE: A autora (2023).

Diante dessas possibilidades, apresentamos alguns softwares de PV: (a) o SuperLogo, como exemplo de PV baseada em mnemônicos; (b) o Scratch e o MIT App Inventor, como possibilidades de programação em blocos e (d) o Programaê!, uma plataforma que reúne propostas de programação intuitiva que utilizam diferentes elementos gráficos.

Caso os leitores queiram se aprofundar sobre os exemplos de utilização de cada um dos tipos de PV indicados na FIGURA 4, indicamos as leituras dos seguintes trabalhos no QUADRO 4:

QUADRO 4 – EXEMPLOS DE TRABALHOS SOBRE RECURSOS DE PV

Estrutura da PV	Recursos	Trabalhos
Mnemônicos	Superlogo	MOTTA, M. S, SILVEIRA, I. F. Contribuições do Superlogo ao ensino de geometria.
Programação em blocos	Scratch, MIT App Inventor	FRANÇA, R. S.; AMARAL, H. J. C. Proposta metodológica de ensino e avaliação para o desenvolvimento do pensamento computacional com o uso do Scratch. OLIVEIRA, J. P. O ensino das Leis de Newton por meio da utilização de aplicativos educacionais móveis criados no App Inventor 2.
Elementos gráficos	Programaê!	MANDAJI, M. <i>et al.</i> O Programaê! e a formação de professores para a integração do pensamento computacional ao currículo.

FONTE: A autora (2023).

Os trabalhos presentes no QUADRO 4 mostram diferentes possibilidades para o desenvolvimento do PC e evidenciam as habilidades que podem ser estimuladas na disciplina de Matemática na Educação Básica, como a resolução de problemas. Contudo, eles não especificam como essas habilidades podem se relacionar com a aprendizagem e com o avanço no raciocínio matemático dos estudantes, foco do presente estudo.

Considerando o escopo da nossa investigação, para além de compreender o PC, foi preciso eleger um respaldo teórico para compreensão do PM. Apresentamos, para tanto, a compreensão de Tommy Dreyfus no próximo capítulo do relatório.

3 PENSAMENTO MATEMÁTICO

A organização do curso de formação e a preparação para a análise de dados da pesquisa exigiram a compreensão sobre o PM e recorremos à literatura para buscar esse entendimento. A teoria que adotamos na pesquisa foi elaborada pelo matemático Tommy Dreyfus, a partir de discussões de um grupo que se interessa por questões psicológicas da compreensão na Matemática. Esse grupo objetivava o avanço da compreensão matemática por estudantes e as teorias desenvolvidas a partir das discussões dos seus membros repercutem em teorias que abordam o Pensamento Matemático Avançado (PMA). Destacamos, contudo, que em nossa investigação não nos limitamos em procurar estabelecer relações somente entre o PMA já formalizado e o PC. Consideramos que a Educação Básica é uma etapa de desenvolvimento do PM. Por isso, nossa pesquisa visa identificar possibilidades de convergências entre o PC e os processos que se relacionam com o avanço na compreensão matemática, seja por meio de um Pensamento Matemático Elementar (PME) ou de um PMA.

Em 1976, foi constituído o *International Group for the Psychology of Mathematics Education* a fim de promover encontros anuais para realizar discussões e levantar ideias para pesquisas pertinentes à Educação Matemática. Durante um desses encontros, em 1985, foi criado o grupo de trabalho *Advanced Mathematical Thinking Group* com foco no desenvolvimento de uma teoria sobre o PM. Nesse movimento, foram consideradas duas conceituações para a estruturação cognitiva do PM: o PME e o PMA.

Desde a criação do grupo de trabalho sobre o PM, surgiram diferentes perspectivas de entendimento sobre o que seria uma compreensão avançada sobre a Matemática. Conforme pontuam Selden e Selden (2005), o PMA pode ser analisado no viés dos pensamentos que ocorrem nas séries finais do ensino secundário e no ensino superior, nas alternativas para superação de obstáculos epistemológicos ou ainda nas atividades de Matemática Avançada no desenvolvimento do PM.

Alguns estudiosos se preocuparam também em diferenciar o PME do PMA. Para Tall (1995), existe uma transição da Matemática Elementar da Educação Básica para a Matemática Avançada do Ensino Superior. O autor afirma que na primeira, os objetos são descritos por meio das experiências que os estudantes vivenciam, com ênfase na abordagem empírica. Já na Matemática Avançada, os objetos são definidos

e suas propriedades construídas com base nas próprias definições, em caráter técnico e científico. O PMA “[...] envolve todo ciclo de atividade matemática, que vai desde o ato criativo da consideração de um problema, passa pela elaboração de conjecturas e estratégias de resolução, até chegar ao refinamento e prova” (TALL, 1991, p. 10).

Dreyfus (1991), por outro lado, afirma não haver uma distinção clara entre os processos do PME e o PMA, mas destaca que o avançado apresenta mais abstrações, definições e deduções. Segundo o pesquisador, para ocorrer a compreensão na mente do estudante é importante uma sequência de atividades que possibilitem interação entre os processos mentais e componentes, tais como representação de conceitos e propriedades, abstração, descoberta, intuição, verificação, prova e definição. A interação entre essas componentes é o que o pesquisador denomina de PMA. Desse modo, o PMA se configura como a interação entre a representação e a abstração nos processos cognitivos que envolvam interpretação matemática (DREYFUS, 1991). Nesse sentido, o PM pode ser entendido como o processo cognitivo de resolução de problemas não triviais e descrição do processo resolutivo desses problemas, para além de conhecimentos isolados ou memorização de algoritmos.

Dreyfus (1991) apresentou uma discussão sobre a importância de compreender a Matemática, para além de saber tópicos ou ter algumas habilidades isoladas relacionadas à disciplina. O autor menciona que normalmente, os estudantes que concluem graduações que abordam estudos de cálculo, álgebra ou geometria não desenvolveram o *know-how* matemático. Ao contrário, “eles aprenderam os produtos da atividade de muitos matemáticos em suas formas finais, mas eles não obtiveram insights nos processos que levaram os matemáticos a criar esses produtos” (DREYFUS, 1991, p. 28, tradução nossa).

Para o autor, o estudante deve desenvolver a capacidade de resolver problemas não triviais e descrever o processo resolutivo desses problemas, para além de ter conhecimentos isolados ou ter memorizado algoritmos. Nesse sentido, saber descrever as estratégias utilizadas em um processo de resolução de problemas representa um desenvolvimento do PM.

O pesquisador enfatiza, ainda, que é necessária a introdução de tópicos que propiciem aos estudantes a elevação da compreensão a um nível mais complexo de resolução. Para gerenciar tal complexidade, Dreyfus (1991) considera que os processos de representação e abstração são os mais relevantes no desenvolvimento

do PMA. Diferente do que afirma Tall (1995), Dreyfus (1991) considera a presença do PMA já nas séries finais do ensino secundário, que correspondem, no Brasil, às séries do Ensino Médio. Isso porque a complexidade dos processos que envolvem a aprendizagem de Matemática não é, necessariamente, relacionada com a complexidade do conteúdo. O pesquisador exemplifica o conteúdo de anéis e grupos da Álgebra Linear, que muitas vezes requer simples operações por parte dos acadêmicos. Por outro lado, problemas envolvendo funções no Ensino Médio podem utilizar mais processos cognitivos que ampliam a complexidade do pensamento do estudante.

Vale pontuar que Dreyfus (1991) menciona que os processos que permeiam o PM não são exclusivos à Matemática, estando presentes na Física, na Psicologia e na Economia, por exemplo. Diante disso é que almejamos estabelecer relações entre esses processos e os elementos do PC, pois a elaboração de estratégia e a descrição de caminhos de resolução de problemas também podem estar presente em atividades de programação (RESNICK *et al.* 2009).

Outra explicação relevante de Dreyfus (1991) se relaciona ao termo pensamento, que se constitui a partir das construções mentais do estudante. Segundo ele, quando um estudante constrói um gráfico, mais do que utilizar os elementos técnicos matemáticos, ele precisa criar uma representação mental, que o auxilia na interpretação e na representação de um problema. O pensamento é considerado pelo autor, desse modo, como o processo de criação de alternativas mentais para representar, visualizar, identificar, selecionar e resolver um determinado problema.

Esse pensamento é matemático, quando tal processo se respalda em representações e abstrações matemáticas. Ele pode ter um caráter mais elementar, quando essas representações são mais limitadas e quando o estudante ainda não possui a capacidade de abstrair. Contudo, ele pode ir se tornando mais avançado, à medida que o indivíduo amplia seu repertório de representações e se torna mais qualificado no processo de abstração.

Considerando a teoria de Dreyfus (1991), percebemos que o PM envolve processos que podem ser verificados durante o processo de aprendizagem dos estudantes: a representação e a abstração. Para que possamos estabelecer posteriormente as relações entre esses processos e os elementos do PC, passamos a analisá-los a seguir.

3.1 PROCESSO DE REPRESENTAÇÃO

Para representar um determinado objeto matemático, o estudante pode formalizá-lo por meio de desenho, símbolo, incógnita ou algarismo. Essas representações são as formas de o estudante se comunicar com o mundo externo (DREYFUS, 1991). Desse modo, as ideias que ele deseja transmitir matematicamente serão compreendidas à medida que ele faça uso de uma linguagem própria e universal. Nesse sentido:

[...] quanto mais representações articuladas de um objeto matemático um sujeito possuir, maior sua possibilidade de conceber esse objeto de maneira mais ampla e profunda, e maior sua capacidade de flexibilidade na resolução de problemas que envolvem esse objeto (BIANCHINI; MACHADO, 2015, p. 32).

Desse modo, a utilização de “várias representações para um mesmo conceito matemático podem contribuir para a compreensão de um objeto matemático e, conseqüentemente, para o desenvolvimento do Pensamento Matemático Avançado” (BUSSMANN; KLAIBER; SILVA, 2017, p. 2). A compreensão dos autores sobre a relação que existe entre a compreensão sobre um objeto e as possibilidades de representá-los é pautada na teoria do PMA:

Para ter sucesso em matemática, é desejável ter ricas representações mentais de conceitos. Uma representação é rica se contém muitos aspectos vinculados desse conceito. Uma representação é pobre se tiver poucos elementos para permitir flexibilidade na resolução de problemas (DREYFUS, 1991, p. 32, tradução nossa).

Dreyfus (1991) mencionava que normalmente o estudante apenas recebe informações sobre os símbolos e é orientado a representar cada tópico da matemática de uma maneira pré-estabelecida. Desse modo, representar graficamente uma função não garante que o indivíduo tenha uma compreensão avançada sobre a Matemática, pois ele pode estar apenas reproduzindo um procedimento aprendido. Contudo, conhecer exemplos de representações acaba contribuindo com o estudante, pois para que um indivíduo possa criar variadas representações, ele precisa ter algumas estruturas mentais prévias.

O teórico explicava que quando nos deparamos com algum problema matemático, buscamos estruturas cognitivas que possam nos auxiliar na compreensão e na resolução. Essas estruturas podem ir se aprofundando de nível e permitindo que possamos desenvolver novas possibilidades de representação. A ampliação do repertório de representações contribui para que o PM avance de elementar para avançado, uma vez que “as representações mentais são criadas na mente com base nesse sistema concreto de representações” (DREYFUS, 1991, p. 31, tradução nossa).

Essas representações possibilitam que os estudantes utilizem elementos cognitivos para interpretar problemas variados. Por outro lado, a falta de um repertório de representações repercute em baixa capacidade de interpretação. Um exemplo disso pode ser verificado quando os estudantes sabem resolver um tipo de exercício, mas apresentam grande dificuldade quando pequenos detalhes do enunciado são alterados (DREYFUS, 1991).

O processo de representação é explicado na teoria do PMA a partir de dois subprocessos: (a) interpretar e alternar; (b) modelar. De acordo com Dreyfus (1991), a ampliação do leque de representações perpassa pela capacidade de interpretação e alternância entre elementos que representem uma situação matemática. O autor ainda considera que é necessário que o estudante saiba modelar a dada situação.

À medida que estudante desenvolve o PMA, ele consegue ampliar seu leque de representação, escolher a mais adequada diante de um problema a ser resolvido, alternar entre representações possíveis e interpretá-las. Essas potencialidades caracterizam o subprocesso de alternar e interpretar.

É necessária a possibilidade de passar de uma representação para outra, sempre que a outra for mais eficiente para o próximo passo que se deseja dar. O processo de troca de representações é, portanto, intimamente associado ao de representar. A comutação deve sempre ser realizada entre representações existentes. Em nosso contexto, significa ir da representação de um conceito matemático para outro (DREYFUS, 1991, p. 32, tradução nossa).

Como exemplo, Dreyfus (1991) menciona o estudo do valor máximo do volume de uma caixa. Para resolver um problema sobre isso, o estudante deve ser capaz de interpretar e alternar entre representações durante a resolução, utilizando gráficos, esboços, equações e fórmulas. Além de interpretar e alternar, esse estudante

utilizará o subprocesso de modelar, ou seja, transformar uma situação-problema em uma representação matemática.

Normalmente, o termo modelagem se refere a encontrar uma representação matemática para um objeto ou processo não matemático. Neste caso, significa construir uma estrutura matemática ou teoria que incorpora características essenciais do objeto, sistema ou processo a ser descrito. Esta estrutura ou teoria, o modelo, pode então ser usado para estudar o comportamento do objeto ou processo que está sendo modelado (DREYFUS, 1991, p. 34, tradução nossa).

A modelagem é, desse modo, essencial ao processo de representar, uma vez que essa ação repercute em um modelo matemático. Para além desse modelo, simbólico, é preciso também que o estudante crie um modelo mental sobre o objeto de estudo para que avance na compreensão matemática. Assim, existe semelhança entre a modelagem o processo de representação:

O processo de representação é, até certo ponto, análogo ao processo de modelagem, mas em outro nível. Na modelagem, a situação ou sistema é físico e o modelo é matemático; na representação do objeto a ser representado está a estrutura matemática, e o modelo é uma estrutura mental. Assim, a representação mental está relacionada ao modelo matemático já que o modelo matemático está relacionado ao sistema físico (DREYFUS, 1991, p. 34, tradução nossa).

Conforme o autor pontua, a modelagem é uma parte da representação. Saber modelar, desse modo, melhora a capacidade de representar. De igual modo, saber representar melhora a possibilidade de modelar. Dreyfus (1991) considera, dessa forma, que representar é um processo fundamental para o desenvolvimento do PM, especialmente o avançado.

3.2 PROCESSO DE ABSTRAÇÃO

De acordo com Dreyfus (1991), quando um estudante, conscientemente, desenvolve a capacidade de elaborar abstrações matemáticas, ele atinge um nível mais alto do PM.

O processo de abstração costuma ficar mais presente entre estudantes do Ensino Médio. A teoria epistemologia genética de Jean Piaget (1896 – 1980) apresenta que o pensar abstrato está relacionado com o processo de maturação do indivíduo. Para Piaget (1995, p. 86), as abstrações estão localizadas no estágio

operatório formal e se referem às “habilidades de engajar-se no raciocínio proposicional e deduções lógicas sem o apoio de objetos concretos”. Considerando as teorias de Dreyfus (1991), que requer um pensamento abstrato, e a de Piaget (1995), que propõe estágios para o desenvolvimento cognitivo humano, é comum que antes da adolescência, o estudante não atinja um nível avançado de PM, configurando-se no PME.

Medeiros Junior (2016, p. 16) apresenta um conceito para o abstrair na Matemática, relacionando esse processo com a capacidade de “conhecer e dominar a linguagem oral e a sintaxe da linguagem visual empregada na representação gráfica e simbólica dos diferentes símbolos presentes ou não na matemática formal”. O autor resume essa definição explicando que a abstração remete ao conhecimento e ao domínio dos elementos utilizados no PM. Para ele, os processos de representação e abstração são indissociáveis, tal como para Dreyfus (1991). Ainda como definição para a abstração, Machado e Bianchini (2013), pautados na teoria do PM de Tommy Dreyfus, afirmam que:

A abstração é um processo construtivo de estruturas mentais a partir de propriedades e relações entre objetos matemáticos. Para que o aluno vivencie esse processo de construção ele precisa atentar às estruturas, que fazem parte do conceito abstrato, deixando de lado as variáveis irrelevantes, o que permite reduzir a complexidade da situação proposta (MACHADO; BIANCHINI, 2013, p. 592).

Para que essa construção venha a ocorrer, são necessárias as generalizações e a síntese (DREYFUS, 1991). A generalização parte de particularidades de informações matemáticas, buscando a validação mediante métodos de indução. Segundo Dreyfus (1991, p. 35, tradução nossa), “generalizar é derivar ou induzir a partir de particularidades, identificar semelhanças, expandir domínios de validade”.

A síntese, por sua vez, associa conceitos e conteúdos para resolver a situação-problema proposta. Sintetizar, portanto, “significa combinar ou compor partes de tal forma que formem um todo, uma entidade” (DREYFUS, 1991, p. 35, tradução nossa).

Dreyfus (1991) explicava também que os processos de representação e abstração estão intimamente ligados e quando o estudante desenvolve um deles,

inevitavelmente avança no outro. Os processos e subprocessos presentes no PMA, tal como proposto por Dreyfus (1991) estão indicados no QUADRO 5.

QUADRO 5 – PROCESSOS E SUBPROCESSOS DA TEORIA DO PMA

Processo	Subprocesso	Características
Representação	Modelar	Transformação de uma situação-problema em uma representação matemática (modelo).
	Alternar e interpretar	Seleção e compreensão de diferentes modelos matemáticos, como gráficos, tabelas, quadros e equações. Trânsito entre possíveis representações.
Abstração	Generalizar	Utilização de uma definição matemática particular em contextos gerais.
	Sintetizar	Resolução de problemas a partir da combinação de diferentes conceitos matemáticos.

FONTE: Dreyfus (1991).

Cabe mencionar que Dreyfus (1991) indica que o PM não se limita à representação e à abstração, envolvendo também a descoberta, a intuição, a verificação, a prova, a definição e outras possibilidades. Porém, o teórico considera os itens pontuados nesse capítulo como os mais importantes para o avanço da compreensão matemática por estudantes, que podem progredir de um PME para um PMA.

Dreyfus (1991) não demarca o PMA a um determinado nível de representação e abstração, o que sugere que há possibilidade de avanço contínuo. Se por um lado essa indefinição amplia os processos ininterruptos de aprendizagem dos sujeitos, sejam eles estudantes ou professores, por outra perspectiva se torna um desafio para pesquisadores. Isso porque pode ser de interesse da comunidade científica inferir se um determinado grupo pesquisado está ou não desenvolvendo o PMA, ou se ainda permeia no PME.

Diante disso, apresentamos a proposta de Bertolazi (2012) como possibilidade de averiguação do PMA. A autora realizou uma pesquisa sobre a identificação de conhecimentos e compreensões de futuros professores de Matemática, na graduação, sobre sistemas de equações lineares. Ela indica que sejam realizadas algumas averiguações, no momento de se analisar o processo de resolução de uma situação-problema: (a) apresentação da definição ou das

características; (b) associação de conceitos distintos; (c) classificação de acordo com a definição; (d) síntese; (e) análise; (f) conhecimento sobre conceitos específicos; (g) capacidade de diferenciar conceitos; (h) uso de modelos; (i) conhecimento sobre a aplicabilidade do conceito; (j) resolução de problemas não triviais; (k) trânsito entre diferentes representações; (l) utilização de propriedades. A autora afirma que se algumas dessas características forem observadas, o estudante avançou em seu PM.

Diante da proposta de Bertolazi (2012) e do estudo da teoria de Dreyfus (1991), propomos uma sugestão de roteiro que pode ser utilizada para busca de indícios de que os estudantes estão avançando no PM. Cabe pontuar, que tal como indica Dreyfus (1991), consideramos que o sujeito se mantenha em um processo contínuo de aprendizagem e, por isso, não atinja um nível máximo e imutável de PMA. Contudo, assim como definido pelo autor, a presença do processo de abstração e seus subprocessos caracteriza que o estudante, naquela situação e conceito, deixou de demonstrar que possui PME, uma vez que já consegue realizar generalizações e síntese. Além disso, mesmo no processo de representação, é possível identificar avanços, de acordo com a ação do estudante diante de uma situação-problema. A proposta de roteiro é indicada no QUADRO 6. O roteiro foi utilizado para analisar as atividades de programação realizadas no curso de formação que ministramos.

QUADRO 6 – SUGESTÃO DE ROTEIRO PARA IDENTIFICAÇÃO DO PENSAMENTO MATEMÁTICO

Processo	PME	PMA
Representação	O estudante representa graficamente uma situação-problema.	O estudante representa graficamente e algebricamente uma situação-problema de forma simultânea ou independente. Suas representações contêm diferentes elementos que demonstram a compreensão do conceito.
	O estudante representa algebricamente uma situação-problema.	O estudante reconhece o conceito e as propriedades relacionadas a partir da análise de uma representação algébrica e/ou gráfica, criada por ele ou apresentadas pelo professor.
	O estudante utiliza outras formas de representação para caracterizar os dados de uma situação-problema, como mapas mentais e quadros.	O estudante interpreta diferentes representações matemáticas e cria outras a partir de tal interpretação, podendo transitar entre elas.
	O estudante identifica, a partir dos dados de um problema, qual conceito, equação, teorema ou fórmula deve ser utilizado.	O estudante modela uma situação-problema em uma equação, utilizando conceitos ou teoremas. Além disso, relaciona conceitos que podem se relacionar com a dada situação.
Abstração	O estudante ainda não realiza síntese e generalização.	O estudante identifica e utiliza um determinado modelo em diferentes situações-problema.
	O estudante ainda não realiza síntese e generalização.	O estudante combina diferentes estratégias e conceitos para resolver uma situação-problema.
	O estudante ainda não realiza síntese e generalização.	O estudante resolve problemas não triviais, demonstrando domínio da linguagem formal matemática.
	O estudante ainda não realiza síntese e generalização.	O estudante reconhece semelhanças e identifica padrões de regularidade.
	O estudante ainda não realiza síntese e generalização.	O estudante extrai o conceito matemático de uma situação-problema.

FONTE: A autora (2023).

Observando a sugestão de roteiro, verificamos que alguns processos também estão presentes nos pilares do PC, como é o caso do reconhecimento de padrão e da extração de uma parte do problema. Acerca da aproximação do PC ao PM, destacamos o trabalho de Okamoto (2021), que realizou uma investigação sobre os

processos do PMA identificado nas habilidades do PC, a partir de uma pesquisa bibliográfica. A autora analisou as definições presentes na literatura e concluiu que o processo de abstração presente no PC tem relação direta com o processo de abstrair no PMA.

A pesquisadora também identificou que os estudos que abordam o PC, no Brasil, utilizam os termos “representar”, “generalizar”, “visualizar”, “modelar”, “conjecturar” e “sintetizar” para indicar diferentes ações dos usuários em atividades relacionadas ao desenvolvimento desse pensamento. Com base na análise desses estudos, Okamoto (2021) concluiu que existem relações entre o PMA e o PC, embora não tenha aprofundado o significado de cada termo:

Os processos e subprocessos do pensamento matemático avançado presentes nas habilidades do pensamento computacional são os processos e subprocessos de abstrair, representar, generalizar, visualizar e modelar. Já os processos e subprocessos de conjecturar e sintetizar não estão presentes nas habilidades do pensamento computacional segundo nossas análises (OKAMOTO, 2021, p. 213).

Embora Okamoto (2021) tenha pontuado que a abstração é presente nos dois pensamentos, ela admite que a síntese não é mencionada ou explorada nos trabalhos que analisou sobre o PC. Sendo a síntese um subprocesso da abstração na teoria do PMA, percebemos que embora o termo seja análogo nas descrições podem não se tratar das mesmas estruturas cognitivas. A autora sugere um aprofundamento das compreensões sobre as relações entre o PC e o PM, o que objetivamos verificar no curso de formação ofertado. Tal curso demandou um planejamento que se respaldou em estudiosos que apresentam compreensões sobre formação de professores. É sobre isso que tratamos no próximo capítulo.

4 ALGUMAS COMPREENSÕES SOBRE FORMAÇÃO DE PROFESSORES

A pesquisa colaborativa que desenvolvemos procurou aliar interesses acadêmicos e relevantes para a comunidade científica com as necessidades de professores de Matemática frente à utilização da PV para o desenvolvimento do PC de estudantes da Educação Básica.

No cenário desta investigação, a formação de professores de Matemática visou atender uma demanda da Educação Básica, expressa na BNCC: a necessidade de inserção de atividades que desenvolvam o PC dos estudantes (BRASIL, 2018). Ao mesmo tempo, essa formação visou evidenciar as relações entre o PC e o PM, a partir de uma abordagem colaborativa dos professores com a pesquisa. Nesse sentido, Ibiapina (2007) comenta que um instrumento significativo que pode possibilitar a colaboração entre pesquisadores e professores é a formação continuada docente.

Desse modo, sentimos a necessidade de buscar compreensões teóricas sobre formação docente, especialmente aquelas relacionadas à formação continuada. Iniciamos procurando verificar quais são as principais concepções acerca de formação de professores que estão presentes na literatura. Depois, buscamos especificações sobre a formação continuada, uma vez que era essa a modalidade do curso que ofertamos. Os autores de referência foram selecionados tendo como base uma disciplina cursada pela pesquisadora, durante o doutorado, sobre formação de professores.

Com relação à formação docente, verificamos que Garcia (1999) a apresentava como uma possibilidade de mudança e democratização do acesso à cultura, trabalho e informação. O autor considerava que a formação de professores é uma área de conhecimento e investigação que favorece a reflexão do professor sobre a própria prática. Nesse sentido, o processo de formação docente pode ser considerado um constante período de reflexão e mudança.

Ao apresentar os conceitos de formação de professores, Garcia (1999, p. 22) relatou que ela pode ser conceituada como “um encontro entre pessoas adultas, uma interação entre formador e formado, com uma intenção de mudança, desenvolvida num contexto organizado e institucional mais ou menos delimitado”.

Mizukami (2006), por sua vez, mencionava que esse contexto precisa considerar o ensino como uma profissão e ter como preocupação central propiciar

processos formativos que preparem os professores para um mundo em mudança, para aprendizagens em uma democracia.

A necessidade de reflexão e a possibilidade de mudanças a partir de formação docente também são evidenciadas por Nóvoa (2012), que compreende a formação de professores a partir de dentro da profissão, com valorização do conhecimento docente e de sua capacidade de decisão, ênfase na coletividade e aproximação entre escola e universidade.

O entendimento de Pimenta (2012) tem sintonia com os autores supracitados, já que ela compreende a formação docente como um repensar das práticas pedagógicas. Nesse sentido, Pimenta (2012) alerta que a formação deve considerar a prática docente como ponto de partida e chegada e favorecer o desenvolvimento de saberes da docência. Tais saberes, para Pimenta (2012), são divididos em experiência, conhecimento e saberes pedagógicos.

Cabe destacar que Romanowski (2012) já alertava que apenas os saberes da experiência, os conhecimentos específicos e pedagógicos não são suficientes para a atuação do professor, pois essa atuação exige reflexão e análise crítica.

Outro pesquisador que relaciona a formação de professores com o desenvolvimento de saberes é Tardif (2014). Segundo ele, a formação deve valorizar o que os próprios professores consideram importante e se basear nos conhecimentos específicos da profissão, nomeados como saberes profissionais. Os saberes ultrapassam a instrumentalização, alcançando o aspecto social. Desse modo, Tardif (2014) apresenta diferentes saberes que devem ser desenvolvidos pelo docente, a partir de processos formativos.

4.1 SABERES DOCENTES

A definição de saberes docentes adotada na presente pesquisa é pautada nos entendimentos do professor Maurice Tardif, estudioso sobre formação de professores. Segundo ele, “o saber docente é definido como plural, formado pelos amálgamas, mais ou menos coerente, de saberes oriundos da formação profissional e de saberes disciplinares, curriculares e experienciais” (TARDIF, 2014, p. 36).

Com relação aos saberes curriculares, Tardif (2014, p. 41) aponta que “correspondem aos discursos, objetivos, conteúdos e métodos a partir dos quais a instituição escolar categoriza e apresenta os saberes sociais por ela definidos e

selecionados como modelo de cultura [...]”. Os professores precisam, portanto, mais do que conhecer o campo científico que atuam, conhecer as particularidades pedagógicas relacionadas aos processos de ensino e aprendizagem de tal campo:

Assim, há pelos menos três elementos-chave na construção do currículo: sua formalidade, pois nele encontra-se o projeto educacional institucional, reflexo direto ou não da política curricular nacional; seu papel transformador, através do qual se poderá sistematizar o conhecimento que, voluntariamente ou não, influenciará na concepção de um modelo cultural, social e político na formação humana; e, por fim, seu caráter orientador das práticas educativas vivenciadas pelos docentes e educandos, por conter elementos referenciais como objetivos, conteúdos e procedimentos metodológicos e avaliativos (BEZERRA, 2017, p. 108).

Conforme pontuado por Bezerra (2017), os saberes curriculares se articulam com a formalidade, peculiar dos processos de ensino institucionalizados, com transformação cultural, social e política e com as orientações didáticas destinadas às práticas educativas. É relevante, desse modo, que o professor compreenda como se dá o processo de aprendizagem dos estudantes. No contexto desta investigação, pontuamos a importância de o docente compreender como seus estudantes podem desenvolver o PM, uma vez que:

[...] ter conhecimento de teorias que versam sobre como ocorre o desenvolvimento do pensamento matemático nos indivíduos é essencial para oportunizar momentos de reflexão a fim de propiciar intervenções em sala de aula com o intuito de potencializar a aprendizagem dos estudantes (BUSSMANN; KLAIBER; SILVA, 2017, p. 2).

Os saberes curriculares, por se relacionarem com a prática, relacionam-se com outros saberes indicados por Tardif (2014): os experienciais. Esses são os produzidos pelo professor durante sua carreira profissional, e são validados pela prática do docente, já que “incorporam-se à experiência individual e coletiva sob a forma do habitus e de habilidades, de saber-fazer e saber-ser” (TARDIF, 2014, p. 42).

A vivência cotidiana do professor contribui, desse modo, para o desenvolvimento de competências profissionais, que são múltiplas e plurais, não mais sistematizadas em doutrinas e teorias específicas. São saberes práticos, fazendo parte da ação docente e da cultura do professor, uma vez que:

[...] os saberes da experiência surgem como o núcleo essencial do saber docente na medida em que os docentes transformam as relações de exterioridade com os saberes disciplinares e curriculares em relações de interioridade com a prática desenvolvida em situações de ensino-aprendizagem (BEZERRA, 2017, p. 110).

Os saberes docentes, desse modo, são heterogêneos, constituídos pela união dos saberes que se referem a conteúdos, à legislação educacional e à experiência docente. Eles são temporais, sendo estabelecidos ao longo da vida profissional de cada professor, que produz experiências, fundamentadas em teorias e instrumentos de ensino. Também são profissionais, já que se configuram em instituições de formação docente, como as universidades.

Tardif (2014) explica que os saberes são estoques de informações disponíveis ao docente. São conhecimentos produzidos pela comunidade científica aptos para serem mobilizados em diferentes contextos. Para que o professor possa realizar tal mobilização, ele precisa, além de receber treinamento via transmissão de informação, participar de processos de formação profissional que promovam práticas educativas significativas.

Entre os saberes mencionados pelo pesquisador, destacam-se também os disciplinares, que podem estar relacionados com o PM do professor de Matemática, conforme destacamos a seguir.

4.1.1 Saber disciplinar e Pensamento Matemático

Como mencionamos, Tardif (2014) indica três saberes a serem desenvolvidos pelos professores: os experienciais e os curriculares, que explicamos anteriormente, e os disciplinares. Esses são “[...] transmitidos nos cursos e departamentos universitários independentemente das faculdades de educação e dos cursos de formação de professores” (TARDIF, 2014, p. 41).

No caso de professores de Matemática, é preciso que eles desenvolvam conhecimentos específicos sobre a disciplina, no campo científico correspondente. Esses conhecimentos são os que Tardif (2014) chama de saberes disciplinares, aqui caracterizado como saber matemático. Eles se relacionam com os conteúdos específicos que competem ao professor para a sua atuação em sala de aula.

Podemos considerar que esses saberes se relacionam com o PM do próprio professor, seja no âmbito de sua formação inicial ou na formação continuada docente.

Dreyfus (1991) já enfatizava a importância de o professor de matemática conhecer os processos envolvidos no PMA para que possa compreender o aprendizado dos seus estudantes.

O docente necessita, nessa perspectiva, desenvolver os processos de representação e abstração ao longo de sua formação. Nessa direção, Machado e Bianchini (2013) relatam uma pesquisa desenvolvida no contexto de formação continuada de professores. As autoras indicam que:

[...] o conhecimento dos processos do PMA propicia aprofundamento da reflexão do professor sobre seu saber matemático. Essa reflexão, por sua vez pode levar o professor a criar situações nas quais esses processos podem ser desenvolvidos e reconhecidos por seus alunos (MACHADO; BIANCHINI, 2013, p. 604).

O saber matemático do professor está relacionado, desse modo, ao conhecimento que esse docente tem sobre o PM. Na teoria proposta por Tommy Dreyfus há destaque para a reflexão sobre a própria compreensão matemática e sobre a importância de o docente saber resolver problemas não triviais (DREYFUS, 1991). A partir do momento que o professor compreende a possibilidade do avanço do próprio PM é que ele poderá propor atividades que favoreçam o avanço na compreensão matemática de seus estudantes.

Para além do saber matemático, algumas pesquisas sobre formação de professores para utilização de TD nos contextos de ensino e aprendizagem vêm apresentando outros saberes necessários aos docentes: os saberes tecnológicos (PSZYBYLSKI, 2019; MEREDYK, 2020).

4.1.2 Saber tecnológico e Pensamento Computacional

As compreensões que o professor deve desenvolver para utilizar TD nos processos de ensino e de aprendizagem, relacionam-se, de acordo com Pszybylski (2019) e Meredyk (2020) com os saberes tecnológicos. Como o desenvolvimento do PC perpassa pela utilização das TD ou de elementos relacionados a essas tecnologias, no caso da Computação Desplugada, é importante que esse tipo de saber seja explorado em processos formativos docentes que se relacionem com tal pensamento.

Pszybylski (2019) e Meredyk (2020) se pautaram em estudos presentes na literatura sobre a importância da formação docente para a utilização das TD no contexto educacional. Os dois pesquisadores também levaram em consideração os saberes docentes propostos por Tardif (2014). A partir da compreensão sobre os saberes curriculares, disciplinares e experienciais, ambos propõem que o professor deva desenvolver saberes tecnológicos, já que “para introduzir as TD na prática educativa de maneira efetiva, é necessário que o professor tenha a capacidade de dominar, integrar e mobilizar tais saberes enquanto condição para sua prática” (PSZYBYLSKI, 2019, p. 39).

O saber tecnológico é definido como:

[...] o saber tecnológico é uma construção que vai além do conhecimento instrucional sobre o uso tecnologias digitais. Ele envolve a capacidade do professor em dominar, integrar e mobilizar os saberes da formação profissional, os disciplinares, os curriculares, os experienciais, além de ter o domínio das múltiplas linguagens que englobam os recursos digitais. (PSZYBYLSKI, 2019, p. 41).

Desse modo, o autor propõe que o professor, ao se formar para utilizar as TD, possa relacionar os demais saberes profissionais ao saber tecnológico. Na mesma perspectiva, Meredyk (2020, p. 42) defende que:

faz-se necessário investir na presença desses saberes tanto na formação inicial do professor de Matemática, quanto na formação continuada, fornecendo a ele os subsídios necessários para o manuseio dos artefatos tecnológicos, e também, para a inserção desses no ensino (MEREDYK, 2020, p. 42).

Indo ao encontro do que pontuam Pszybylski (2019) e Meredyk (2020), as formações docentes para a abordagem do PC na escola se fazem necessárias. Pasqual Junior (2020, p. 53) afirma que “a necessidade de novas competências para o professor do século XXI ligadas ao PC nos conduz a pensar em iniciativas e em conceitos a serem desenvolvidos no campo de formação de professores”.

Rocha e Azevedo (2018) realizaram uma pesquisa sobre a formação inicial do professor referente à construção de saberes docentes com a Linguagem de PV Scratch. As autoras evidenciam as relações entre os saberes profissionais docentes, ao afirmarem que:

As vivências dos participantes da pesquisa, [...] com a linguagem de programação visual Scratch evidenciam o quanto importante oportunizar ações formativas que viabilizem sustentação à prática do saber fazer (saber pedagógico), no que consiste em utilizar uma linguagem de programação visual (o Scratch), de forma articulada aos saberes da experiência (o que já sabem sobre o trabalho docente /o saber do trabalho na ação) e do conhecimento específico (domínio do conteúdo da disciplina a ser ensinada) (ROCHA, AZEVEDO, 2018, p. 320).

Embora as autoras não tenham se pautado nos saberes elencados por Tardif (2014), verifica-se que os saberes tecnológicos para utilização da PV no Scratch, que dialoga com o PC, promovem também o desenvolvimento dos saberes mencionados pelo pesquisador: os disciplinares, os experienciais e os curriculares.

Desenvolver saberes, sejam eles curriculares, disciplinares, experienciais ou tecnológicos, perpassa por um processo contínuo, que não se limita à formação inicial. Considerando o contexto da pesquisa, que foi desenhada a partir de um curso de formação continuada de professores de Matemática, buscamos algumas compreensões sobre essa modalidade de formação.

4.2 FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES

Para elaborar o curso de formação de professores de Matemática sobre PV, buscamos identificar quais eram as principais recomendações presentes na literatura sobre formação continuada de professores, a partir da concepção de alguns autores. Conforme destacamos na sequência do texto, um entendimento comum é referente ao papel ativo do sujeito professor no processo formativo, que procuramos evidenciar desde a elaboração até a condução do curso de formação.

Para Mizukami (2006, p. 214), “os processos de aprender e ensinar, de aprender a ser professor e de desenvolvimento profissional de professores são lentos, iniciam-se antes do espaço formativo dos cursos de licenciatura e se prolongam por toda a vida”.

Nesse sentido, a formação continuada é uma possibilidade de permanência no processo de aprendizagem e desenvolvimento de saberes para o professor. De acordo com Nóvoa (2012), a formação continuada de professores pode suprir determinadas carências da formação inicial. Além disso, ela tende a contribuir para atender novas demandas que surjam na carreira docente, considerando uma sociedade em constante desenvolvimento.

Acerca da elaboração de processos de formação continuada, Romanowski (2012) comenta sobre a importância de que sejam conhecidas as demandas e necessidades do professor:

Para o sucesso de um programa de formação continuada, é importante a realização de diagnóstico das necessidades formativas dos professores, ou seja, um dos princípios dos programas de formação de professores consiste em fornecer respostas para as necessidades de desenvolvimento profissional indicadas por eles (ROMANOWSKI, 2012, p. 138).

Para além da questão do diagnóstico e necessidade docente, a literatura menciona a necessidade de envolvimento do professor em uma perspectiva de participação coletiva no processo formativo. Garcia (1999 p. 21) citava que “a inter-relação entre as pessoas promove contextos de aprendizagem que vão facilitando o complexo desenvolvimento dos indivíduos que formam e que se formam”. Nóvoa (2012), por sua vez, destacava a importância da coletividade e sugeria que a formação docente seja devolvida aos professores, uma vez que se trata de um processo contínuo que depende de diálogo com outros professores. Em sintonia com Nóvoa (2012), Imbernón (2010, p. 15) já indicava que o professor deve ser formado “por meio de capacidades reflexivas em grupo” que possam “abrir caminho para uma verdadeira autonomia profissional compartilhada, já que a profissão docente deve compartilhar o conhecimento com o contexto”. O autor explicava que processos coletivos de aprimoramento propiciam a revitalização profissional do professor.

No mesmo viés, Pimenta (2012, p. 32) apresenta a proposta de autoformação, “num processo coletivo de troca de experiências e práticas”. Essas trocas também são incentivadas por Tardif (2014) que considera os professores como parceiros e atores da sua própria formação.

Ademais, Nóvoa (2012, p. 15) defende que “propostas teóricas só fazem sentido se forem construídas dentro da profissão, se contemplarem a necessidade de um professor atuante no espaço da sala de aula”. Desse modo, além de contribuir com a aprendizagem do professor, a formação continuada pode impactar os processos de ensino. Nessa perspectiva, Romanowski (2012) apontava que a formação visa melhorar o ensino, não somente o profissional professor:

O objeto da formação continuada é a melhoria do ensino, não apenas a do profissional. Portanto, os programas de formação continuada precisam incluir saberes científicos, críticos, didáticos, relacionais, saber-fazer pedagógico e de gestão; podem ser realizados na modalidade presencial e a distância (ROMANOWSKI, 2012, p. 131).

Contudo, a autora mencionava que para que o professor mude suas metodologias ele precisa ter pré-disposição, já que problemas e pressões “das situações em aula exigem do professor novas respostas alterando os procedimentos. São possibilidades para introduzir inovações na prática pedagógica. As mudanças incluem a qualificação e melhoria da prática” (ROMANOWSKI, 2012, p. 137).

Outra recomendação presente na literatura se refere à importância de a formação continuada não ter um caráter de instrumentalização. Imbernón (2010) indica a necessidade de um conhecimento profissional ativo que contribua com a autonomia do professor, para que ele crie possibilidades e não apenas use instrumentalizações previamente elaboradas.

Entre as características necessárias para promover esse conhecimento profissional ativo, a formação permanente não deve oferecer apenas novos conhecimentos científicos, mas principalmente processos relativos a metodologias de participação, projetos, observação e diagnóstico dos processos, estratégias contextualizadas, comunicação, tomada de decisões, análise da interação humana (IMBERNÓN, 2010, p. 74).

Destarte, destacamos a característica de autonomia presente nas indicações de Imbernón (2009) e Tardif (2014). Os autores indicam que a formação continuada deve possibilitar que o professor seja protagonista de seu desenvolvimento profissional, já que:

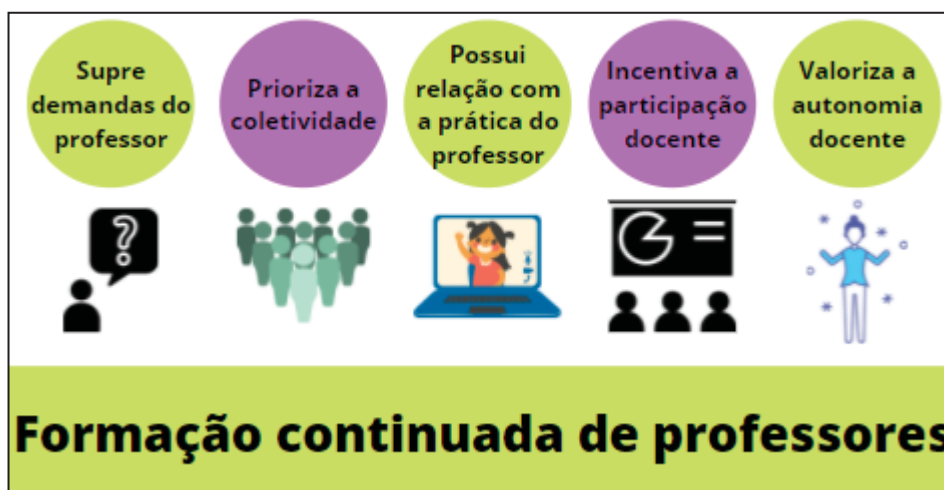
É o apoderamento da formação passando a ser parte intrínseca da profissão se o professorado quer ser protagonista de sua formação e desenvolvimento profissional. E esse protagonismo é necessário e, inclusive, imprescindível para poder realizar inovações e mudanças na prática educativa e desenvolver-se no pessoal e no profissional (IMBERNÓN, 2009, p. 77).

A elaboração do curso de formação que ministramos e a condução dessa investigação convergiu para os entendimentos dos autores supracitados. Isso foi possível, pela escolha de uma abordagem colaborativa de pesquisa, que indica que:

o pesquisador deve considerar o ponto de vista dos professores sobre a própria prática; deve se interessar pelas reflexões que eles fazem em seus contextos de ação; deve analisar suas maneiras de enfrentar as situações, considerando-as, porém, a partir dos limites e dos recursos que elas apresentam. O pesquisador deve privilegiar, acima de tudo, as competências do ator em contexto. Isto supõe que ele não dirigirá, pela escolha do objeto, um olhar normativo e exterior sobre aquilo que os mais professores fazem, mas procurará com eles, no interior do contexto em que atuam compreender em que se apoia esse agir (DESGAGNÉ, 2007, p. 11).

Apresentamos, na FIGURA 5, a síntese das características necessárias à formação continuada, reveladas na literatura consultada.

FIGURA 5 – CARACTERÍSTICA DA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES



FONTE: A autora (2023).

Uma possibilidade contemporânea de formação continuada que pode contemplar as características indicadas na FIGURA 5 são os cursos no formato MOOC, conforme abordamos na sequência.

4.3 MOOC: UMA ESTRATÉGIA DE FORMAÇÃO

A sociedade hodierna experimenta novas possibilidades de acesso à aprendizagem e as salas de aula começaram a deixar de se limitar a um espaço físico. O avanço tecnológico nas maneiras de estudar possibilitou diferentes abordagens de ensino, algumas formalizadas como a EaD. Além dessa modalidade, formal e com metodologias próprias, existem outras formas de se estudar em qualquer lugar e em qualquer momento de forma remota. Uma opção são os MOOCs, que podem ser

utilizados, inclusive, para formação continuada de professores, tal como fizemos durante a realização dessa investigação. Os MOOCs, de acordo com Munhoz (2016), podem ser considerados como um modelo pedagógico direcionado para alunos independentes, reunindo características de mobilidade e autonomia aos participantes, que aprendem de forma coletiva. O autor explica que esses cursos normalmente estão disponibilizados em uma plataforma que oferece recursos de interação, tais como fóruns e chats.

O termo referente à sigla MOOC pode ser traduzido como Cursos Online Abertos e Massivos. Desse modo, os cursos que são disponibilizados nesse formato são realizados de forma remota, possuem recursos abertos (gratuitos e livres) e são direcionados a um grande público.

Bates (2017) indica as principais características dos MOOCs:

a) aberto a qualquer pessoa se inscrever e com formato simples de inscrição (apenas um endereço de e-mail); b) números muito grandes (de 1.000 a 100.000); c) acesso gratuito a aulas gravadas em vídeo, muitas vezes das universidades de elite nos Estados Unidos (Harvard, MIT e Stanford, em particular); d) avaliação baseada em computador, geralmente usando questões de múltipla escolha e feedback imediato, combinada às vezes com avaliação por pares; e) uma variada gama de compromisso dos alunos [...] (BITES, 2017, p. 71).

Acerca das características dos cursos nesse formato Ribeiro e Catapan (2018) mencionam que existem diferentes modalidades de MOOCs e que a quantidade de participantes pode variar de acordo com os objetivos de quem elaborou o processo formativo. Eles também não limitam a oferta por grandes instituições, afirmando que podem ser ministrados, inclusive, por algum profissional individual que se interessa em compartilhar seus conhecimentos.

Os MOOCs são ofertados a partir de plataformas, que podem ser conceituadas como “ambientes digitais que permitem a criação e distribuição de um MOOC, com as funcionalidades de gestão indispensáveis para o gerenciamento de um curso on-line, ou seja, é a solução tecnológica desenvolvida para essa finalidade” (RIBEIRO; CATAPAN, 2018, p. 51). Essa solução tecnológica pode ter um caráter inovador, uma vez que os MOOCs representam uma mudança nos processos de aprendizagem on-line, intensificando a aprendizagem, colaboração e interação, troca de ideias, dúvidas, compartilhamento de experiências e construção coletiva entre os estudantes” (NUNES *et al.*, 2017, p. 122).

Nessas plataformas, os interessados devem realizar um cadastro básico, que por vezes pode ser reaproveitado de contas paralelas, como a do Google, do Facebook ou mesmo algumas institucionais. Alguns MOOCs possuem módulos ou unidades a serem realizados em um período. Os participantes, nesse caso, têm autonomia para definir seu tempo individual de estudo semanal, mas normalmente precisam cumprir algumas atividades até uma determinada data.

Sobre as atividades, Ribeiro e Catapan (2018) indicam os mais comuns presentes nas plataformas MOOCs: (a) vídeos com conteúdos; (b) fóruns; (c) tarefas; (d) questionários de múltipla escolha; (e) materiais de leitura.

Bates (2017) apresenta o histórico da utilização dos MOOCs. O autor aponta que o primeiro MOOC ocorreu em 2008, quando a Universidade de Manitoba, no Canadá, promoveu um curso aberto para mais de 2000 pessoas. Em 2012, mais de 100.000 estudantes participaram de um MOOC promovido por dois professores da Universidade de Stanford. Ele explica que depois disso, diferentes propostas de cursos no formato massivo, on-line e abertos se tornaram frequentes ao redor do mundo.

Ribeiro e Catapan (2018) destacam que a ampliação na abordagem de MOOCs, possibilitou que surgissem diferentes maneiras de se classificar esses cursos. Os autores apresentam algumas terminologias para essas variações, como LOOC ou SMOOC (cursos com até 100 participantes) e cMOOC (cursos que utilizam abordagem conectivista, priorizando a autonomia, a interatividade e o protagonismo do cursista). O curso de formação continuada sobre PV mencionado nesta investigação se configura tanto como SMOOC como cMOOC, já que ofertou o máximo de 100 vagas e procurou dar autonomia e protagonismo aos docentes, a partir de recursos de interatividade.

Embora os MOOCs não tenham sido originalmente desenvolvidos para formação continuada de professores, percebemos que eles podem ser alternativas interessantes, considerando o baixo custo para as instituições que o ofertam e a flexibilidade que eles representam aos cursistas. Romanowski (2012, p. 137), ao abordar as dificuldades da formação continuada, mencionava “falta de verbas, dificuldade para liberação do professor, falta de local, horários incompatíveis, falta de infraestrutura espacial e didática [...]”. Os MOOCs podem sanar essas dificuldades pelas características que possuem e serem direcionados para formação continuada de professores, já que:

i) podem ser alternativas eficientes, pois são capazes de atingir aos objetivos propostos com rapidez, qualidade e baixo custo; e eficazes, uma vez que apresentam bons resultados, validade, infalibilidade para contribuir com a formação docente continuada; ii) quando adequadamente planejados, possibilitam engajar os cursistas, ampliar as oportunidades de aprendizagem e atender às necessidades de formação dos professores; iii) podem proporcionar estruturas múltiplas e flexíveis de ensino e aprendizagem, alcançando grande número de docentes, algo difícil de se fazer apenas por meio do ensino presencial [...] (MACHIAVELLI; CAVALCANTI, 2020, p. 5).

Observando a descrição de Machiavelli e Cavalcanti (2020), podemos identificar que os MOOCs podem ser utilizados na formação continuada de professores, apresentando algumas características que favorecem essa modalidade. Eles não demandam de grande investimento e podem ser ofertados para muitos professores, que estejam em diferentes localidades. Além disso, possibilitam, a partir de recursos nas plataformas, diferentes formas de interação e de interatividade.

Sobre esse respeito, Nunes *et al.* (2017, p. 125) classificam os MOOCs como uma “[...] nova metodologia de formação, a qual busca integrar conteúdos mais interativos e dinâmicos, como conexão com servidores hospedeiros de ambientes de realidade virtual, a utilização de plataformas diferenciadas e de OA interativos”. Os autores sugerem que sejam inseridas mídias interativas nos processos de formação docente, a partir da inserção de Recursos Educacionais Abertos (REA), que são recursos didáticos digitais que possuem domínio público e são gratuitos, sendo “[...] imprescindíveis, no sentido de permitir que as informações sejam livremente acessadas, reusadas, remixadas e redistribuídas” (NUNES *et al.*, 2017, p. 123).

Os autores supracitados também apresentam um roteiro para elaboração de um curso no formato MOOC, que se inicia com a escolha do local para alocação do curso, um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) ou uma plataforma específica para esse fim:

O processo de desenvolvimento de um MOOC, inicialmente, pode ser considerado semelhante ao de um curso de EAD. Os cursos de EAD geralmente utilizam AVAs. Os MOOCs também podem utilizar os AVAs, porém geralmente os MOOCs são desenvolvidos sob plataformas desenvolvidas especificamente para a criação do mesmo (NUNES *et al.*, 2017, p. 123).

Depois, é preciso selecionar os REA ou OA que serão inseridos no curso. Nunes *et al.* (2017) também destacam a importância da delimitação da carga horária, que deve ficar entre 30 e 200 horas.

Costa *et al.* (2015) também apresentam sugestões para a elaboração de um MOOC. A primeira recomendação é que esses cursos sejam organizados a partir de objetivos, conteúdos, meios e avaliação. Destarte:

Na prática, para o desenvolvimento de um curso, a equipe responsável: - Define o público-alvo/audiência a que se destina o curso (características gerais do perfil ou perfis dos participantes); - Define os objetivos gerais de aprendizagem; - Elenca e organiza os tópicos que irão ser trabalhados no curso; - Clarifica a existência de pré-requisitos em termos de conhecimentos e/ou competências anteriores; - Explicita as estratégias e os modos de organização do trabalho selecionados; - Explicita as modalidades de interação, de comunicação e de colaboração; - Explicita os objetivos e as modalidades de avaliação escolhidas (COSTA *et al.*, 2015, p. 334).

Andrade (2018) dialoga com as propostas apresentadas por Costa *et al.* (2015) e Nunes *et al.* (2017), ao apresentar sua proposta de produção de MOOC. A partir de uma pesquisa sobre a aplicação dos MOOC em processos de formação continuada para docentes de cursos de licenciatura em matemática, defende que além de escolha de tema, definição de objetivos, de público-alvo, de prazo de duração e de plataforma para alocação do curso, alguns outros elementos deverão ser implementados: (a) esboço inicial, que conte com o levantamento de materiais e prazo para tarefas em cada semana ou unidade; (b) elaboração de uma identidade visual e criação de materiais de apoio de conteúdo; (c) seleção de vídeos, textos, OA e outros REA; (d) elaboração de roteiros para os cursistas; (e) definição e inserção de elementos de interação; (f) estabelecimento dos canais de comunicação e divulgação do curso.

Considerando as recomendações de Costa *et al.* (2015), Nunes *et al.* (2017) e Andrade (2018), identificamos as principais ações necessárias para criação de MOOC, conforme mostramos no QUADRO 7.

QUADRO 7 – AÇÕES PARA ELABORAÇÃO DE MOOCS

Ações	Características
Definição do objetivo	Determinar o objetivo geral do MOOC e, se necessário, o objetivo para cada unidade/ semana/ tópico
Definição do público-alvo	Determinar o perfil dos participantes do curso
Definição da quantidade de vagas	Delimitar, se for o caso, o número de participantes
Definição da carga-horária	Definir a quantidade de horas do curso
Definição do caráter do curso	Explicitar se o curso será gratuito ou pago, se tem caráter de extensão, formação continuada ou se atende a algum tipo específico de curso
Definição da plataforma	Definir o AVA que será utilizado para alocação do curso
Estratégia de divulgação e inscrição no curso	Estabelecer o canal para divulgação e inscrição, desenvolver mídias de divulgação
Estratégia para contatos iniciais	Definir formas de contato com os participantes inscritos
Estrutura do curso	Estabelecer a divisão estrutural do curso, se em módulos, unidades ou semanas
Identidade visual	Estabelecer um padrão para as atividades do curso, escolha de fonte, possível criação de logomarca
Formas de interação entre os cursistas	Definir as possibilidades de diálogos entre os cursistas, por meio de fóruns, e-mail, redes sociais, murais ou reuniões síncronas
Criação de roteiros	Elaborar roteiros sugestivos para que os cursistas organizem seus estudos
Criação dos conteúdos	Preparar os materiais de estudo, como vídeos e textos
Formas de interatividade	Inserir formas de interatividade como enquetes, jogos e objetos de aprendizagem
Estratégia pedagógica	Definir estratégias para que ocorra a aprendizagem por parte dos cursistas
REA	Inserir vídeos públicos, objetos de aprendizagem
Métodos de avaliação	Definir atividades avaliativas para o MOOC

FONTE: Adaptado de Costa et al. (2015), Nunes et al. (2017) e Andrade (2018).

Utilizamos as ações propostas no QUADRO 7 para o planejamento do curso de formação de professores de Matemática sobre PV. Cabe destacar que esta pesquisa foi desenvolvida no âmbito do GPINTEDUC e outros integrantes do grupo de forma simultânea desenvolveram pesquisas que se relacionam com formação de professores a partir de MOOC.

Nesse direcionamento, alguns integrantes do GPINTEDUC criaram uma plataforma de oferta de formação continuada de professores. Na plataforma, disponibilizaram alguns cursos específicos para a formação de professores de Matemática, todos permeando sobre o uso de TD, conforme mostramos na FIGURA 6.

FIGURA 6 – ALGUNS CURSOS DISPONÍVEIS NA PLATAFORMA MOOCS CURSOS ONLINE



FONTE: A autora (2023).

O curso que se refere à pesquisa colaborativa descrita neste trabalho é o PV para professores de Matemática, que foi elaborado com base nos referenciais teóricos descritos nos Capítulos 3, 4 e 5.

Para a realização da pesquisa, além de nos dedicarmos a constituir o referencial teórico, realizamos mapeamentos sistemáticos de literatura para compreender o que pesquisas prévias haviam discutido sobre as temáticas relacionadas à presente investigação. No próximo capítulo, detalhamos os resultados dos mapeamentos, considerando o PC e o PM.

5 MAPEAMENTOS SISTEMÁTICOS DE LITERATURA: DOIS ESTUDOS

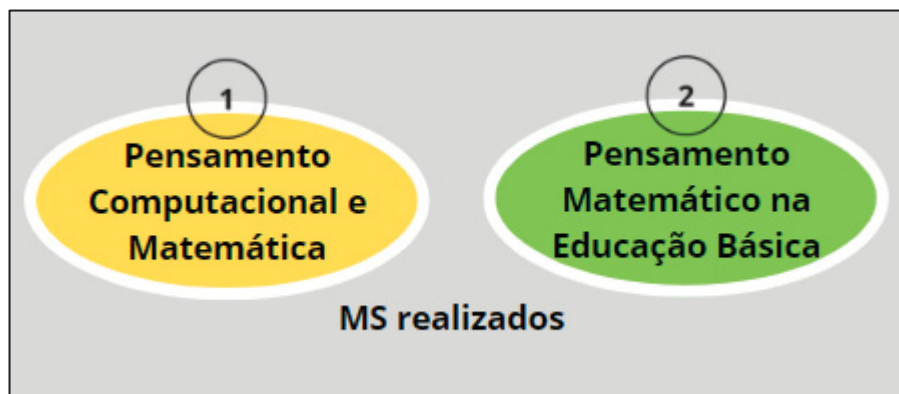
A revisão de literatura é uma etapa importante em uma pesquisa. Creswell (2007, p. 43) menciona que “revisões de literatura ajudam os pesquisadores a limitar o escopo de sua investigação e transmitem para os leitores a importância de estudar um tópico”.

Este capítulo mostra duas investigações inventariantes sobre: (a) possíveis relações entre o PC e a Matemática no âmbito da Educação Básica, especificamente nas séries finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio; (b) abordagem do PM da Educação Básica no Brasil. As investigações foram realizadas por meio de mapeamento sistemático de literatura, cujas etapas, condução e apresentação são descritas na sequência do texto. Realizamos os mapeamentos sistemáticos com o objetivo de verificar o que já se havia sido estudados sobre as temáticas presentes nesta investigação para que nossa análise pudesse ser ainda mais fundamentada.

5.1 O PLANEJAMENTO DOS MAPEAMENTOS SISTEMÁTICOS

Para que fosse possível identificar pesquisas prévias sobre PC no ensino de Matemática e sobre PM na Educação Básica do Brasil, realizamos dois mapeamentos sistemáticos de literatura. De acordo com Motta (2021, p. 21), “um pesquisador, ao decidir por uma temática de pesquisa, precisa conhecer a variedade de estudos secundários realizados para poder caracterizar melhor sua proposta investigativa”. Desse modo, considerando a intenção de avançar na produção de conhecimento sobre as relações entre o PM e PC, foi necessário verificar quais eram os estudos já desenvolvidos sobre essas temáticas, conforme indicamos na FIGURA 7.

FIGURA 7 - TEMAS DOS MAPEAMENTOS SISTEMÁTICOS DE LITERATURA REALIZADOS



FONTE: A autora (2023).

Optamos pela realização de investigações do tipo mapeamento sistemático de literatura (MS), que corresponde a “uma pesquisa pontual, singular e sistemática, que visa apresentar um panorama dos trabalhos realizados, buscando compreensões descritivas sobre o conhecimento produzido” (MOTTA, 2021, p. 22).

Embora existam diferentes definições para o termo MS, alguns pesquisadores convergem para o entendimento de que ele segue uma determinada estrutura sistematizada e categorizada, tal como mencionado por Motta (2021). Nesse sentido, Fiorentini *et al.* (2016) explicam que o MS utiliza um processo de levantamento de informações sobre pesquisas já produzidas em um local e em um período específico. Assim, podemos identificar por quem, onde, quando e quantas pesquisas foram realizadas sobre um determinado tema.

Neste estudo, consideramos que o MS:

[...] consiste em uma organização dos estudos primários existentes em um certo campo ou área de conhecimento. O MS constitui-se como um estudo que busca identificar informações e correlações existentes nos trabalhos, estabelecendo as lacunas existentes na área. (MOTTA; BASSO; KALINKE, 2019, p. 206).

De modo a realizar a organização dos estudos, optamos por sistematizar os MS a partir dos procedimentos sugeridos por Motta (2021). Esse autor menciona a importância do estabelecimento de um protocolo de pesquisa e recomenda quatro fases que, embora distintas, são recursivas e podem apresentar conexões. Essas fases são: (a) planejamento; (b) condução; (c) descrição e (d) apresentação, cada

uma delas possuindo etapas específicas, conforme explicitaremos no decorrer deste texto.

A primeira fase, considerada por Motta (2021, p. 29) a mais relevante de todas, corresponde ao momento da organização do protocolo de pesquisa. As etapas que compõem essa fase são: “I) Estudo de viabilidade e escopo; II) Definição das questões de pesquisa; III) Definição das bases de dados; IV) Definição dos descritores de busca; V) Definição dos critérios de seleção; e VI) Avaliação do Protocolo”.

Seguindo as concepções de Motta (2021), para organização do protocolo dos MS, iniciamos com o estudo para identificação da viabilidade e escopo. Isso ocorreu a partir de buscas preliminares em alguns repositórios de pesquisa: (a) Catálogo de Teses e Dissertações da Capes¹²; (b) Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)¹³ e (c) *Networked Digital Library of Theses and Dissertations* (NDLTD)¹⁴. Notamos que os resultados apresentados no Catálogo da CAPES eram similares aos da BDTD nos dois casos de pesquisas prévias. As bases foram escolhidas pela relevância que possuem na comunidade científica. Essas buscas iniciais mostraram a existência de alguns estudos acerca do PC relacionado à disciplina de Matemática, o que viabilizou o desenvolvimento do primeiro MS.

Para identificar o que as pesquisas nacionais revelam sobre o PM no contexto da Educação Básica, realizamos, inicialmente, uma busca no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. A procura utilizou o descritor “pensamento matemático” AND Dreyfus e devolveu 17 resultados. Apenas o trabalho de Santos (2011) envolvia o desenvolvimento do PM na Educação Básica.

Como obtivemos poucos resultados, passamos a procurar outros trabalhos prévios que tratassem do PM na Educação Básica. Realizamos alguns levantamentos em bases de dados de artigos, mas não localizamos produções. Passamos, então, a fazer uma busca no portal Google Acadêmico, que vem se mostrando como uma fonte de buscas alternativa aos pesquisadores. Nesse repositório, vimos a possibilidade de realização do MS relacionado ao PM na Educação Básica.

A partir de tais estudos prévios, também foi delimitado o escopo das investigações, que objetivam identificar dissertações e teses que versam sobre,

¹² Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>. Acesso em: 14 Jun. 2021.

¹³ Disponível em: <https://bdtd.ibict.br/vufind/>. Acesso em: 27 Jun. 2021.

¹⁴ Disponível em: <http://search.ndltd.org/>. Acesso em: 27 Jun. 2021.

respectivamente, o Pensamento Computacional no âmbito da disciplina de Matemática e o Pensamento Matemático na Educação Básica no contexto nacional. Depois da definição dos objetivos dos MS, estabelecemos três questões de pesquisa para o MS sobre PC e duas para o MS sobre PM.

No caso do MS sobre o PC e a disciplina de Matemática, as questões foram: QP1: Quais os principais conteúdos matemáticos explorados no desenvolvimento do Pensamento Computacional? QP2: Quais as principais estratégias utilizadas para o desenvolvimento do Pensamento Computacional? QP3: Como se relacionam os conhecimentos matemáticos com o Pensamento Computacional?

Com relação ao MS sobre o PM na Educação Básica, as questões estabelecidas foram: QP1-A: Quais são as compreensões sobre PM na Educação Básica? QP2-A: Como o PM é estimulado na Educação Básica no Brasil?

Na sequência, definimos a base de dados para os MS, tendo como referência as buscas prévias realizadas. Elegemos o Catálogo de Teses e Dissertações da Capes, pelo seu reconhecimento no meio científico para o primeiro MS e diante da busca preliminar. Excluímos o portal da BDTD, pela semelhança com os resultados do diretório nacional escolhido e o NDLTd, pela ausência de pesquisas que envolvessem o PC no contexto da disciplina de Matemática. Para o segundo MS, diante do estudo prévio realizado, optamos pelo Google Acadêmico como fonte de buscas.

A próxima etapa correspondeu à definição dos descritores de busca. Para isso, testamos se o uso de letras maiúsculas e minúsculas poderiam apresentar resultados diferentes, o que foi constatado no portal da Capes. Na sequência, verificamos os critérios para que a busca retornasse estudos que envolvessem os termos de forma simultânea, a partir de operadores booleanos apropriados para a base de dados selecionada.

Desse modo, foi utilizado como descritor para o primeiro MS: "Pensamento Computacional" AND "Matemática". Já para o segundo MS, os descritores foram: "Pensamento Matemático" e "Educação Básica". Além disso, estabelecemos que as buscas envolveriam todas as variações entre letras maiúsculas e minúsculas.

Para finalizar a elaboração do protocolo do MS, definimos os critérios de seleção dos trabalhos. Quanto ao primeiro MS, como critério de inclusão, concordamos que seriam selecionados estudos que versassem sobre o desenvolvimento do Pensamento Computacional na disciplina de Matemática nas

séries finais do Ensino Fundamental ou Ensino Médio. Como a busca prévia mostrou poucos resultados, optamos por não delimitar um determinado período de publicação ou regra específica que pudesse reduzir significativamente o corpus da análise.

Com relação ao segundo MS, o critério de inclusão adotado foi o de que os estudos deveriam abordar o desenvolvimento do PM na Educação Básica no contexto nacional. Como critério de exclusão, definimos que não fariam parte do corpus da análise os trabalhos que utilizassem o termo “Pensamento Matemático” sem um determinado embasamento teórico.

Foi definido, ainda, que as introduções dos trabalhos seriam lidas integralmente, para verificação de aderência aos escopos dos MS e à própria investigação presente neste trabalho.

Para garantir que os resultados seriam legítimos, realizamos a avaliação do protocolo. Para isso, efetuamos o procedimento de busca no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes e no Google Acadêmico, de forma a confirmar a viabilidade do uso dos descritores e previamente identificar a possibilidade de inclusão e exclusão dos estudos. A partir disso, constatamos que o protocolo era válido e era possível dar sequência aos MS.

5.2 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DE LITERATURA 1: PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO ENSINO DE MATEMÁTICA:

Alguns pesquisadores vêm indicando que pode haver algumas relações entre o PC e o PM (BUSSMANN, 2019; ROCHA, PINTO, 2021). Contudo, ainda não existem variados estudos sobre essas possíveis relações, o que estimulou a ocorrência desta investigação. Para que a pesquisa avançasse, tornou-se necessário conhecer estudos já desenvolvidos que pudessem revelar a produção de conhecimento atual sobre o PC no contexto da disciplina de Matemática. Assim, consideramos interessante analisar teses e dissertações que abordassem esses temas.

5.2.1 A condução do MS_1

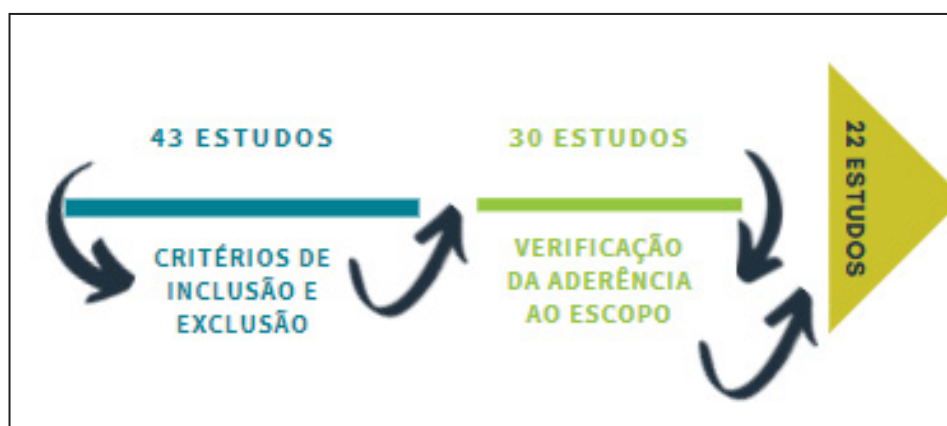
A condução do protocolo definido foi realizada até o dia 17/06/2022. Pontuamos a data, “considerando que as bases de dados são atualizadas constantemente” (MOTTA, 2021, p. 38). Desse modo, novos estudos podem ter sido disponibilizados

após as buscas descritas neste MS. A investigação no Catálogo da Capes resultou em 43 estudos nacionais, considerando todas as variações possíveis de primeira letra maiúscula ou minúscula.

A seguir, as pesquisas foram submetidas aos critérios de inclusão e exclusão. Selecionamos as pesquisas que apresentavam estudos relacionados às séries finais do Ensino Fundamental ou às do Ensino Médio. Excluímos os estudos que não apresentavam menção simultânea ao PC e à disciplina de Matemática em seus resumos. Esse processo culminou na seleção inicial de 30 trabalhos.

Diante dos resultados obtidos na seleção inicial, procedemos com a leitura das introduções dos estudos, para que ocorresse a seleção final, a partir da relação que eles possuíam com o objetivo do MS. Desse modo, 22 trabalhos compuseram a seleção final da pesquisa. A FIGURA 8 apresenta a síntese da condução do MS.

FIGURA 8 - SÍNTESE DA CONDUÇÃO DO MS SOBRE PENSAMENTO COMPUTACIONAL E MATEMÁTICA



FONTE: A autora (2023).

Para que fosse possível uma análise aprofundada dos estudos selecionados, perfizemos a fase caracterizada por Motta (2021) como “descrição do MS”.

5.2.2 A descrição do MS_1

Na realização da descrição do MS, utilizamos as etapas propostas por Motta (2021, p. 42), que indica que “as pesquisas devem ser organizadas, pré-analisadas e categorizadas, buscando identificar as principais características e similaridades entre os estudos”.

Na primeira etapa, organizamos os documentos para a realização análise. Realizamos o fichamento dos estudos, com a identificação dos metadados. Os trabalhos foram organizados com o auxílio de uma planilha eletrônica. Os 22 estudos estão elencados no QUADRO 8 e estão organizados por ano, autor, título e instituição.

QUADRO 8 - ESTUDOS PRÉVIOS SOBRE O PENSAMENTO COMPUTACIONAL E A DISCIPLINA DE MATEMÁTICA

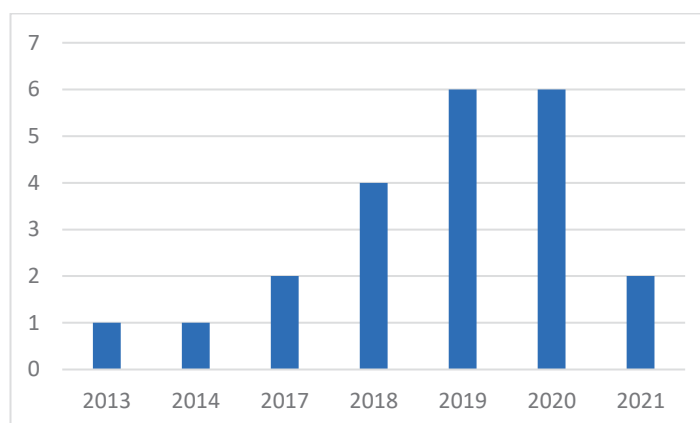
Ano	Autor	Título	Instituição
2013	Cinthia Batista Nunes	Introdução à computação: uma proposta para o ensino básico	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
2014	Thiago Schumacher Barcelos	Relações entre o Pensamento Computacional e a Matemática em atividades didáticas de construção de jogos digitais	Universidade Cruzeiro do Sul
2017	Palloma Alencar Alves Mestre	O uso do pensamento computacional como estratégia para resolução de problemas matemáticos	Universidade Federal de Campina Grande
2018	Felipe Jose Rezende de Carvalho	Introdução à programação de computadores por meio de uma tarefa de modelagem matemática na Educação Matemática	Universidade Estadual do Oeste do Paraná
	Erick John Fidelis Costa	Pensamento computacional na Educação Básica: uma abordagem para estimular a capacidade de resolução de problemas na matemática	Universidade Federal de Campina Grande
	Clodogil Fabiano Ribeiro dos Santos	A robótica educacional como recurso de mobilização e explicitação de invariantes operatórios na resolução de problemas	Universidade Federal de Sergipe
	Gilson Pedroso dos Santos	Educação e tecnologia no interior da Amazônia: o Pensamento Computacional e as Tecnologias da Informação e Comunicação como auxílio em processos de ensino-aprendizagem	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
	Eliel Constantino da Silva	Pensamento computacional e a formação de conceitos matemáticos nos anos finais do ensino fundamental : uma possibilidade com kits de robótica	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
2019	Ingrid Santella Evaristo	O Pensamento Computacional no processo de aprendizagem da Matemática nos anos finais do Ensino Fundamental	Universidade Nove de Julho
	Joao Pedro de Lima Pereira	Programação e Pensamento Computacional no 8º e 9º ano do Ensino Fundamental: Um Estudo de Caso	Universidade de Brasília

	Mariana Oliveira Pucci	O uso do Scratch para o ensino e aprendizagem de equações algébricas do primeiro grau	Universidade Federal da Fronteira Sul
	Sandra Mara Oselame Riboldi	A linguagem de programação Scratch e o ensino de funções: uma possibilidade	Universidade Federal da Fronteira Sul
	Cicero Goncalves dos Santos	Estratégias para implantação e avaliação de um método educacional desplugado com histórias em quadrinhos para o ensino e aprendizagem associados ao desenvolvimento do Pensamento Computacional com alunos do Ensino Fundamental	Universidade Federal do Oeste do Pará
	Leonardo Cintra Lopes da Silva	A relação do pensamento computacional com o ensino de matemática na educação básica	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
2020	Fernanda Pereira da Silva Cruz Ferreira	Educação Financeira com o Scratch: potencialidades e dificuldades	Universidade do Estado de Mato Grosso
2020	Rodrigo Duda	Uso da plataforma App Inventor sob a ótica construcionista como estratégia para estimular o pensamento algébrico	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
2020	Julio Cesar Naves Fernandes	A construção de jogos digitais como forma de promover a interdisciplinaridade	Universidade Cruzeiro do Sul
	Camila Schneider	O Pensamento Computacional e as contribuições para o estudo da Álgebra no Ensino Fundamental	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
	Fernanda Silva	Pensamento computacional: uma análise dos documentos oficiais e das questões de Matemática dos vestibulares	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
	Lucas Henrique Viana	O Pensamento Computacional e as suas conexões com o ensino e a aprendizagem da Geometria	Universidade Estadual da Paraíba
2021	Eduardo Cardoso de Souza	Níveis de maturidade e capacidade de Pensamento Computacional dos alunos ao término do Ensino Fundamental explicados por modelos de equações estruturais: uma investigação dos fatores de chances por meio de ajustes de regressão logística	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
	Lucas Gabriel Ribeiro de Souza	Estimulando o Pensamento Computacional e o estudo de Matemática por meio da construção de fractais no Scratch: uma proposta didática para alunos do Ensino Médio	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

FONTE: Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (2022).

Ainda na fase da pré-análise, identificamos algumas características sobre os estudos selecionados. Percebemos que as publicações que abordam o desenvolvimento do PC na disciplina de Matemática são recentes, conforme aponta o GRÁFICO 1, e se intensificaram a partir de 2018. Pontua-se que a data da busca ocorreu em meados de 2022, o que impacta na quantidade de estudos obtida para esse ano.

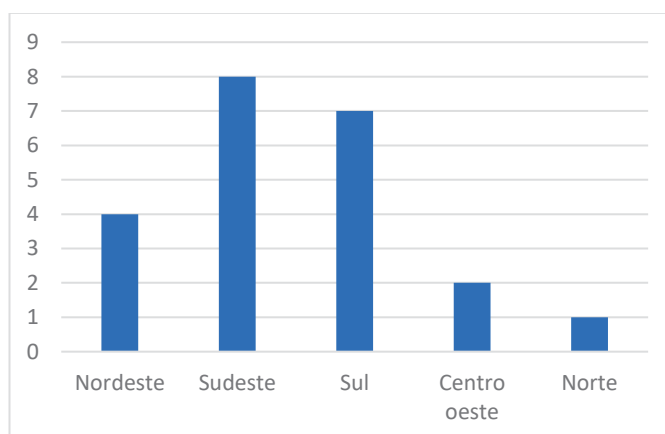
GRÁFICO 1 - QUANTIDADE DE ESTUDOS SOBRE O PC RELACIONADO À MATEMÁTICA POR ANO DE PUBLICAÇÃO



FONTE: A autora (2023).

Outro dado obtido na fase da pré-análise se refere às instituições vinculadas aos pesquisadores de PC na Matemática. Percebemos, conforme ilustrado no GRÁFICO 2, que há representatividade de pesquisa na área em todas as regiões do país. Contudo, nota-se que há predomínio de estudos nas Regiões Sul e Sudeste.

GRÁFICO 2 – DISTRIBUIÇÃO DOS ESTUDOS SOBRE PENSAMENTO COMPUTACIONAL NA MATEMÁTICA POR REGIÃO



FONTE: A autora (2023).

Ainda na pré-análise, notamos que 11 estudos foram realizados em programas de mestrado acadêmico, sete em programas de Mestrado Profissional e quatro eram pesquisas de Doutorado. Do total, 16 trabalhos apresentaram propostas didáticas com estudantes. Desses, 12 eram voltados às séries finais do Ensino Fundamental e quatro às séries do Ensino Médio. Ainda considerando os estudos envolvendo estudantes, verificamos que 14 desses envolveram escolas da rede pública e um dos abordou o PC com estudantes brasileiros e chilenos.

Depois da pré-análise, realizamos a fase de categorização dos dados, que teve como base as questões estabelecidas previamente. Buscamos, primeiramente, possíveis conceitos matemáticos que eram mencionados nos estudos. Depois, os procedimentos e resultados dos trabalhos foram categorizados para identificação das abordagens utilizadas no desenvolvimento do PC e de possíveis relações estabelecidas entre ele e a Matemática.

5.2.3 A apresentação do MS_1

A fase de apresentação do MS é pautada no “tratamento dos dados e na divulgação do portfólio bibliográfico final, buscando estabelecer conexões e/ou semelhanças entre os estudos” (MOTTA, 2021, p. 47). Para a apresentação do presente MS, os dados foram analisados a partir das questões elaboradas, apresentadas na sequência do texto.

Q1: Quais os principais conteúdos matemáticos explorados no desenvolvimento do Pensamento Computacional?

Para a identificação dos principais conteúdos matemáticos abordados nos estudos sobre PC no âmbito da disciplina, codificamos os termos que remetiam a conceitos matemáticos. Essa codificação possibilitou a identificação dos principais conteúdos, que, em sua maioria, relacionam-se com a Álgebra e com a Geometria. Não foi preciso categorizar os estudos em focos distintos, pois nosso interesse é verificar de forma macro quais eram os conteúdos abordados na exploração do PC.

O plano cartesiano é abordado nos trabalhos de Barcelos (2014) e Evaristo (2019). Equações, expressões e demais conteúdos da Álgebra aparecem nos estudos de Barcelos (2014), Santos (2018a), Eliel (2019), Pucci (2019), Riboldi (2019), Duda

(2020) e Schneider (2020). A geometria plana e espacial é mencionada nos estudos de Santos (2018a), Evaristo (2019), Silva (2019), Viana (2020) e Souza (2021b). A aritmética é mobilizada nas pesquisas de Nunes (2013) e Pereira (2019) e o tratamento de dados nos estudos de Costa (2017) e Ferreira (2020).

A síntese dos conteúdos matemáticos observados é indicada no QUADRO 9.

QUADRO 9 – CONTEÚDOS MATEMÁTICOS ABORDADOS NAS PESQUISAS SOBRE PC

Conteúdo matemático	Estudos
Geometria analítica	Barcelos (2014); Evaristo (2019).
Álgebra	Barcelos (2014); Santos (2018a); Eliel (2019); Pucci (2019); Riboldi (2019); Duda (2020); Schneider (2020).
Geometria plana e espacial	Santos (2018a), Evaristo (2019), Silva (2019), Viana (2020) e Souza (2021b).
Aritmética	Nunes (2013); Pereira (2019).
Estatística	Costa (2017); Ferreira (2020).

Fonte: A autora (2023).

Alguns estudos não mencionam um conteúdo ou conceito específico (MESTRE, 2017; CARVALHO, 2018; SANTOS, 2018b; SANTOS, 2019; FERNANDES, 2020; SILVA, 2020; SOUZA, 2021a).

Notamos muitos conteúdos matemáticos ainda não foram explorados por pesquisadores, no desenvolvimento do PC de estudantes, o que mostra uma lacuna para pesquisas futuras.

Q2: Quais as principais estratégias utilizadas para o desenvolvimento do Pensamento Computacional?

A codificação relacionada às estratégias utilizadas nos estudos possibilitou o estabelecimento de três categorias (Focos de abordagem do PC) e suas respectivas subcategorias (Subfocos), conforme identificado no QUADRO 10.

QUADRO 10 - FOCOS DAS PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS UTILIZADAS PARA DESENVOLVIMENTO DO PC NA DISCIPLINA DE MATEMÁTICA

Foco de abordagem do PC	Subfoco	Estudos
Programação	Programação Visual	BARCELOS (2014); CARVALHO (2017); SANTOS (2018b); EVARISTO (2019); PUCCI (2019); RIBOLDI (2019); DUDA (2020); FERNANDES (2020); FERREIRA (2020); VIANA (2020).
	Linguagem de programação	PEREIRA (2019).
	Propostas didáticas	NUNES (2013); SILVA (2019); SOUZA (2021b).
Computação desplugada	Elaboração e análise de questões	COSTA (2017); MESTRE (2017); SILVA (2020).
	Atividades de PC com estudantes	SANTOS (2019); SCHNEIDER (2020); SOUZA (2021a).
Robótica	Formação de professores	SANTOS (2018a).
	Arduíno (Scratch)	SILVA (2018).

FONTE: A autora (2023).

A maioria dos estudos se configurou no primeiro foco de abordagem, correspondendo a aproximadamente 64% deles. As abordagens relacionadas a esse foco indicam que diferentes softwares vêm sendo explorados por professores de Matemática, em diferentes níveis de ensino. Observamos que os professores não se preocuparam apenas em ensinar para os estudantes a utilizar os softwares abordados, mas a desenvolver programações que os auxiliem a resolver problemas.

Mesmo que o foco não tenha sido o ensino da programação específica, notamos um conhecimento aprofundado por parte dos pesquisadores sobre as ferramentas utilizadas. Ao descreverem seus procedimentos, eles relatam que os softwares escolhidos não são complexos em demasia e que podem ser explorados em sala de aula.

A maior parte dos estudos do primeiro foco, a programação, referiu-se à utilização de softwares de PV (aproximadamente 71%). A possibilidade de se programar em um ambiente mais intuitivo, por meio de blocos, estimulou que professores desafiassem os estudantes a programar. Nesse cenário, houve o predomínio do uso do software Scratch, que se mostra como um recurso que favorece o desenvolvimento do PC nessa categoria.

Percebemos que a maioria dos pesquisadores enquadrados no foco de programação desenvolveu atividades com estudantes da 8ª e 9ª série do Ensino

Fundamental (SANTOS, 2018b; EVARISTO, 2019; PEREIRA, 2019; PUCCI, 2019; RIBOLDI, 2019; FERNANDES, 2020; FERREIRA, 2020; VIANA, 2020). Identificamos ausência de estudos com participação de estudantes de 6º e 7º ano do Ensino Fundamental.

Com relação ao Ensino Médio, Barcelos (2014) realizou uma oficina no Brasil e no Chile com estudantes para a produção de jogos digitais no Scratch. Carvalho (2018) aliou a Modelagem Matemática com o uso do Scratch para abordar conteúdos de Álgebra. Duda (2020) objetivou estimular o pensamento algébrico de estudantes da 1ª série do Ensino Médio, com a mediação do software App Inventor 2.

Alguns estudos indicam propostas didáticas para que professores abordem programação em suas aulas de Matemática. Nesse sentido, Nunes (2013) apresenta uma sugestão para o uso do software Portugol. Silva (2019), por sua vez, traz atividades a partir da plataforma Code.org para que professores de Matemática abordem a programação nas séries finais do Ensino Fundamental. Por fim, Souza (2021) elaborou uma proposta de sequência didática destinada a professores do Ensino Médio, para estimular o estudo de Matemática e o desenvolvimento do PC por meio da construção de fractais no Scratch.

A síntese das abordagens para o desenvolvimento do PC na disciplina de Matemática, a partir do primeiro foco de análise, está representada na FIGURA 10.

FIGURA 10 - SÍNTESE DO PRIMEIRO FOCO DE ABORDAGEM DO PC - PROGRAMAÇÃO



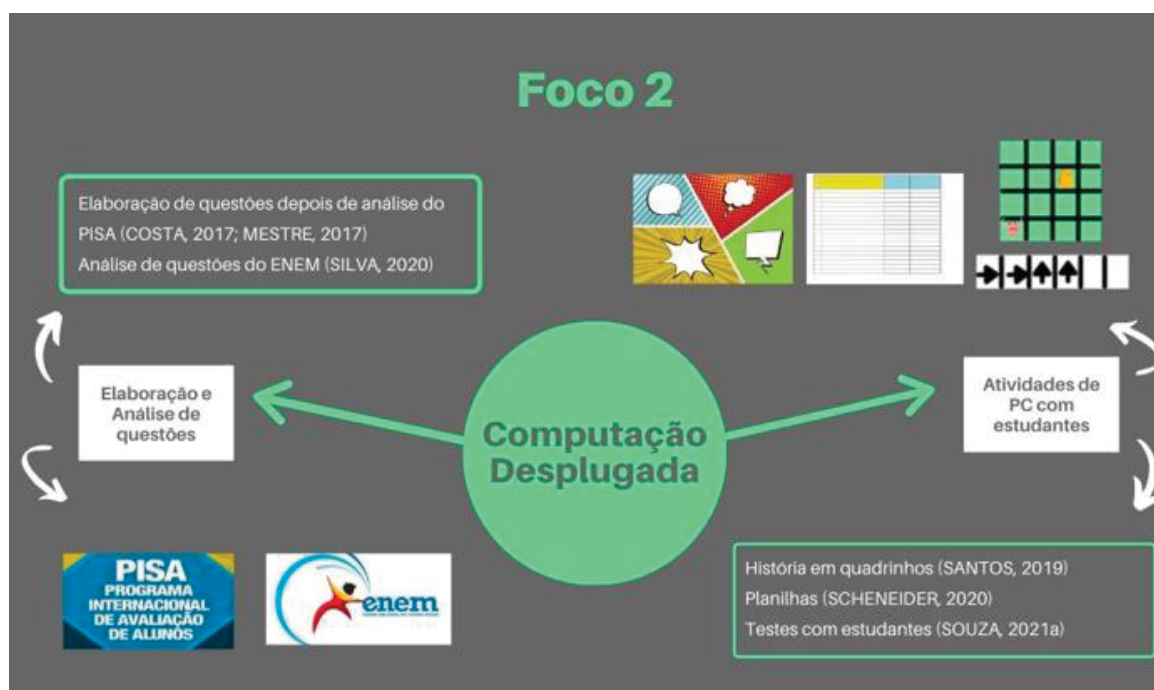
FONTE: A autora (2023).

O segundo foco de abordagens para o desenvolvimento do PC se refere à Computação Desplugada, presente em aproximadamente 27% dos estudos. Metade desses analisa e propõe questões de matemática, tanto do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA) quanto do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Reconhece-se a importância de se analisar questões de matemática e buscar nelas elementos do PC. As pesquisas de Costa (2017), Mestre (2017) e Silva (2020), que focaram nesse viés, mostraram como o PC pode ser útil para resolução de problemas matemáticos.

No Foco 2, também identificamos estudos que utilizaram Histórias em Quadrinhos com estudantes de 9º Ano do Ensino Fundamental, a partir de uma estratégia interdisciplinar (SANTOS, 2019). Outra forma de explorar a Computação Desplugada ocorreu com uso de planilhas com estudantes de 8º Ano (SCHNEIDER, 2020). O trabalho de SOUZA (2021a) realizou testes com estudantes concluintes do Ensino Fundamental, para medição dos níveis de capacidade do PC.

A síntese das abordagens presentes no Foco 2 é apresentada na FIGURA 11.

FIGURA 11 - SÍNTESE DO SEGUNDO FOCO DE ABORDAGEM DO PC – COMPUTAÇÃO DESPLUGADA



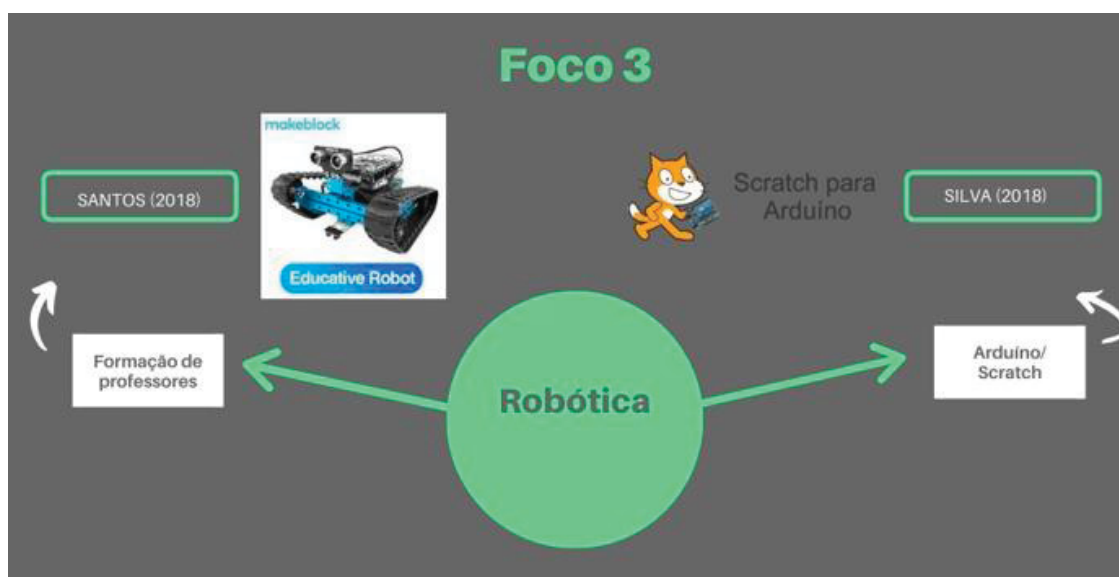
FONTE: A autora (2023).

O último eixo, intitulado Robótica, conta com dois estudos, o equivalente a 9% do total. Nesse eixo, o trabalho de Santos (2018) aborda a formação docente inicial e continuada para o uso da abordagem da robótica na Educação Básica. Santos (2018) faz uso do dispositivo na forma de kit de montagem fornecido pela empresa *MakeBlock*. O kit possibilita que sejam definidos os comandos do robô por meio de PV.

Também no terceiro eixo, a pesquisa de Silva (2018) aborda a utilização de kits de robótica Arduino Uno e programação com o software Scratch for Arduino. A abordagem envolveu estudantes de 9º Ano do Ensino Fundamental, visando promover o PC e atribuir significado ao resto da divisão euclidiana e à congruência entre números inteiros.

A síntese do terceiro foco é apresentada na FIGURA 12.

FIGURA 12 - SÍNTESE DO TERCEIRO FOCO DE ABORDAGEM DO PC – ROBÓTICA



FONTE: A autora (2023).

Tanto no foco de Computação Desplugada como no de Robótica, notamos ausência de aplicação de atividades com estudantes do 6º e 7º Ano do Ensino Fundamental, assim como se identificou na categoria de Programação.

Q3: Como se relacionam os conhecimentos matemáticos com o Pensamento Computacional?

Nem todos os estudos apresentaram possíveis relações entre os conhecimentos matemáticos e o PC. Contudo, a partir da codificação, foi possível estabelecer três focos de análise para esse quesito, conforme se indica no QUADRO 11.

QUADRO 11 - FOCOS DAS RELAÇÕES ENTRE O PC E A MATEMÁTICA

Foco	Estudos
Relação entre os processos do PC e a Matemática	BARCELOS (2014); SILVA (2018); PEREIRA (2019); SILVA (2019); SCHNEIDER (2020); SILVA (2020); VIANA (2020).
Relações entre as habilidades desenvolvidas no PC e aprendizagem matemática	COSTA (2017); MESTRE (2017); FERREIRA (2020).
Implicações do PC na Matemática e da Matemática no PC	NUNES (2013); CARVALHO (2018); SANTOS (2018b); PUCCI (2019); DUDA (2020); SOUZA (2021a).

FONTE: A autora (2023).

Antes da exposição sobre os estudos enquadrados em cada eixo, convém pontuarmos que os termos ‘habilidades’ e ‘processos’ são apresentados como sinônimos por alguns pesquisadores. Contudo, na categorização do MS, consideramos que os processos do PC são os apontados por Brackmann (2017): a abstração, a decomposição, o reconhecimento de padrão e o algoritmo. Já as habilidades se referem à criatividade, resolução de problemas, inventividade e demais aptidões apontadas como consequência do desenvolvimento do PC.

O primeiro foco revela relações entre os processos inerentes ao PC e a Matemática. Seis estudos evidenciam essas aproximações. Barcelos (2014) aponta como principal relação a identificação de padrões. Silva (2018) também menciona o reconhecimento de padrões e, indica a decomposição do problema e o uso do algoritmo como fatores comuns ao PC e à Matemática. Pereira (2019) pontua a similaridade do uso de algoritmos com a linguagem algébrica, destacando também a identificação de padrões. Schneider (2020) vem ao encontro desse autor, mencionando que os próprios estudantes reconheceram similaridades entre expressões algébrica e algoritmos.

Ainda com relação ao primeiro foco, Silva (2019) estabelece relações entre habilidades a serem desenvolvidas na disciplina de Matemática, tal como indicado na BNCC, e os processos do PC. Como exemplo, o autor compara o uso de algoritmo com a localização no espaço. Ele também menciona a identificação de padrão aliada à habilidade de coleta, classificação e representação de dados em tabelas simples.

Em uma análise de questões do ENEM, Silva (2020) identificou que um processo comum à Matemática e ao PC é o reconhecimento de padrões. Viana (2020) corrobora com a autora, mencionando que a abstração presente no PC e o reconhecimento das propriedades de figuras geométricas apresentam similaridades.

O segundo foco, relativo aos impactos das habilidades provenientes do PC na disciplina de Matemática, é caracterizado, principalmente, pela menção à resolução de problemas. Costa (2017), Mestre (2017) e Ferreira (2020) concordam que o PC repercute em aptidões que favorecem o estudante em sua capacidade de resolver problemas. Os pesquisadores apontam que a utilização de abordagens que desenvolvem o PC favorece o trabalho em equipe, a criatividade e o protagonismo estudantil, habilidades consideradas relevantes para o aprendizado.

Com relação ao terceiro foco, a pesquisadora Nunes (2013), que elaborou atividades no Portugal, identificou que conhecimentos prévios de Matemática podem auxiliar o estudante a realizar atividades de Matemática. A autora também afirma que conceitos prévios sobre programação podem contribuir com a resolução de operações matemáticas.

Carvalho (2018) vem ao encontro dos entendimentos de Nunes (2013), ao mencionar que a programação proporciona tanto o aprendizado de uma linguagem de programação como dos conteúdos matemáticos que são subjacentes a ela. No mesmo sentido, Santos (2018b) menciona que o PC é uma alternativa para o ensino de Matemática, possibilitando que o estudante desenvolva lógica de programação e lógica matemática.

Pucci (2019) apresenta relações entre conceitos que podem interagir no âmbito do PC e da Matemática, sendo eles o evento, a sequência numérica, os operadores e as condicionais. Na mesma perspectiva de estabelecer relações entre conceitos, Duda (2020) afirma que a possibilidade de manipular blocos, na PV, é semelhante à manipulação algébrica. O autor também compreende que a abstração lógico-matemática está presente em atividades relacionadas ao PC, pois é necessário que o

usuário compreenda conceitos concretos (as unidades gráficas presentes na tela do computador), ao mesmo tempo que realiza construções mentais, de forma abstrata.

A pesquisa de Souza (2021a) traz dados quantitativos sobre o desempenho de estudantes concluintes do Ensino Fundamental com relação ao PC. Ele concluiu que “A chance de um aluno com desempenho excelente em Matemática ter um Pensamento Computacional adequado é 2,3 vezes a de um aluno com desempenho insuficiente na disciplina”. Desse modo, ratifica-se a possibilidade da existência de relações entre o PC e o PM.

Com base nos três eixos relacionados à identificação de relações entre o PC e a Matemática, buscou-se extrair os elementos mais mencionados nos estudos, na perspectiva de sintetizá-los. Essa síntese está ilustrada na FIGURA 13.

FIGURA 13 - SÍNTESE DAS RELAÇÕES ENTRE O PC E A MATEMÁTICA



FONTE: A autora (2023).

Identificamos, assim, o reconhecimento de padrões e o uso de algoritmos como características presentes na interseção do PC e da Matemática. A resolução de problemas e o uso de conceitos da matemática no PC também foram caracterizados como relações possíveis. Quando os dados da pesquisa foram analisados, as relações identificadas nesse primeiro mapeamento sistemático foram revisitadas para subsidiar o processo de inferência e interpretação.

5.2.4 Considerações sobre o MS_1: PC na disciplina de Matemática

O MS desenvolvido visou identificar dissertações e teses que versam sobre o Pensamento Computacional no âmbito da disciplina de Matemática. Ao encontro desse intento, verificamos conteúdos, abordagens e estabelecimento de aproximações entre a Matemática e o desenvolvimento do PC.

O MS foi realizado com base em um roteiro sugerido e descrito por Motta (2021), o que culminou na elaboração de um protocolo investigativo norteado por três questões: QP1: Quais os principais conteúdos matemáticos explorados no desenvolvimento do Pensamento Computacional? QP2: Quais as principais estratégias utilizadas para o desenvolvimento do Pensamento Computacional? QP3: Como se relacionam os conhecimentos matemáticos com o Pensamento Computacional?

A partir da aplicação do protocolo, foram realizadas buscas no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes e selecionados 22 estudos, que foram codificados e categorizados. Para a QP1, um único foco de análise buscou verificar os conteúdos matemáticos explorados. Para a QP2, emergiram três focos de estratégias para o desenvolvimento do PC. Na busca por responder a QP3, nos deparamos com três focos de relações entre a Matemática e o PC.

A análise mostrou que o principal software utilizado por professores de Matemática para o desenvolvimento do PC é o Scratch. Entre as abordagens possíveis, destaca-se a PV, a Computação Desplugada e a Robótica. Identificamos que diferentes conteúdos matemáticos vêm sendo abordados em paralelo às abordagens de PC, principalmente os relacionados à álgebra e geometria.

Os 22 estudos analisados mostram que há diferentes possibilidades para o docente que deseja explorar o PC, em diferentes níveis de ensino. As abordagens identificadas se referiram à análise de questões de matemática em exames de larga escala, elaboração de questões, uso de softwares diferenciados como o GeoGebra, o Scratch e a plataforma Code.org. Alguns pesquisadores também exploraram a Robótica e a Computação Desplugada.

Notamos que a maioria dos pesquisadores que realizou atividades com estudantes, de forma presencial, optou por incentivar o trabalho em equipe, com foco em desenvolvimento de habilidades e protagonismo estudantil. Um fator observado é

que a maior parte das pesquisas de campo foi realizada no ambiente da escola pública, o que revela a possibilidade de democratização do PC.

Percebemos que a introdução do PC nas instituições de ensino é possível e perpassa por diferentes abordagens e metodologias. Cabe ao professor interessado em oportunizar aos estudantes o desenvolvimento desse pensamento escolher os recursos e ferramentas que se enquadrem em seu contexto pedagógico.

Por fim, inferimos algumas possibilidades de relações entre a Matemática e o PC, tais como o reconhecimento de padrões e o uso de algoritmos. A resolução de problemas também foi caracterizada como uma habilidade proveniente do PC relevante para a Matemática. Destacamos o estudo de Duda (2020) que evidenciou a presença da abstração lógico-matemática no PC, normalmente caracterizado pelo seu processo de abstração. Outro estudo relevante para o MS, principalmente considerando o ensino no qual ele está inserido, é o de Souza (2021a). Em sua tese, o pesquisador apresenta dados quantitativos que mostram que estudantes com melhor desempenho em Matemática apresentam ótimos resultados em atividades relacionadas ao PC.

O MS indica que outros estudos podem ser realizados sobre o desenvolvimento do PC aliado a conceitos matemáticos diferenciados. Uma lacuna identificada se refere a aplicações de práticas com estudantes do 6º e 7º Ano do Ensino Fundamental. Também destacamos que, embora as pesquisas tratem da abordagem do PC no contexto da disciplina de Matemática, elas não fazem uso de uma teoria específica, como a do PM de Dreyfus (1991). Isso revela a importância de se buscar compreensões sobre as relações entre o PM e o PC, tendo como base uma teoria que possa trazer elementos significativos para isso, tal como realizamos nesta investigação.

5.3 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DE LITERATURA 2: PENSAMENTO MATEMÁTICO NA EDUCAÇÃO BÁSICA NO BRASIL

Embora a maioria das pesquisas relacionadas ao PM se configurem no contexto do Ensino Superior, mencionamos que ele já foi pesquisado no Brasil no âmbito da Educação Básica. Nos interessa verificar as contribuições dessas investigações, uma vez que direcionamos o curso de formação para professores de

Matemática desse nível escolar. Para isso, aplicamos o protocolo de MS previamente descrito, conforme indicamos a seguir.

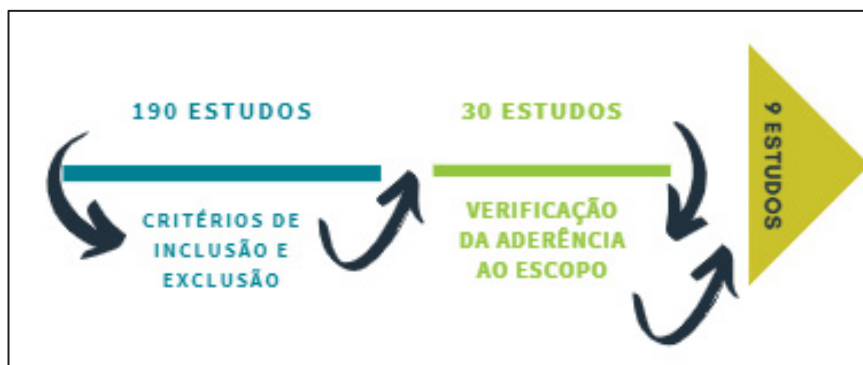
5.3.1 A condução do MS_2

A partir dos descritores estabelecidos procedemos com o protocolo para a realização do segundo MS no Google Acadêmico e obtivemos 190 resultados¹⁵. Em seguida, procedemos com a adoção dos critérios de inclusão e exclusão, selecionando pesquisas que abordassem o PM na Educação Básica no contexto nacional e retirando aquelas que não tinham um determinado embasamento teórico para se referir ao PM. Esses procedimentos culminaram em 30 resultados.

Os estudos incluídos foram submetidos, a seguir, a análise de qualidade para verificação da aderência ao escopo do MS. As introduções dos trabalhos foram lidas e como corpus de análise obtivemos nove trabalhos.

A FIGURA 14 apresenta a síntese da condução do MS.

FIGURA 14 – SÍNTESE DO MS_2 SOBRE O PM NA EDUCAÇÃO BÁSICA



FONTE: A autora (2023).

5.3.2 A descrição do MS_2

Tal como fizemos no MS_1, organizamos os estudos com o auxílio de uma planilha eletrônica, para identificação dos metadados. Os nove trabalhos selecionados estão indicados no QUADRO 12.

¹⁵ A busca foi realizada no dia 19/01/2022.

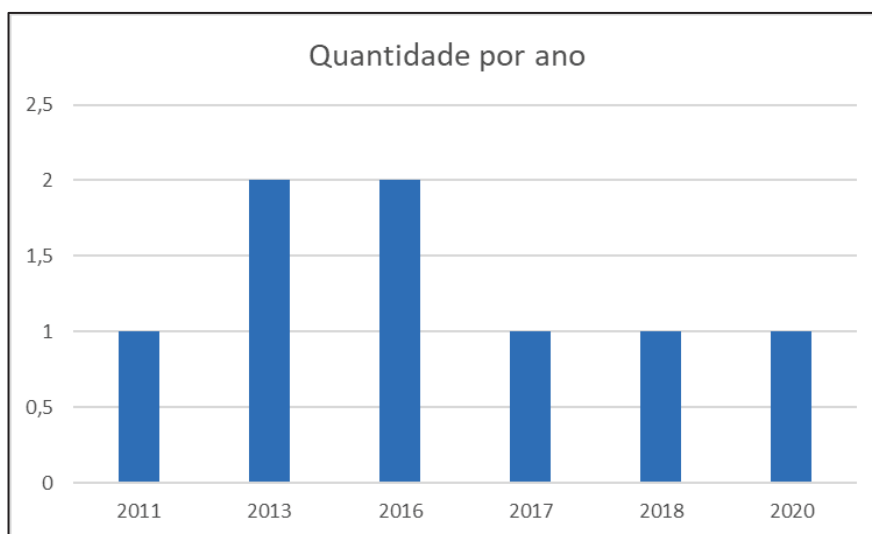
QUADRO 12 – ESTUDOS PRÉVIOS SOBRE O PM NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Ano de Publicação	Autores	Título
2011	Adriana Tiago Castro dos Santos	O ensino da função logarítmica por meio de uma sequência didática ao explorar suas representações com o uso do software GeoGebra
2013	Laís Cristina Viel Gereti Alessandra Senes Marins Daniele Peres da Silva Angela Marta Pereira das Dores Savioli	Pensamento matemático avançado e pensamento algébrico evidenciados em tarefas de sistemas de equações lineares
	Edilaine Pereira da Silva	Aspectos do pensamento algébrico e da linguagem manifestados por estudantes do 6º ano em um experimento de ensino
2016	Daniele Cristina Gonçalves Maria Auxiliadora Lage	Formas de pensamento matemático evidenciadas em conceitos básicos de trigonometria
	Marciane Linhares Carlos Márcia Rodrigues Notare	Parâmetros no GeoGebra: Um Estudo sobre a Circunferência
2017	Marcelo Souza Motta	O software de programação Robomind e suas contribuições ao pensamento matemático
2018	Marcos Lopes de Oliveira	Generalização de padrões e tecnologias digitais: estratégias didáticas para a aprendizagem
2020	André Pereira da Costa	Abstrações em geometria: uma alternativa para análise do pensamento geométrico
	Felipe Da Silva Souza Wagner Gomes Barroso Abrantes	O pensamento matemático avançado a partir de questões sobre funções elementares no Ensino Médio

FONTE: A autora (2023).

Para a realização do processo de categorização, procedemos com a pré-análise dos estudos, com a realização da leitura flutuante dos resumos e introdução dos textos, que culminou na criação de uma nuvem de palavras, como indicamos na FIGURA 15.

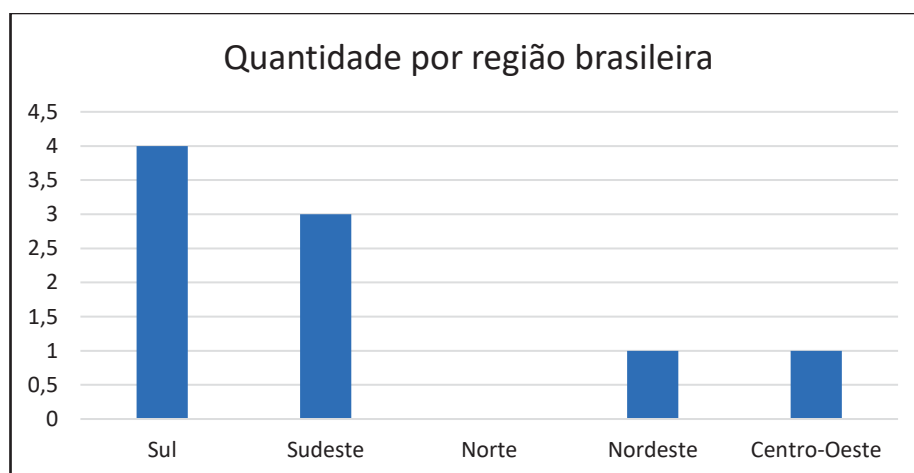
GRÁFICO 3 – QUANTIDADE DE PUBLICAÇÕES SOBRE PM SELECIONADAS POR ANO



FONTE: A autora (2023).

Com relação à região dos autores das pesquisas, conforme mostramos no GRÁFICO 4, há predomínio das regiões Sul e Sudeste.

GRÁFICO 4 – DISTRIBUIÇÃO DOS ESTUDOS SOBRE PM NA EDUCAÇÃO BÁSICA POR REGIÃO



FONTE: A autora (2023).

Identificamos também que três estudos se referiam a dissertações de mestrado acadêmico, três estavam publicadas em anais de eventos e três relatavam pesquisas publicadas em periódicos nacionais.

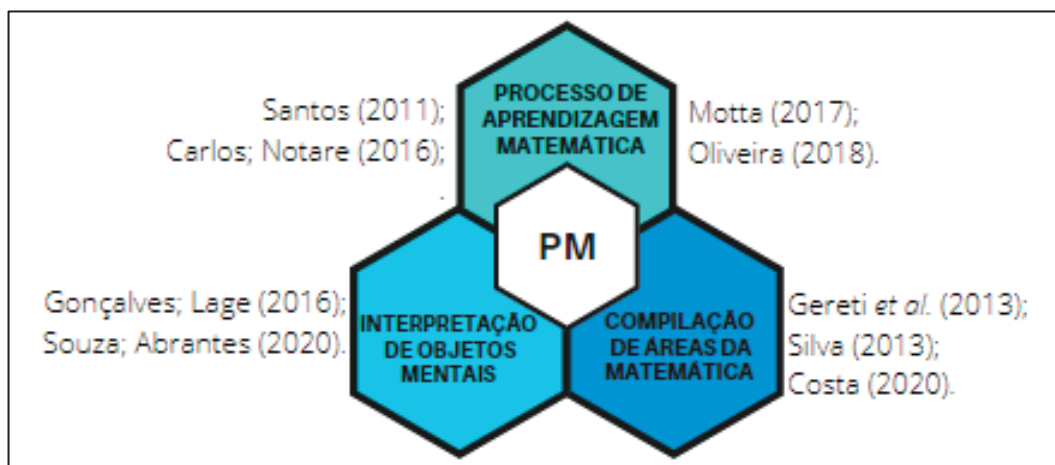
5.3.3 A apresentação do MS_2

Tal como procedemos no MS_1, a apresentação do segundo mapeamento realizado se pautou nas questões previamente estabelecidas: (a) Quais são as compreensões sobre PM na Educação Básica?; (b) Como o PM é estimulado na Educação Básica no Brasil?. Trazemos as considerações sobre essas questões na sequência do texto.

Q1: Quais são as compreensões sobre PM na Educação Básica?

Inicialmente, buscamos identificar quais eram as compreensões teóricas apresentadas pelos pesquisadores nos estudos selecionados. A leitura dos trabalhos permitiu que fosse realizada uma categorização, conforme indicamos na FIGURA 16.

FIGURA 16 – EIXOS DA COMPREENSÃO SOBRE PM IDENTIFICADOS NAS PESQUISAS DO MS



FONTE: A autora (2023).

O primeiro eixo contempla a compreensão do PM como um processo que possibilita que o indivíduo avance na forma de pensar matematicamente, a partir de processos descritos na literatura. Nessa concepção, o PM pode não ser considerado definitivamente como PME ou PMA, já que sempre é possível avançar nas abstrações e representações na aprendizagem de Matemática. Essa compreensão foi importante para o desenvolvimento desta pesquisa, uma vez que entendemos o PM a partir dessa perspectiva.

O trabalho de Santos (2011), por exemplo, foca nos processos de representação e abstração para analisar se estudantes da Educação Básica avançariam na aprendizagem de função logarítmica, a partir de uma sequência didática. Ela concluiu que ocorreu avanço nesses processos e sugere que os professores escolham situações-problemas que possam dar oportunidade aos estudantes de elaborar e testar hipóteses, conjecturar e investigar.

Carlos e Notare (2016) caracterizam o PM como um processo que aprofunda as habilidades de formalização, abstração, generalização, síntese e representação. Como habilidades, podem ser desenvolvidas e aprimoradas na escola, em processos ininterruptos.

No mesmo viés, Motta (2017) destaca os processos de representar, deduzir, conjecturar, generalizar, abstrair e visualizar como elementos do PM. O autor menciona o ciclo de desenvolvimento de tal pensamento, que perpassa pelo ato criativo diante de um problema, pela elaboração de conjecturas e definição de estratégias para resolução e finaliza com refinamento e prova.

Oliveira (2018) também compreende o PM como um processo que envolve abstrações e representações. Ele defende que esse pensamento pode se manifestar de forma menos ou mais avançada, o que permite que o sujeito parta de uma reflexão inicial para uma mais aprofundada.

Em uma outra perspectiva, O PM é compreendido como uma fusão entre os diferentes pensamentos que são inerentes à matemática, como o pensamento algébrico e o pensamento geométrico. Nesse eixo, Gereti *et al.* (2013) relacionam o PMA com o Pensamento Algébrico (PA). As autoras contemplam a abstração e a representação para caracterizar o PMA, indicando possibilidades de representações simbólicas e mentais. Elas consideram que é possível inferir se estudantes do Ensino Médio estão desenvolvendo o PMA, se eles apresentarem, na resolução de situações-problemas, as seguintes ações: analisar, organizar informações, classificar, compreender e utilizar o enunciado, definir, verificar, reconhecer símbolos, realizar operações algébricas, traduzir e representar.

Silva (2013) também apresenta aproximações entre o PM e o PA e incentiva que os processos que estão envolvidos nesses pensamentos sejam desenvolvidos já nas séries iniciais do Ensino Fundamental. Os processos mencionados pela autora são: generalização, abstração, pensamento analítico, pensamento dinâmico, modelagem e organização.

Já Costa (2020) indica o pensamento geométrico como parte do PM. Segundo ele, no desenvolvimento das compreensões de conceitos da Geometria, o estudante desenvolve a abstração. Nesse sentido:

[...] o pensamento geométrico é caracterizado por abstrações de natureza geométrica: abstração geométrica espacial, abstração geométrica perceptiva, abstração geométrica analítica, abstração geométrica descritiva, abstração geométrica dedutiva e abstração geométrica hipotética ou teórica (COSTA, 2020, p. 141).

Com relação ao terceiro eixo, o PM é caracterizado diante da possibilidade de construção de um objeto mental pelo sujeito. Tal construção é caracterizada como algo mais definitivo e indica que o estudante atingiu o patamar do PMA, o que pode ser identificado e mensurado pelo professor.

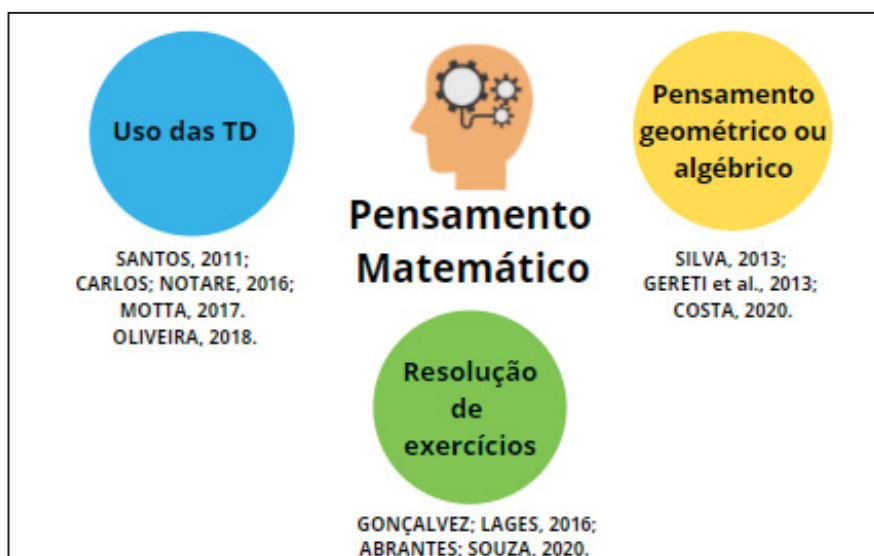
Nesse sentido, Gonçalves e Lage (2016) consideram que os indivíduos podem desenvolver “hábitos de pensamento matemático”, que se referem à visualização, busca de regularidades, experiências e explorações e descrição de relações e processos.

Abrantes e Souza (2020) consideram que o PMA pode ser inferido a partir da análise da resolução de exercícios de estudantes, a partir dos processos de abstração e representação e seus respectivos subprocessos. Para isso, o estudante manipula objetos mentais que se relacionam com conceitos matemáticos.

Q2: Como o PM é estimulado na Educação Básica no Brasil?

Para melhor compreensão sobre o modo como o PM tem sido incentivado na Educação Básica, procuramos categorizar os estudos considerando a QP_2^a. Identificamos que os pesquisadores abordaram o PM a partir de três principais propostas: (a) o uso das TD; (b) a análise do pensamento algébrico ou geométrico; (c) a busca dos processos do PM em resolução de exercícios (Ver FIGURA 17).

FIGURA 17 – ABORDAGEM DO PENSAMENTO MATEMÁTICO NA EDUCAÇÃO BÁSICA



FONTE: A autora (2023).

O primeiro trabalho que identificamos que alia as TD com o PM foi o de Santos (2011), que investigou o desenvolvimento do PMA de estudantes de 3ª série do Ensino Médio, a partir do conteúdo de função logarítmica, com intermédio do software GeoGebra. Os processos verificados pela autora nas atividades dos estudantes foram a generalização, mudança de representação, a observação e a abstração. A autora destaca a utilização das TD como aliada na ampliação do repertório de representação dos estudantes, a partir de mediação constante dos professores.

O software GeoGebra aparece também nas pesquisas de Carlos e Notare (2016) e Oliveira (2018). Carlos e Notare (2016) investigaram as contribuições do software para o desenvolvimento do PM de estudantes da 3ª série do Ensino Médio, a partir de conceitos de Geometria Analítica. Eles identificaram que o uso do recurso computacional possibilitou que os estudantes ampliassem as possibilidades de representação gráfica e algébrica da circunferência, além de possibilitar que eles generalizassem raciocínios utilizados nos processos de resolução e interpretação de problemas.

Oliveira (2018) também abordou o uso do GeoGebra no desenvolvimento de um processo relacionado ao PC: a generalização. A investigação envolveu estudantes do 9º Ano do Ensino Fundamental e sequências didáticas envolvendo o uso do software GeoGebra. Diferentemente do que apontaram as outras pesquisas que investigaram o recurso no desenvolvimento do PM, o pesquisador indica que os discentes não conseguiram desenvolver os processos de representação e síntese.

Contudo, ele indica avanços na compreensão sobre o raciocínio matemático, afirmando que os estudantes conseguiram estabelecer algumas generalizações.

O estudo sobre a teoria do PM revela que ele demanda abstrações e representações que se relacionam com um determinado amadurecimento por parte do estudante (DREYFUS, 1991). Desse modo, é compreensível que as pesquisas que abordaram o uso de um recurso computacional em níveis diferentes de ensino (9º Ano do Ensino Fundamental e 3ª série do Ensino Médio) apresentem diferentes resultados quanto ao nível de representação e abstração dos estudantes.

O uso das TD também se fez presente no trabalho de Motta (2017), a partir do software Robomind. O pesquisador verificou que diferentes processos estão presentes no processo de programação no recurso digital, a saber:

o processo mental de representação se caracteriza pela construção das notações dos scripts expressando um conhecimento implícito sobre os conceitos matemáticos; a dedução fica evidenciada quando o aluno necessita empregar as propriedades de um determinado conceito matemático; [...] a generalização ocorre quando o aluno manipula o software em uma situação particular e expande seu conhecimento para situações semelhantes; a abstração é desenvolvido à medida que o aluno interage com as estruturas matemáticas presentes no RoboMind, isto é, relacionando o caminho desenvolvido pelo robô com as propriedades dos objetos matemáticos [...] (MOTTA, 2017, p. 126).

Desse modo, notamos que um recurso que é utilizado para o desenvolvimento do PC também possibilita o aprimoramento do PM, tal como descrito por Motta (2017) ao evidenciar os processos de representação, dedução, generalização e abstração.

Alguns pesquisadores analisaram uma parte do PM do estudante, representado em processos algébricos ou geométricos (SILVA, 2013; GERETI *et al.*, 2013; COSTA, 2020).

Silva (2013) investigou o pensamento algébrico de estudantes de 6º ano do Ensino Fundamental. A autora propôs o desenvolvimento de diferentes atividades e verificou que os estudantes conseguiram desenvolver a capacidade de representação, por meio da utilização de símbolos convencionais ou não convencionais. Além disso, eles foram capazes de estabelecer relações entre grandezas, e permearam em possibilidades diferentes de pensamento: ingênuo, limitante ou algébrico.

Gereti *et al.* (2013) realizaram uma pesquisa com estudantes da 2ª série do Ensino Médio, para verificar indícios do PMA e do pensamento algébrico em tarefas

de Sistemas de Equações Lineares. As pesquisadoras apontam que todos os estudantes utilizaram os processos do PMA, já que:

[...] analisaram as informações do problema; definiram e verificaram importantes conceitos para a resolução do problema; construíram modelos matemáticos; reconheceram símbolos; utilizaram diferentes linguagens em uma mesma resolução; transitaram em duas ou mais representações, entre outros. [...] alguns participantes desse estudo manifestaram o processo de abstração, uma vez que generalizaram e sintetizaram, o que sinaliza que esses estudantes possuem uma gama de conhecimentos de modo que construíram, identificaram e organizaram estruturas mentais a fim de resolver o problema (GERETI *et al.*, 2013, p. 1926).

Utilizar os processos do PMA, tal como apontam as pesquisadoras, não significa que o estudante já atingiu um determinado patamar do PM, uma vez que o processo de desenvolvimento cognitivo é contínuo. Mas os indícios apontados revelam que os estudantes permeavam em uma compreensão mais avançada da matemática capaz de dar subsídios para que eles interpretassem, resolvessem e descrevessem problemas.

Costa (2020), por sua vez, propôs, a partir de uma investigação bibliográfica, a possibilidade de os estudantes da Educação Básica desenvolverem o pensamento geométrico por meio de abstrações. Segundo o autor, esse pensamento pode ser aprimorado à medida que o estudante desenvolve atividades que promovam diferentes níveis de abstração. Embora Costa (2020) não aborde todos os processos do PM, ele se pauta no conceito de abstração de Tommy Dreyfus.

Em um terceiro tipo de abordagem, Gonçalves e Lages (2016) e Abrantes e Souza (2020) realizaram investigações considerando resolução de exercícios para análise dos processos do PM.

Gonçalves e Lages (2016) analisaram o registro de três questões aplicadas em uma turma de 2ª série do Ensino Médio e perceberam que os estudantes procuraram alternar as possibilidades de representação de objetos, bem como buscaram regularidades e utilizaram descrição formal, o que indica o desenvolvimento do PM. Os autores destacam algumas das dificuldades percebidas, principalmente relacionadas com a abstração.

Abrantes e Souza (2020) verificaram os processos e subprocessos de Dreyfus (1991) em questões sobre funções direcionadas para estudantes do Ensino Médio. Os autores inferiram que alguns dos estudantes conseguiram realizar todos os

processos do PMA e entre os que não conseguiram, a principal dificuldade foi a síntese.

5.3.4 Considerações sobre o MS_2: Pensamento Matemático na Educação Básica no Brasil

As pesquisas supracitadas indicam que o PM pode se fazer presente já na Educação Básica, o que dialoga com as perspectivas desta investigação. Foi possível identificar que as compreensões sobre PM acabam se relacionando com o tipo de estratégia adotada em sala de aula.

As pesquisas que apresentam o PM como um processo indicam diversas estratégias metodológicas, como a inserção de TD, para desenvolvimento de tal pensamento. As pesquisas que consideram que o PM engloba diferentes pensamentos relacionadas a áreas da matemática, o abordam de forma específica, a partir da Álgebra ou da Geometria. Já as pesquisas que valorizam o PMA e a forma como um objeto mental é manipulado são as que apresentam a possibilidade de se identificar o PMA na resolução de exercícios, considerando que o estudante atinge um determinado patamar do PM.

Percebemos que os processos que indicam que o estudante alcançou um avanço na compreensão matemática, relacionados ao PMA, foram mencionados como resultados das pesquisas, especialmente as que se referem ao contexto de Ensino Médio. Também verificamos que alguns processos referentes ao PM não são desenvolvidos de maneira imediata por todos os estudantes, o que sugere a necessidade de novas abordagens didáticas pelos professores.

As pesquisas de Santos (2011), Carlos e Notare (2016), Motta (2017) e Oliveira (2018) mostram que o uso das TD pode contribuir com o desenvolvimento do PM. A pesquisa de Motta (2017), especialmente, evidencia o desenvolvimento dos processos do PMA durante atividades de PV, o que converge para a proposta do curso de formação continuada que oferecemos.

Consideramos que o referencial teórico constituído e os resultados dos mapeamentos sistemáticos realizados nos possibilitaram adquirir o respaldo necessário para a elaboração, aplicação e investigação do referido curso. Todo esse processo foi ancorado em uma abordagem metodológica, que descrevemos no próximo capítulo deste relatório de pesquisa.

6 METODOLOGIA

O presente capítulo é destinado a descrever a metodologia da pesquisa e os procedimentos metodológicos utilizados na investigação. Ele contempla o relato da abordagem selecionada, do tipo de pesquisa adotado, dos instrumentos investigativos e da metodologia de análise de dados que será utilizada para tratamento e análise dos dados produzidos.

6.1 A ABORDAGEM INVESTIGATIVA

Na investigação que realizamos, direcionamos nosso olhar para a apropriação do PC e do PM do professor de Matemática em um movimento contínuo no curso de formação de professores que organizamos e promovemos via MOOC.

Assim, fez-se necessário uma abordagem qualitativa de investigação, que nos permitisse compreender todo o processo formativo, para finalmente atingir nosso objetivo geral: analisar um curso de formação continuada de professores de Matemática sobre Programação Visual, sob os vieses do Pensamento Computacional e do Pensamento Matemático.

Neste sentido, concordamos com a afirmação de Goldenberg (2004, p. 14) que “na pesquisa qualitativa a preocupação do pesquisador não é com a representatividade numérica do grupo pesquisado, mas com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, de uma instituição, de uma trajetória [...]”. Por esse motivo, embora tenhamos analisado todo o processo formativo, nos debruçamos para os dados do grupo de professores que concluiu o curso, para que fosse possível analisar o aprofundamento destacado por Goldenberg (2004).

Minayo (1997) também apresenta essa compreensão sobre abordagens qualitativas de pesquisa, afirmando que nela, o fenômeno ou processo social envolvido deve ser compreendido a partir das ações dos sujeitos.

Na mesma direção, Lüdke e André (2020) indicam algumas características das pesquisas qualitativas, tais como: (a) o pesquisador é o principal instrumento; (b) os dados são predominantemente descritivos; (c) o foco é o processo investigativo; (d) os significados que as pessoas dão aos fatos são focos do pesquisador; (e) a análise de dados não requer hipóteses que podem ser testadas.

Considerando as compreensões acima, esta investigação se caracterizou dentro da abordagem qualitativa de pesquisa.

6.2 O PROBLEMA DE PESQUISA

Segundo Minayo (1997, p. 18), “toda investigação se inicia com um problema, com uma questão, com uma dúvida ou uma pergunta, articuladas a conhecimentos anteriores, mas que também podem demandar a criação de novos referenciais”. Corroborando com esse entendimento, Lüdke e André (2020) mencionam que:

Para se realizar uma pesquisa é preciso promover o confronto entre os dados, as evidências, as informações coletadas sobre determinado assunto e conhecimento teórico construído a respeito dele. Em geral isso se faz a partir do estudo de um problema, que ao mesmo tempo desperta o interesse do pesquisador e limita sua atividade de pesquisa a determinada porção do saber, a qual ele se compromete a construir naquele momento (LÜDKE; ANDRÉ, 2020, p. 1-2).

Para direcionamento para a pesquisadora, o problema que deu origem a essa investigação foi: como são estabelecidas e manifestadas as relações entre o Pensamento Computacional e o Pensamento Matemático por professores de Matemática durante um processo formativo sobre Programação Visual no formato MOOC?

6.3 O TIPO DA PESQUISA

Minayo (1997) afirma que a pesquisa ocorre em um processo de trabalho, denominado ciclo da pesquisa. O processo se inicia com a fase exploratória da pesquisa, na qual o pesquisador constrói seu projeto de investigação, verificando as teorias pertinentes ao tema e trilhando a metodologia a ser percorrida.

Na fase exploratória, tal como sugerido por Minayo (1997), procedemos com a escolha da metodologia, com a organização do processo investigativo, com a revisão de literatura sobre o tema e com a busca do suporte teórico que embasa esta investigação.

Conforme explicamos na introdução do trabalho, a pesquisa precisou ser adaptada devido à pandemia da COVID-19. Inicialmente, iríamos a campo investigar estudantes do Ensino Médio. As condições impostas pela crise sanitária vivenciada

na época da investigação desencadearam a necessidade de se buscar uma abordagem diferenciada, a partir da oferta de um curso de formação para professores de Matemática. Esses professores seriam os sujeitos da pesquisa e colaborariam ativamente com o objetivo dela. Nesse processo de se redesenhar a investigação, nos deparamos com a descrição da pesquisa colaborativa (DESGAGNÉ, 2007; IBIAPINA, 2007). Dado que esse tipo de pesquisa integra a investigação científica ao desenvolvimento docente, alinhando-se com nossos objetivos, optamos por selecioná-lo como guia para orientar nosso processo investigativo.

A pesquisa colaborativa, segundo Desgagné (2007, p. 13) “compreende, ao mesmo tempo, atividades de produção de conhecimentos e de desenvolvimento profissional”. Ibiapina (2007, p. 115) corrobora com esse entendimento, mencionando que esse tipo de pesquisa comunica duas dimensões: a produção do conhecimento e a formação continuada de professores, “fazendo avançar os conhecimentos produzidos na academia e na escola”.

No plano epistemológico, isso significa que para os defensores da pesquisa colaborativa a construção de conhecimentos ligados a uma dada prática profissional deve considerar o contexto real em que ela é atualizada e os seus componentes, em termos de limites e recursos existentes em situações reais, observando em que contribuem para a sua estruturação. Ademais, isso significa que tal construção não se faz sem considerar a compreensão que o docente tem das situações práticas, no interior das quais ele se desenvolve (DESGAGNÉ, 2007, p. 9).

Tal como explicava Desgagné (2007), as pesquisas colaborativas visam o avanço da produção do conhecimento, explicitado em nosso ensejo a partir das relações a serem estabelecidas entre o PC e o PM. Além disso, esse conhecimento deve ter relação com a prática docente, correspondendo às atividades de PV que poderão ser utilizadas pelos professores em sala de aula, a partir de um curso de formação do tipo MOOC. As compreensões docentes sobre essas práticas serão subsídios para o fazer epistemológico da investigação.

Cabe destacar que os docentes, no caso de pesquisas colaborativas, procedem com interações com o pesquisador, que é o responsável por orientar e conduzir o processo investigativo:

A pesquisa colaborativa se articula a projetos cujo interesse de investigação se baseia na compreensão que os docentes constroem, em interação com o pesquisador, acerca de um aspecto da sua prática profissional, em contexto real. Em consequência, o papel do pesquisador, no referido projeto colaborativo, se articula essencialmente em função de balizar e orientar a compreensão construída durante a investigação (DESGAGNÉ, 2007, p. 10).

Desse modo, durante nossa investigação, procedemos com mediações constantes para orientar as construções cognitivas dos docentes participantes do curso de formação continuada que oferecemos. Também organizamos o curso de forma a favorecer a produção de dados da pesquisa, sempre considerando os dois processos como relevantes, tanto a própria formação docente, quanto a pesquisa:

Isto quer dizer que compete ao pesquisador criar condições necessárias para que os docentes aliem-se a ele, num processo de reflexão sobre um aspecto prático de sua docência. Por um lado, esse tipo de pesquisa requer tanto a colaboração dos professores na investigação de um dado objeto como a utilização, por exemplo, de dispositivos para a coleta e análise de dados, fundamentais para a produção de conhecimentos (DESGAGNÉ, 2007, p. 14).

Nas pesquisas colaborativas, a teoria é pano de fundo para as ações formativas. Com relação ao ponto de vista docente, “o pesquisador deve constantemente confrontá-lo com os elementos conceituais que constituem o quadro teórico da pesquisa (DESGAGNÉ, 2007, p. 21)”. Desse modo, a base teórica é fundamental para que ocorra o planejamento e a condução da formação docente associada à pesquisa.

6.4 A CONSTITUIÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO

A fase exploratória da pesquisa ultrapassa a escolha do tipo de pesquisa a ser realizada. André e Lüdke (2020, p. 25) afirmam que se trata do “momento de especificar as questões ou pontos críticos, estabelecer os contatos iniciais para entrada em campo, de localizar os informantes e as fontes de dados necessários para o estudo”. Entre as fontes de dados necessários para esta investigação, destacamos a constituição do referencial teórico da pesquisa.

Como pontuam Moraes e Galiuzzi (2016), toda investigação pressupõe uma teoria. No caso da pesquisa proposta, temos duas bases teóricas principais. A primeira se refere ao PC e para compreendê-lo recorreremos aos principais estudiosos da temática: Papert (1986, 1993), Wing (2006), Resnick *et al.* (2009) e

Brackmann (2017). Para compreender o PM, usamos como suporte a teoria de Dreyfus (1991). Também realizamos dois MS para identificarmos o que já havia sido publicado sobre o PC no contexto da Matemática e sobre o PM na Educação Básica no Brasil.

Recorreremos à literatura, ainda, para buscar compreensões sobre a formação continuada de professores. O aporte teórico utilizado foi pautado nos entendimentos de Garcia (1999), Mizukami (2006), Imbernón (2009, 2010), Nóvoa (2012), Pimenta (2012), Romanowski (2012) e Tardif (2014).

6.5 OS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

No ciclo descrito por Minayo (1997), depois da fase exploratória acima descrita, ocorre o trabalho de campo e o tratamento do material. Essas etapas correspondem nesta investigação à elaboração e aplicação do curso de formação de professores sobre PV no formato MOOC, bem como a organização de todos os dados que foram produzidos, a partir da pesquisa colaborativa.

Com relação aos procedimentos metodológicos adotados na produção de dados, iniciamos realizando a organização do curso de formação de professores, a partir da gravação de videoaulas, elaboração de atividades e produção de materiais em forma de texto, imagem e slides. Também realizamos a respectiva organização dos elementos produzidos para o curso, na plataforma MOOC. Esses procedimentos foram ancorados nas sugestões de Costa *et al.* (2015), Nunes *et al.* (2017) e Andrade (2018), que apresentam roteiros para criação de MOOCs. A partir das propostas dos autores, organizamos um roteiro, conforme indicamos no QUADRO 13.

QUADRO 13 – AÇÕES PARA ELABORAÇÃO DO MOOC MINISTRADO NA PESQUISA

Ações	Características no âmbito do curso ofertado
Definição do objetivo	Possibilitar que professores de Matemática conheçam a Programação Visual e possam abordá-la na Educação Básica de forma a desenvolver o Pensamento Computacional e o Pensamento Matemático de estudantes
Definição do público-alvo	Professores de Matemática da Educação Básica do Brasil
Definição da quantidade de vagas	100
Definição da carga-horária	80h.
Definição do caráter do curso	Curso de Extensão gratuito
Definição da plataforma	Moocs Cursos Online
Estratégia de divulgação e inscrição no curso	Criação de um banner para divulgação nas redes sociais; Criação de uma planilha eletrônica para inscrições.
Estratégia para contatos iniciais	Contato com os inscritos por e-mail e mensagem no WhatsApp Criação de um grupo no WhatsApp fechado (usado apenas para avisos por parte da pesquisadora)
Estrutura do curso	Quatro Unidades organizadas em semanas de estudo, com quatro temas cada uma
Identidade visual	Criação de templates para utilização em todas as atividades; Criação de uma logomarca
Formas de interação entre os cursistas	Fóruns de discussão Mural colaborativo virtual Momentos síncronos na plataforma Google Meet
Criação de roteiros	Elaboração de um roteiro de estudos sugestivo para cada Unidade do curso: material em PDF
Criação dos conteúdos	Gravação e edição de vídeos com utilização da plataforma LOOM Elaboração de textos e atividades
Formas de interatividade	Inserção de recursos H5P nos vídeos e textos produzidos Inserção de Quiz e Enquetes Nuvem de palavras
Estratégia pedagógica	Elaboração de materiais diferenciados a cada Unidade para formação do professor Indicação de artigos para cada tema Gravação de vídeos tutoriais Discussão de cada Unidade nos momentos síncronos Acompanhamento dos Fóruns
REA	Links de vídeos disponíveis no YouTube Recursos H5P
Métodos de avaliação	Uso de Tarefas e Quis Questionários

Fonte: A autora (2023).

O curso contou com atividades assíncronas e síncronas e foi organizado em quatro unidades distintas, que estão descritas no APÊNDICE 1. É relevante pontuar de imediato, contudo, que tal organização levou em conta as indicações sobre formação continuada presentes na literatura. Uma delas é recomendada por Imbernón (2010) e se refere à importância de a formação continuada não ter um caráter de instrumentalização.

Diante disso, procuramos não dar ênfase apenas à leitura e a vídeos explicativos, mas diversificar as atividades ao longo do curso, incluindo tarefas, questionários, enquetes e momentos de interações entre os participantes, por meio de fóruns e de discussões síncronas. Além disso, todas as atividades com características conteudistas possibilitaram interação do cursista, a partir do uso de recursos H5P¹⁶.

Elaboramos um curso de formação continuada em caráter de extensão, gratuito, com 80 horas de carga horária e com 100 vagas disponíveis. O curso foi disponibilizado na plataforma criada pelos integrantes do GPINTEDUC e certificado pela própria. Ocorreu de Agosto de 2021 a Fevereiro de 2022.

Com o andamento do curso, foram produzidos diferentes dados para a pesquisa, provenientes da interatividade dos cursistas com a plataforma e da interação entre eles. Os dados foram sendo constituídos a partir das atividades propostas aos professores participantes, como questionários, tarefas, e demais recursos que permearam o curso de formação. Todas as atividades propostas estão descritas nos APÊNDICES 5 a 8.

6.6 O CURSO DE FORMAÇÃO

O curso de formação continuada de professores sobre PV foi do tipo MOOC, ofertado em um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) desenvolvido pelos pesquisadores do GPINTEDUC. Esse AVA é uma plataforma de acesso livre e gratuito alocada no portal: www.moocs.net.br. O curso foi gratuito, na modalidade de extensão e foi organizado em 80 horas de carga horária total.

Inicialmente, ocorreu a divulgação do curso, com auxílio das redes sociais, com oferta de 100 vagas. O público-alvo foram professores de Matemática da Educação Básica, tanto da rede pública, quanto da privada, com idade superior a 18 anos. A divulgação ocorreu no mês de Julho de 2021. Em algumas horas de compartilhamento de uma imagem (ver FIGURA 18) e do link de inscrição, todas as vagas se esgotaram.

¹⁶ H5P é uma tecnologia gratuita presente em ambientes virtuais de aprendizagem que permite a inserção de recursos de interação em vídeos e atividades. Nos vídeos, é possível inserir pausas, atividades, espaços para digitação, perguntas, links e demais ações interativas.

FIGURA 18 – MATERIAL DE DIVULGAÇÃO DO CURSO DE FORMAÇÃO

MOOCs
Cursos de Tecnologias Digitais na Educação Matemática

Curso de Programação Visual para Professores de Matemática

Período do curso: 01/08/21 a 30/11/21
Carga horária: 80h
Vagas: 100
Público alvo: Professores de Matemática das séries finais do Ensino Fund. e do Ensino Médio da rede pública e privada de ensino
Investimento: Curso gratuito

Inscrições: <http://gg.gg/moocsPV>

Prof. Flavia Sucheck Rocha

SCAN ME

A PROPOSTA DO CURSO É OPORTUNIZAR A FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA PARA QUE ELE POSSA DESENVOLVER O PENSAMENTO COMPUTACIONAL E O PENSAMENTO MATEMÁTICO DOS SEUS ESTUDANTES.

PARA ISSO, O CURSO VISA APRESENTAR DIFERENTES RECURSOS DE PROGRAMAÇÃO VISUAL, BEM COMO A TEORIA RELACIONADA AO PENSAMENTO COMPUTACIONAL E AO PENSAMENTO MATEMÁTICO.

SERÃO EXPLORADOS SOFTWARES E PLATAFORMAS DE PROGRAMAÇÃO VISUAL

Scratch MIT App Inventor Blockly Trello

MOOCs
cursos online

O curso será ministrado pela Profa. Me. Flavia Sucheck M. Rocha
Doutoranda pelo PPGEEM da UFPR
Prof. da Área de Exatas do Centro Universitário Internacional Uninter

Apoio: **UFPR** **GPIN EDUC**

FONTE: A autora (2023).

Na ocasião, os interessados puderam se inscrever, usando um formulário do *Google Forms*. No momento da inscrição, cada professor foi informado da gratuidade do curso e da participação voluntária na pesquisa proposta, devendo manifestar seu consentimento.

Durante o primeiro semestre de 2021, elaboramos os materiais e conteúdos que foram disponibilizados no AVA, considerando as indicações presentes na literatura sobre formação continuada de professores e sobre a elaboração de MOOC. Preparamos vídeos explicativos, tutoriais de softwares de PV e sugestões de atividades semanais, sempre possibilitando momentos de interação entre os cursistas e a interatividade entre o cursista e a atividade, vídeo ou texto para leitura.

Organizamos o curso em quatro unidades distintas, a serem exploradas mensalmente. Cada uma contava com quatro horas de atividades síncronas e 16 horas de atividades assíncronas. Nos momentos síncronos, ocorreram explicações sobre o PC e o PM, discussões sobre esses pensamentos e práticas com utilização de alguns ambientes e softwares de PV, como a plataforma Programaê!, o SuperLogo e o Scratch. Ademais, os professores tiveram momentos de interação em fórum, além de realizarem atividades semanalmente acerca dos tópicos discutidos em cada encontro. No último módulo do curso, os professores desenvolveram propostas de atividades de PV que poderão, oportunamente, ser exploradas com estudantes da Educação Básica.

De acordo com Romanowski (2012), é preciso que os cursos de formação continuada visem atender às necessidades da profissão docente. Nesse sentido, a primeira proposta de atividade do curso elaborada foi um Questionário Inicial que visava verificar tais necessidades dos participantes do curso (Ver APÊNDICE 3). Além disso, o curso foi ofertado de forma gratuita e divulgado nas redes sociais, sendo direcionado a professores de Matemática de todo o país, que percebiam a demanda de desenvolvimento profissional quanto a atividades de PV.

Assim que o curso iniciou, os professores responderam ao referido questionário, para que expressassem suas expectativas e suas concepções iniciais sobre PC e PM. Ao final do curso, os professores responderam ao Questionário Final, para que relatassem suas concepções atuais e manifestassem suas impressões sobre o processo formativo (ver APÊNDICE 4).

O curso de formação foi intitulado como “Curso de Programação Visual para professores de Matemática”. Todos os materiais foram disponibilizados na plataforma com acesso livre e gratuito. Para isso, foi necessário que cada cursista criasse um login para acesso à plataforma, ou, ainda, a acessasse por meio de uma conta Google ou do Facebook.

O processo formativo tinha uma duração prevista de quatro meses, a ser realizado de Agosto a Novembro de 2021. Contudo, atendendo às solicitações dos docentes, e priorizando a autonomia de cada professor participante, extendemos o curso até Fevereiro de 2022, para que os cursistas pudessem finalizar todas as atividades.

Durante a realização do curso, os professores cursistas tiveram acesso, na plataforma MOOC, a vídeos de aulas, fóruns de discussão, materiais para leitura,

enquetes, questionários e tarefas. Essas atividades foram realizadas de forma assíncrona, ou seja, o cursista poderia realizar as atividades em horários e datas definidas por ele, respeitando os prazos finais do curso.

Cada unidade contou também com dois momentos síncronos, que corresponderam a reuniões on-line na plataforma Google Meet. Nessas reuniões, eram abordadas as experiências dos professores com as temáticas na unidade, bem como ocorria o aprofundamento teórico sobre os temas. Para produção de dados com relação a esses momentos, a pesquisadora realizou anotações de suas observações e registrou os comentários dos cursistas no chat das reuniões. A participação nos momentos síncronos não era obrigatória, pois entendemos que o curso on-line deve respeitar a disponibilidade de horário de cada cursista.

Como os momentos síncronos são oportunidades de interação entre os pares e com a pesquisadora, o cursista que não pudesse participar das reuniões poderia entrar em contato para sanar dúvidas por e-mail, ou interagir com seus pares via fórum de discussão.

Cabe pontuar que as interações via discussão em fóruns ou no Google Meet foram incluídas no processo formativo atendendo às sugestões de Garcia (1999), Imbernón (2010), Nóvoa (2012), Pimenta (2012) e Tardif (2014) acerca da importância da coletividade na formação docente. Assim, procuramos proporcionar formas de discussões entre os participantes, a partir de fóruns de interação e momentos síncronos. Além disso, possibilitamos a construção de um mural coletivo digital.

A autonomia docente e seu protagonismo são outras recomendações presentes na literatura quanto à formação continuada de professores (IMBERNÓN, 2009; TARDIF, 2014). Para possibilitar o protagonismo docente, elaboramos atividades individuais que pudessem ser compartilhadas em repositórios coletivos. Nos momentos síncronos, valorizamos os depoimentos individuais docentes, para que fosse possível o compartilhamento de ações exitosas desenvolvidas por cada professor. Além disso, o professor tinha autonomia para organizar seu tempo de estudo, concluindo atividades conforme sua necessidade e disponibilidade, tendo possibilidade de revisar conteúdos a qualquer tempo, e refazer as atividades se desejasse. Ademais, os vídeos elaborados procuravam incentivar a autonomia, a criatividade e a reflexão do professor, apresentando propostas que pudessem ser adaptadas, modificadas e criadas pelo docente em sala de aula.

Na sequência, o QUADRO 14 apresenta a estrutura do curso, dividido em quatro unidades, com a descrição da data, carga horária e atividades por temas.

QUADRO 14 – ESTRUTURA DO CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Unidade	Data	Tema	Atividades	Carga horária
Unidade 1: Pensamento Computacional e Programação Visual	01 a 08 de agosto de 2021	O que é Pensamento Computacional (PC)?	Ambientação no MOOC	30 minutos
			Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	15 minutos
			Vídeo de boas-vindas	15 minutos
			Questionário inicial	30 minutos
			Vídeos sobre PC	30 minutos
			Fórum de apresentação	90 minutos
			Leitura	90 minutos
	09 a 15 de agosto de 2021	Computação desplugada: uma opção de programação sem computador	Reunião síncrona (09/08)	120 minutos
			Vídeos sobre Computação desplugada	30 minutos
			Leitura	60 minutos
			Realização e postagem de atividade	90 minutos
	16 a 22 de agosto de 2021	Programaê!: um recurso intuitivo	Vídeos sobre a plataforma Programaê!	60 minutos
			Realização e postagem de atividade	120 minutos
			Fórum de discussão	120 minutos
	23 a 31 de agosto de 2021	SuperLogo: uma linguagem mnemônica	Reunião síncrona (23/08)	120 minutos
			Quiz	60 minutos
			Vídeos sobre o software SuperLogo	30 minutos
			Realização e postagem de atividade	90 minutos
Unidade 2: Scratch	01 a 07 de setembro de 2021	Introdução ao Scratch	Vídeos sobre o Scratch	60 minutos
			Rota de aprendizagem	120 minutos
			Realização e postagem de atividade	120 minutos
	08 a 14 de setembro de 2021	Principais comandos no Scratch	Reunião síncrona (13/09)	120 minutos
			Vídeos sobre comandos no Scratch	30 minutos
			Realização e postagem de atividade	120 minutos
			Quiz	30 minutos
	15 a 21 de setembro de 2021	Programações gerais no Scratch	Vídeos sobre programação no Scratch	60 minutos
			Exploração do repositório oficial do Scratch	120 minutos
			Realização e postagem de atividade	120 minutos
	22 a 30 de setembro de 2021	Programações de recursos para a sala de aula no Scratch	Reunião síncrona (27/09)	120 minutos
			Vídeos sobre recursos no Scratch	30 minutos
			Realização e postagem de atividade	120 minutos

			Enquete	30 minutos
Unidade 3: Pensamento Matemático e Programação Visual	01 a 07 de outubro de 2021	O que é Pensamento Matemático (PM)?	Vídeos sobre PM	60 minutos
			Mural colaborativo	120 minutos
			Fórum de discussão	120 minutos
	08 a 14 de outubro de 2021	PM em atividades de Programação Visual	Reunião síncrona (11/10)	120 minutos
			Vídeos sobre PM e Programação	60 minutos
			Realização e postagem de atividade	120 minutos
	15 a 21 de outubro de 2021	App Inventor e PM	Vídeos sobre MIT App Inventor	60 minutos
			Realização e postagem de atividade	120 minutos
			Exploração do repositório oficial do App Inventor	120 minutos
	22 a 31 de outubro de 2021	PM e PC no Scratch	Reunião síncrona (25/10)	120 minutos
			Vídeos sobre PM e PC no Scratch	30 minutos
			Fórum de discussão	120 minutos
			Enquete	30 minutos
Unidade 4: Elaboração de atividades de Programação Visual para a Educação Básica	01 a 07 de novembro de 2021	Elaborando atividades de programação	Vídeos sobre elaboração de atividades	60 minutos
			Rota de aprendizagem	120 minutos
			Realização e postagem de atividade	120 minutos
	08 a 14 de novembro de 2021	Desenvolvimento de habilidades a partir de atividades de programação	Reunião síncrona (08/11)	120 minutos
			Vídeo sobre habilidades relacionadas à programação	60 minutos
			Realização e postagem de atividade	120 minutos
	15 a 21 de novembro de 2021	Elaborando atividades de programação que envolvam PM e PC	Vídeos sobre elaboração de atividades de programação	60 minutos
			Realização e postagem de atividade	120 minutos
			Nuvem de palavra	15 minutos
			Fórum de discussão	105 minutos
	22 a 30 de novembro de 2021	Estabelecendo relações entre PM e PC em atividades de programação	Reunião síncrona (22/11)	120 minutos
			Vídeo sobre relações entre PM e PC	60 minutos
			Realização e postagem de atividade	60 minutos
			Questionário final	60 minutos
Total de carga horária				80 horas

FONTE: A autora (2023).

As datas para realização das atividades assíncronas eram sugestões, uma vez que os cursistas tinham autonomia para realizá-las conforme disponibilidade.

Apresentaremos no APÊNDICE 1 uma descrição geral de cada uma das unidades do curso, bem como os materiais utilizados e atividades que serviram de subsídio para as análises desta pesquisa.

Após a finalização do curso, a pesquisadora fez o levantamento da carga horária de participação dos professores nas tarefas propostas, para que ocorresse a certificação dos cursistas, que receberam o certificado por e-mail.

6.7 A METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS

A terceira fase indicada por Minayo (1997) se refere à análise de todo o material levantado nas fases anteriores. Em nossa investigação, a análise dos dados foi realizada a partir de três frentes, de modo a se atender aos objetivos específicos da pesquisa: (a) identificar quais são as possíveis relações entre o Pensamento Computacional e o Pensamento Matemático; (b) verificar se os processos do Pensamento Matemático descritos por Dreyfus (1991) estão presentes em atividades de Programação Visual desenvolvidas por professores de Matemática em um curso de formação continuada; (c) verificar se os pilares e as habilidades do Pensamento Computacional estão presentes em atividades de Programação Visual elaboradas por professores de Matemática e direcionadas para estudantes da Educação Básica. Entendemos que, dessa forma, também alcançaríamos o objetivo geral da pesquisa que era o de analisar um curso de formação de professores sob os vises do Pensamento Computacional e do Pensamento Matemático.

Para a identificação das possíveis relações entre o PC e o PM nos dados produzidos, utilizamos as recomendações de Bardin (2016). Na fase de organização da análise, selecionamos quais seriam os documentos que deveríamos utilizar para atingir o objetivo proposto, realizando os três polos indicados pela autora: pré análise; exploração do material, tratamento dos resultados e interpretação. Selecionamos, então, as atividades realizadas pelos cursistas que foram certificados no curso, o que correspondeu a 24 professores. Compreendemos que não seria possível analisar as atividades de todos os cursistas sem considerar que somente essa parcela completou o curso de formação, visto que o processo formativo também era relevante para a investigação.

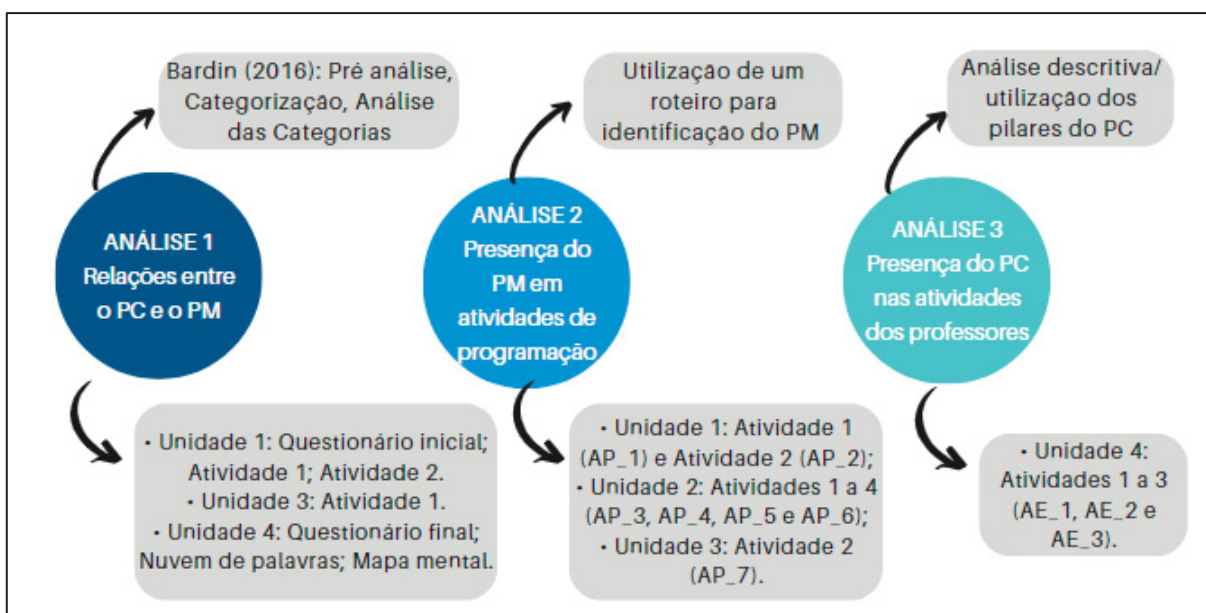
Objetivávamos, também, verificar se os processos do Pensamento Matemático descritos por Dreyfus (1991) estavam presentes em atividades de PV

desenvolvidas por professores de Matemática em um curso de formação continuada. Para que esse objetivo específico fosse alcançado, analisamos as atividades de programação realizadas e postadas pelos professores participantes do curso. Utilizamos o roteiro para identificação do Pensamento Matemático, estabelecido a partir da teoria de Dreyfus (1991), indicado no QUADRO 6, no Capítulo 3 do trabalho.

Para que a pesquisa pudesse atingir o terceiro objetivo específico, relacionado à verificação da presença dos pilares do PC nas atividades de PV com conteúdos de Matemática pelos professores, analisamos as atividades postadas, com base nos quatro pilares do PC: abstração, decomposição, algoritmo e reconhecimento de padrão (CODE.ORG, 2016; LIUKAS, 2015; BBC LEARNING, 2015).

O processo de análise está apresentado na FIGURA 19.

FIGURA 19 – PROCESSO DE ANÁLISE DOS DADOS UTILIZADO NA PESQUISA



Fonte: A autora (2023).

Em síntese, a primeira análise buscou identificar as relações entre o Pensamento Matemático (PM) e o Pensamento Computacional (PC), utilizando o processo de categorização de Bardin (2016). Na segunda análise, foi investigada a presença do PM nas atividades de programação realizadas pelos docentes, utilizando um roteiro de identificação dos processos e subprocessos da teoria de Dreyfus (1991). Por fim, a terceira análise buscou identificar os pilares e habilidades do PC, presentes nas atividades de PV elaboradas pelos professores. Os resultados dessas análises

foram interpretados com base no referencial teórico da pesquisa, buscando convergências e divergências para responder à questão de pesquisa.

Os processos de análise supracitados estão descritos e interpretados no próximo Capítulo deste trabalho.

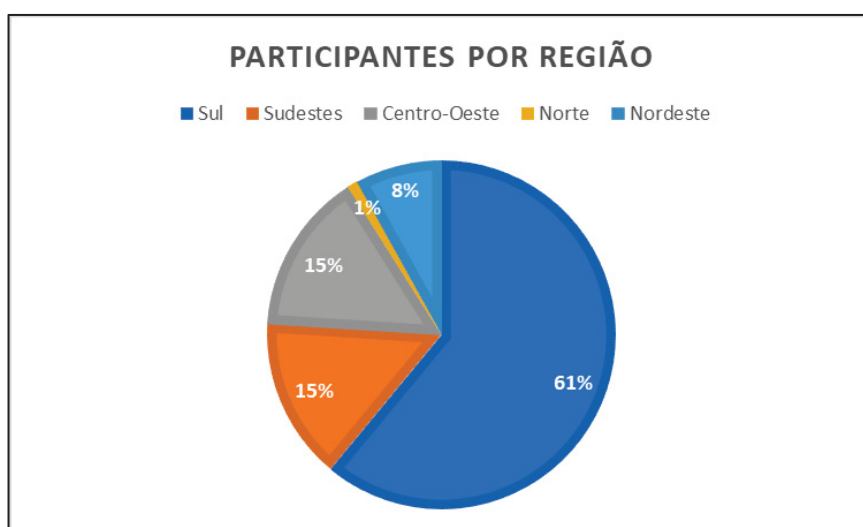
6.8 OS PARTICIPANTES DA PESQUISA

Embora tenhamos atingido 100% das vagas pelo formulário Google, tivemos a inscrição de 96 participantes na plataforma MOOCs. Desses, 73 responderam ao Questionário Inicial e 22 realizaram a integralidade das atividades do curso. Como o critério de certificação era o cumprimento de pelo menos 75% de realização de atividades, tivemos 24 participantes certificados.

Considerando a pesquisa como do tipo colaborativa, compreendemos que o processo formativo em sua integralidade era relevante. Por esse motivo, ao selecionarmos os dados para a análise, consideramos aqueles produzidos pelos 24 professores que, de fato, passaram por um processo formativo.

Eles variam em idade de 24 a 61 anos. Há participantes de todas as regiões do país (Ver GRÁFICO 5), com predomínio da região sul, onde nossas redes sociais alcançam mais abrangência, devido ao GPINTEDUC estar vinculado à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), além de a pesquisadora residir e trabalhar na região de Curitiba.

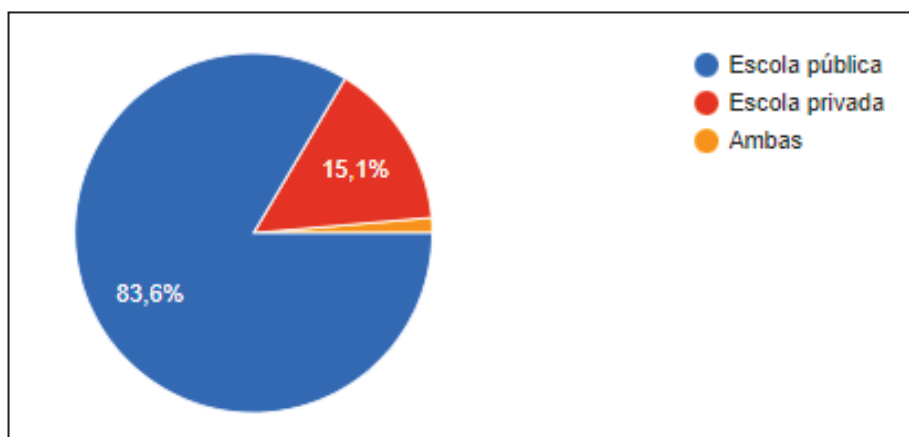
GRÁFICO 5 – PARTICIPANTES DO CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA POR REGIÃO



FONTE: A autora (2023).

Atuam, em sua maioria, em escolas públicas. Um deles atua simultaneamente em dois sistemas de ensino, conforme evidenciamos no GRÁFICO 6.

GRÁFICO 6 – ATUAÇÃO DOS PARTICIPANTES DO CURSO EM ESCOLA PÚBLICA OU PRIVADA



FONTE: A autora (2023).

Os professores atuam desde o 6º Ano do Ensino Fundamental até a 3ª série do Ensino Médio. Mais da metade leciona no 9º Ano do Ensino Fundamental. Eles atuavam em mais de uma série ao longo do ano letivo de 2021. Acerca da experiência profissional, a maioria dos participantes possuía vivência de atuação de muitos anos em sala de aula. O tempo médio de experiência profissional como docente era de 15 anos.

Os participantes foram identificados com a letra P e um número ao lado, para garantir a confidenciabilidade. As principais características profissionais estão sintetizadas no QUADRO 15.

QUADRO 15 – ALGUMAS CARACTERÍSTICAS PROFISSIONAIS DOS PARTICIPANTES

Identificação	Formação inicial	Série atual de atuação	Tempo de magistério
P1	Licenciatura em Matemática	Séries finais do Ensino Fundamental	6 anos
P2	Licenciatura em Matemática	Séries finais do Ensino Fundamental	12 anos
P3	Licenciatura em Matemática	Séries finais do Ensino Fundamental	6 anos
P4	Licenciatura em Ciências com habilitação em Matemática	Séries finais do Ensino Fundamental	21 anos
P5	Licenciatura em Matemática	Séries finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio	25 anos
P6	Bacharelado em Ciências Contábeis e Licenciatura em Matemática	Séries finais do Ensino Fundamental	15 anos
P7	Licenciatura em Matemática	Séries finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio	12 anos
P8	Licenciatura em Matemática	Séries finais do Ensino Fundamental	11 anos
P9	Licenciatura em Matemática	Séries finais do Ensino Fundamental	16 anos
P10	Licenciatura em Matemática	Séries finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio	8 anos
P11	Licenciatura em Matemática	Séries finais do Ensino Fundamental	15 anos
P12	Licenciatura em Matemática	Séries finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio	11 anos
P13	Licenciatura em Ciências com habilitação em Matemática	Séries finais do Ensino Fundamental	26 anos
P14	Licenciatura em Matemática	Séries finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio	21 anos
P15	Licenciatura em Matemática	Ensino Médio	11 anos
P16	Licenciatura em Matemática	Séries finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio	21 anos
P17	Licenciatura em Matemática	Séries finais do Ensino Fundamental	12 anos
P18	Licenciatura em Matemática	Ensino Médio	20 anos
P19	Licenciatura em Matemática	Séries finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio	9 anos
P20	Licenciatura em Ciências com habilitação em Matemática	Séries finais do Ensino Fundamental	28 anos
P21	Licenciatura em Matemática	Séries finais do Ensino Fundamental	13 anos
P22	Licenciatura em Matemática	Séries finais do Ensino Fundamental	25 anos
P23	Licenciatura em Matemática	Séries finais do Ensino Fundamental	15 anos
P24	Licenciatura em Matemática	Séries finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio	10 anos

Fonte: A autora (2023).

Os dados produzidos pelos 24 participantes da pesquisa foram analisados, conforme indicamos no próximo capítulo deste relatório.

7 ANÁLISE DOS DADOS

O objetivo geral da investigação foi analisar um curso de formação continuada de professores de Matemática sobre Programação Visual, sob os vieses do Pensamento Computacional e do Pensamento Matemático. Tal objetivo refletiu em três objetivos específicos, direcionados para a inferências das manifestações desses pensamentos pelos professores cursistas.

Para que fosse possível atingir a análise proposta no objetivo geral, realizamos três análises diferentes, com base nos três objetivos específicos da pesquisa, relacionados às relações entre o PM e o PC e a presença deles nas atividades realizadas pelos professores, ao longo do curso de formação no formato MOOC.

A primeira análise buscava as relações entre o PM e o PC. Utilizamos o processo de categorização de Bardin (2016) para organizar os dados produzidos. As categorias emergidas possibilitaram verificar as relações existentes entre os processos do PM e os pilares do PC, tal como descrevemos neste capítulo.

Na segunda análise, buscamos identificar a presença do PM nas atividades de programação realizadas pelos docentes do curso de formação, fazendo uso de um roteiro de identificação dos processos e subprocessos da teoria de Dreyfus (1991) e de uma planilha eletrônica.

Realizamos uma terceira análise, que buscou pelos pilares do PC, tais como indicados na literatura (CODE.ORG, 2016; LIUKAS, 2015; BBC LEARNING, 2015) e pelas possíveis habilidades do PC, presentes nas atividades de PV elaboradas por professores de Matemática e direcionadas para estudantes da Educação Básica.

Este capítulo apresenta os dados produzidos, os processos presentes nas análises e a interpretação realizada a partir do referencial teórico da investigação. Finalizamos o capítulo sintetizando as três análises realizadas para responder à questão de pesquisa que retomamos aqui: como são estabelecidas e manifestadas as relações entre o Pensamento Computacional e o Pensamento Matemático por professores de Matemática durante um processo formativo sobre Programação Visual no formato MOOC?

7.1 IDENTIFICAÇÃO DAS RELAÇÕES ENTRE O PENSAMENTO COMPUTACIONAL E O PENSAMENTO MATEMÁTICO

O objetivo desta primeira análise era o de se inferir as possíveis relações entre o PM e o PC. Na leitura dos dados produzidos, procuramos verificar indícios ou menções diretas que relatassem as possíveis relações nos documentos analisados, considerando os elementos presentes na teoria de Dreyfus (1991) e os pilares do PC. Selecionamos, desse modo, atividades que pudessem tratar de forma direta ou indireta dessas relações.

Apresentamos, a seguir, a primeira fase da análise, que corresponde à pré-análise, à exploração do material e ao tratamento dos resultados obtidos e devida interpretação. As demais fases indicadas por Bardin (2016) serão apresentadas posteriormente, nas seções 7.1.2 e 7.1.3.

7.1.1 A organização da Análise

Bardin (2016) indica três polos cronológicos para que aconteça a organização da análise: (a) a pré-análise; (b) a exploração do material; e (c) o tratamento dos resultados e a interpretação.

Segundo a autora, nessa organização deve ocorrer a escolha dos documentos, a preparação do material e a formulação de fundamentos que repercutirão na interpretação final. Os dados devem ser tratados e interpretados.

Seguindo essas recomendações, as atividades foram previamente analisadas nesta investigação. Iniciamos o processo selecionando e organizando os dados que seriam utilizados, a partir de sete documentos obtidos no curso de formação, que são:

- Unidade 1: Questionário inicial; Atividade sobre Computação Desplugada; Atividade sobre o Programaê!.
- Unidade 3: Atividade sobre o Scratch.
- Unidade 4: Questionário final; Nuvem de palavras; Mapa mental.

Preparamos todos os documentos, organizando as atividades dos cursistas e passamos a realizar a leitura de cada atividade. Nessa fase, Bardin (2016), recomenda que o pesquisador explore o material e já realize a interpretação dos

resultados, devendo “propor inferências e adiantar interpretações a propósito dos objetivos previstos” (BARDIN, 2016, p. 131).

Nesse processo, observamos que nem todos os documentos selecionados seriam utilizados na fase seguinte da análise de conteúdo. O Questionário Inicial, por exemplo, embora tenha trazido informações relevantes que mostravam o conhecimento inicial do professor sobre o PC e o PM, não apresentava, por óbvio, conceitos manifestados a partir do curso de formação. A nuvem de palavras e o mapa mental foram importantes para dar subsídio para o processo de categorização, mas como não apresentavam textos concretos, foram explorados apenas na etapa de organização.

Apresentamos o processo de organização da análise, tal como proposta por Bardin (2016), para os sete documentos selecionados.

7.1.1.1 Questionário Inicial

O Questionário Inicial (QI), disponível no APÊNDICE 3, teve como objetivo conhecer o perfil dos participantes do curso, o que já apresentamos no capítulo destinado à descrição da metodologia da pesquisa. Contudo, o documento também nos possibilitou verificar as compreensões iniciais dos participantes sobre o PC e o PM.

Dos 24 professores participantes, 16 já haviam ouvido falar no termo PC. As respostas para o que seria esse pensamento convergem para o entendimento de que se refere à resolução de problemas. A maioria dos cursistas mencionou o uso das TD associado ao PC.

Com relação ao PM, 19 cursistas relataram, no QI, que já tinham ouvido falar sobre o termo. Contudo, analisando as respostas dadas para a questão sobre o conceito de PM, observamos que poucos cursistas apresentaram uma definição que dialogasse com a teoria de Dreyfus (1991). A maioria dos professores indicou que o PM estaria relacionado com a resolução de problemas a partir do uso do raciocínio lógico e de conhecimentos matemáticos.

Essas respostas nos permitiram observar o início do processo formativo dos cursistas, mas não foram revisitadas na fase de categorização, uma vez que revelavam o conhecimento prévio dos professores e não o que de fato produziram a partir da vivência no curso.

7.1.1.2 Atividade sobre Computação Desplugada

Nessa atividade, que se referia a uma resposta textual sobre as contribuições de uma atividade de Computação Desplugada, o participante não precisava mencionar alguma relação com o PM. Mesmo assim, alguns dos professores citaram que a resolução de problemas presente na Matemática seria favorecida a partir da atividade. Procuramos um olhar mais aprofundado para as respostas, buscando pelos processos e subprocessos de Dreyfus (1991). Por isso, mesmo que o professor tenha mencionado a palavra Matemática, sua resposta poderia significar uma ausência de relação entre o PM e o PC, caso essa menção não tivesse relação com os subprocessos da representação e da abstração.

O procedimento utilizado nesse documento foi o de registrar todas as respostas dos cursistas em uma planilha eletrônica e classificá-las como “ausência”, no caso de o texto não apresentar algum subprocesso do PM ou como presença de algum subprocesso presente na teoria de Dreyfus (1991), a saber: (a) alternância e interpretação; (b) Modelagem; (c) Generalização e (d) Síntese.

Das 24 atividades analisadas, 16 apresentaram ausência de relação direta entre a atividade de Computação Desplugada analisada pelo professor e algum subprocesso do PM. Em oito comentários, pudemos ver indícios do subprocesso de alternância e interpretação e uma resposta indicou a presença do subprocesso de síntese.

7.1.1.3 Atividade sobre a plataforma Programaê!

Com relação a essa atividade, o professor deveria responder quais habilidades poderiam ser desenvolvidas por um estudante ao utilizar a plataforma Programaê!. Além disso, havia um questionamento sobre possíveis conteúdos de Matemática que se relacionavam com uma atividade específica da plataforma.

Tal como fizemos anteriormente, colocamos todas as 24 respostas em uma planilha e fizemos a classificação de ausência ou presença de algum subprocesso. Todos os cursistas mencionaram exemplos de conteúdos matemáticos que poderiam ser explorados a partir da atividade e fizeram menções à resolução de problemas e ao raciocínio lógico. Os conteúdos citados tratavam de geometria, álgebra e

aritmética. Considerando a teoria de Dreyfus, verificamos que a presença do PM a partir de indícios de subprocessos esteve presente em 14 respostas.

Embora os cursistas estivessem na fase inicial do curso de formação, que ainda não tinha focado na teoria do PM, notamos que suas respostas já poderiam sugerir possíveis relações entre o PC e os subprocessos de Dreyfus (1991), quando consideraram o recurso Programaê!.

7.1.1.4 Atividade sobre a programação no Scratch

Essa atividade foi proposta na Unidade 3, momento do curso que já explorava o conceito de PM. A primeira atividade dessa Unidade apresentava um vídeo de um estudante da Educação Básica programando no software Scratch. O estudante deveria realizar um programa que envolvesse a construção de um retângulo. O vídeo mostrava um trecho da programação realizada. O professor era convidado a assistir ao vídeo e a identificar os processos do PM, procurando definir “se” e “como” o estudante havia desenvolvido a interpretação, a modelagem, a generalização e a síntese. Nesse momento do curso, o professor já havia estudado a teoria proposta por Dreyfus (1991) e já conhecia as características desses processos.

Todos os participantes identificaram que o estudante demonstrou que realizou interpretação e alternância. A modelagem foi identificada por 21 professores; a generalização por 18 e a síntese por 13. Ou seja, a maioria dos professores identificou todos os subprocessos do PM na programação do estudante.

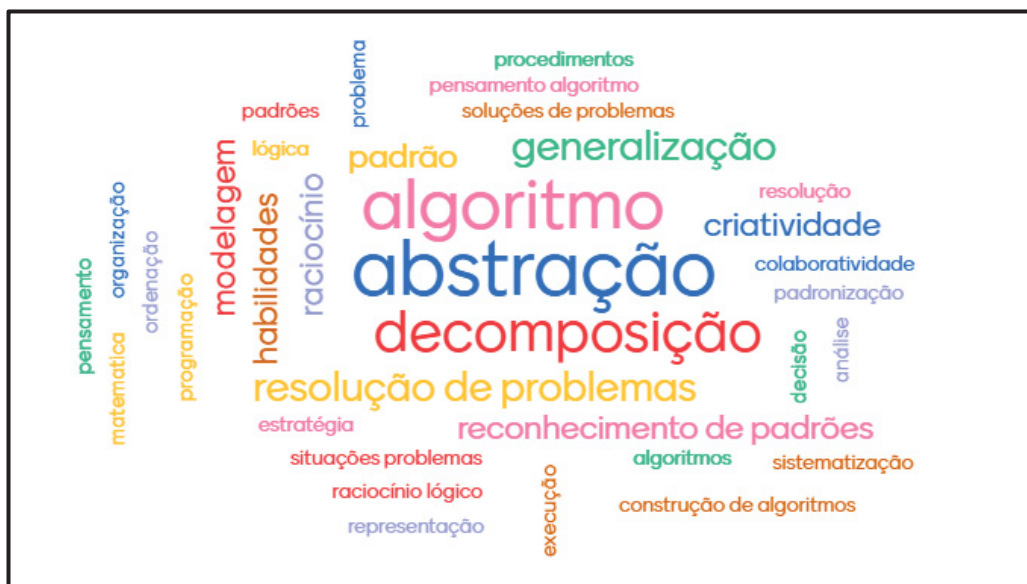
Nessa atividade, alguns cursistas comentaram que a presença da mediação de um professor poderia ampliar o PM do estudante. Eles destacaram que os processos de síntese e generalização poderiam ser mais explorados se o professor lançasse novos desafios e mediasse o processo de programação.

Embora essa atividade não deixe claro quais são as relações entre o PC e o PM de forma direta, ela evidencia a possibilidade de o estudante desenvolver o PM a partir de uma atividade de PV no Scratch. As repostas dadas pelos cursistas foram integralmente utilizadas na fase de categorização da análise.

7.1.1.5 Nuvem de palavras sobre as similaridades do PC com o PM

Os cursistas foram convidados a participar da atividade que solicitava: “Escolha três palavras que representem simultaneamente o Pensamento Computacional e o Pensamento Matemático”. A nuvem de palavras criada é indicada na FIGURA 20.

FIGURA 20 – NUVEM DE PALAVRAS CRIADAS A PARTIR DE MENÇÕES DOS CURSISTAS SOBRE PROCESSOS SIMULTÂNEOS DO PC E DO PM



Fonte: A autora (2023).

Ao analisarmos, notamos que a palavra 'abstração' foi a mais frequentemente empregada pelos participantes do curso, evidenciando sua aplicabilidade nos processos tanto do PM quanto do PC. Além dela, o algoritmo, a decomposição, a resolução de problemas, o reconhecimento de padrão e a generalização também foram termos de destaque. Também notamos que palavras como criatividade, modelagem, habilidades e raciocínio foram citadas por mais de um cursista.

Os termos mais presentes na nuvem de palavras serviram de base para o processo de categorização que realizamos.

7.1.1.6 Mapa mental sobre as relações entre o PM e o PC

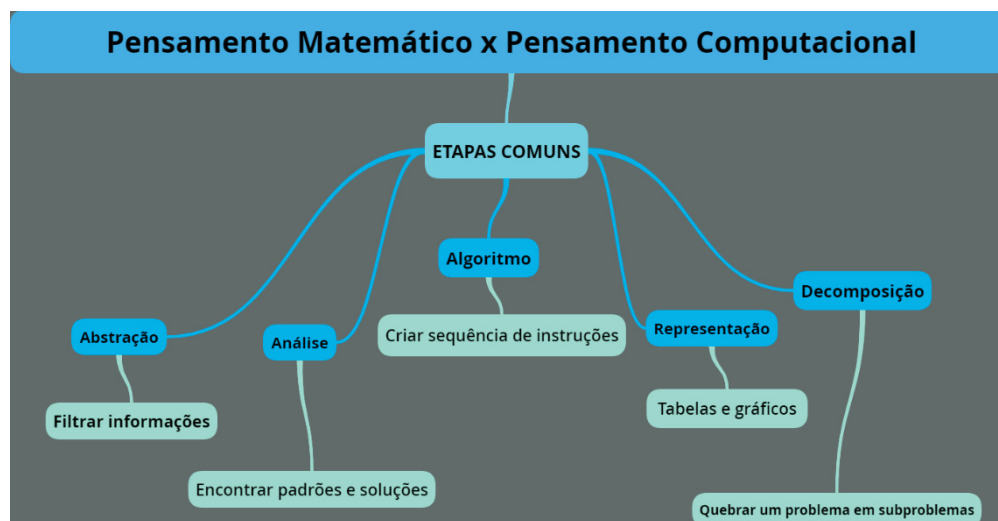
Analisando os mapas mentais elaborados pelos 24 cursistas certificados, percebemos que foram inferidas proximidades entre o PM e o PC, identificadas e explicadas por cada professor participante do curso de formação. Eles destacam

alguns processos que são comuns a esses pensamentos, como os algoritmos, a decomposição de problemas, o reconhecimento de padrões e a representação. Há uma convergência de apontamentos entre os cursistas, exceto com relação ao item abstração.

Alguns cursistas consideram que ela pode ser considerada como o mesmo processo tanto no PM como no PC. A maioria, porém, pontua que no caso da Matemática, a abstração não se limita à exclusão de partes irrelevantes do problema, mas se configura na extração do conceito matemático diante de uma situação-problema, envolvendo generalização e síntese, o que é constatado na teoria de Dreyfus (1991).

Como exemplificação, apresentamos na FIGURA 21, o mapa mental do P12, que aponta etapas semelhantes ao PM e ao PC. Ele considera que a abstração, enquanto filtro de informações, é comum aos pensamentos.

FIGURA 21 – MAPA MENTAL SOBRE PM E PC ELABORADO PELO CURSISTA 06

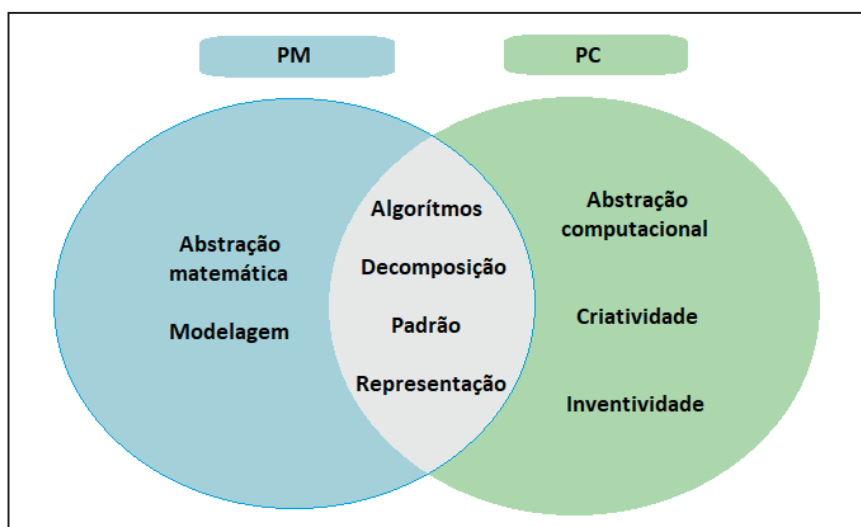


FONTE: A autora (2023).

No mapa mental elaborado pelo cursista, os processos de abstração, análise, algoritmo, representação e decomposição são apresentados como etapas comuns ao PC e ao PM.

Outro exemplo é apresentado na FIGURA 22, que se refere ao recorte de um mapa mental desenvolvido pelo P16. Nele, o cursista indica elementos comuns aos dois pensamentos e apresenta características exclusivas de cada um, separando a abstração matemática da abstração computacional.

FIGURA 22 – MAPA MENTAL SOBRE PM E PC ELABORADO PELO CURSISTA 21



FONTE: A autora (2023).

As relações apresentadas por cada um dos 24 participantes que produziram mapas mentais revelaram que os processos que mais apareceram foram abstração, algoritmo, decomposição, modelagem, reconhecimento de padrão, representação e resolução de problemas, o que dialoga com a nuvem de palavras elaborada.

7.1.1.7 Questionário Final

O QF, disponível no APÊNDICE 4, foi respondido por 22 cursistas, quase a totalidade dos participantes certificados. Os dois cursistas que não responderam alegaram dificuldades devido à falta de tempo para conclusão da atividade. Nesse questionário, percebemos que a definição para o PC foi ampliada e todas as respostas apresentam os pilares do PC, em convergência com Liukas (2015). Alguns cursistas também mencionaram a possibilidade da Computação Desplugada.

Com relação às questões sobre o PM, os 22 cursistas apresentaram respostas mais elaboradas, indicando os processos e subprocessos da teoria de Dreyfus (1991). No QF, os cursistas ainda deveriam responder se havia e quais seriam as relações entre o PM e o PC. Todos os professores responderam afirmativamente.

O QF também teve o intuito de avaliar o curso de formação, apresentando questões sobre pontos positivos, pontos negativos e impactos do curso na atuação. Os cursistas apresentaram elogios ao processo e informaram que passaram a utilizar as atividades de PV em suas aulas de Matemática. Contudo, destacamos o baixo

número de participantes que concluiu as atividades, considerando a quantidade de professores que iniciou o curso.

7.1.2 A codificação

Depois que fizemos a organização da análise dos documentos, passamos para a segunda fase proposta por Bardin (2016): a codificação. Considerando os termos presentes nas nuvens de palavras e as relações identificadas nos mapas mentais, realizamos algumas hipóteses para a categorização. Em nossa listagem prévia os termos frequentes foram: representação, abstração, padrão, algoritmo e decomposição. Os termos tinham total aderência à fundamentação teórica da pesquisa, já que se referiam aos pilares do PC. Criamos uma codificação prévia, percebendo que todo o material analisado até o momento nos permitia verificar as relações a seguir:

- Representação com Abstração;
- Representação com Padrão;
- Representação com Algoritmo;
- Representação com Decomposição;
- Abstração com Abstração;
- Abstração com Padrão;
- Abstração com Algoritmo;
- Abstração com Decomposição.

Os códigos acima corresponderam às unidades de significação que deveríamos buscar nas atividades realizadas pelos 24 professores. Os textos dessas atividades já estavam disponibilizados em planilhas eletrônicas e, diante das unidades de significação mencionadas, fizemos a leitura de todos eles, realizando o processo de codificação. Os textos foram recortados e classificados em um dos códigos. Não foi necessário alterar a codificação prévia, pois os códigos criados possibilitaram a codificação dos dados.

7.1.3 As categorias das relações entre o PM e o PC e as inferências da análise

A codificação culminou na terceira fase da análise: a categorização. Diante de todos os textos codificados na planilha eletrônica, realizamos o agrupamento dos recortes em abas. Os textos agrupados foram novamente lidos e interpretados pela ótica do referencial teórico da pesquisa, o que possibilitou que estabelecêssemos categorias e subcategorias. Os textos que reverberaram dos quatro primeiros códigos evidenciavam as relações entre o PC e o processo de representação do PM. Já os textos oriundos dos quatro últimos códigos, referiam-se às relações entre o PC e o processo de abstração do PM.

Desse modo, percebemos que poderíamos realizar um novo agrupamento a partir dos oito grupos de texto. Para que tivéssemos evidências mais concretas, optamos por reunir os textos em quatro subcategorias, conforme destacamos no QUADRO 16.

QUADRO 16 – CATEGORIAS E SUBCATEGORIAS DA PRIMEIRA ANÁLISE REALIZADA

Categoria	Subcategorias
Relações entre o PC e o processo de representação	Relações entre o PC e o subprocesso de alternar e interpretar
	Relações entre o PC e o subprocesso de modelar
Relações entre o PC e o processo de abstração	Relações entre o PC e o subprocesso de síntese
	Relações entre o PC e o subprocesso de generalização

Fonte: A autora (2023).

Cada subcategoria foi analisada, para que inferíssemos as compreensões a partir dos textos dos participantes, na quarta fase proposta por Bardin (2016): a inferência.

Com relação à primeira categoria, procuramos identificar, a partir dos textos presentes nas atividades realizadas pelos 24 professores, as relações entre o PC e o processo de representação. Desse modo, procuramos verificar como o PC poderia contribuir para que um estudante criasse modelos, selecionasse e compreendesse diferentes modelos matemáticos, transitando entre eles, tal como se apresenta o processo de representação na teoria de Dreyfus (1991).

Essa categoria foi dividida em duas subcategorias: a primeira, que focou nos textos que mencionassem o subprocesso de alternar e interpretar, e a segunda, que buscou elementos acerca do subprocesso de modelagem.

Na primeira subcategoria, que trata das contribuições do PC para o processo de alternar e interpretar, notamos que os participantes indicam que a abstração

desempenha um papel fundamental nesse processo. Ela permite que o estudante separe as partes não essenciais de um problema, concentrando-se na interpretação do que é mais relevante. Essa habilidade de abstrair e simplificar informações complexas, segundo os relatos analisados, facilita a compreensão e a manipulação de representações matemáticas.

Os dados analisados mostram que, ao aplicar a abstração relativa ao PC no contexto matemático, os estudantes podem representar conceitos matemáticos de várias maneiras, como gráficos, tabelas, equações, algoritmos, entre outros. Essa variedade de representações contribui para uma compreensão mais profunda e flexível dos conceitos matemáticos, facilitando a interpretação e a manipulação dessas representações.

Além disso, os participantes também apontaram a importância da decomposição no processo de alternância de representações. Vale lembrar que decomposição envolve a divisão de um problema em problemas menores, que podem ser representados de diferentes formas. Nesse sentido, a análise revela uma comparação entre a decomposição e a capacidade de representar situações não matemáticas, utilizando a divisão dos dados em diferentes formas representativas.

Assim, embora não tenhamos identificado um pilar específico do PC que seja sinônimo do subprocesso de alternar e interpretar, observamos a influência direta de dois pilares no desenvolvimento dessas ações: abstração e decomposição.

A síntese da análise dessa primeira categoria é de que a abstração e a decomposição, como componentes do PC, desempenham um papel fundamental no processo de alternar e interpretar representações matemáticas. A habilidade de abstrair ajuda os estudantes a simplificar problemas complexos, concentrando-se no que é relevante para a interpretação. Por sua vez, a decomposição possibilita a divisão do problema em partes menores, permitindo que sejam representadas de diferentes formas.

O QUADRO 17 apresenta exemplos de textos que evidenciam a contribuição dos pilares abstração e decomposição ao subprocesso alternar e interpretar.

QUADRO 17 – TRECHOS QUE MOSTRAM CONTRIBUIÇÕES DO PC À ALTERNÂNCIA E REPRESENTAÇÃO

Trecho que apresenta contribuições para a alternância e interpretação	Atividade relacionada	Abstração	Decomposição
“... observar os dados a partir da representação presente no fluxograma, interpretá-los e produzir uma nova representação ”.	Atividade sobre Computação Desplugada	X	

“Quando a programação é dividida em partes, é possível escolher diferentes formas de representação para cada etapa, o que facilita a interpretação ”.	Atividade sobre o Programaê!		X
“Ao decompor o problema em etapas menores, os estudantes podem representar cada etapa de forma diferente , como usando uma fórmula matemática, um gráfico ou um algoritmo. Essa alternância de representação permite que os estudantes explorem diferentes perspectivas e abordagens para resolver o problema”	Atividade sobre o Scratch		X
“Insere blocos para cada parte da programação, amplia o leque de representações , alterna a inserção de blocos e busca a solução do problema”.	Atividade sobre o Scratch		X
“O estudante deve analisar, interpretar e selecionar as ferramentas adequadas . Quando ele seleciona apenas o que é mais relevante na programação, escolhe blocos adequados, ele aumenta sua capacidade de interpretar a situação.	QF	X	
“O estudante precisa criar um roteiro para programar, dividindo a programação em partes e selecionando os elementos que são importantes. Para isso, ele sempre vai selecionado diferentes recursos , podendo em alguns momentos usar fórmulas, em outros usar comandos de representação geométrica...”.	QF	X	X
“Quando os estudantes aplicam a abstração relacionada ao uso de computadores no contexto da matemática, eles têm a capacidade de expressar conceitos matemáticos de várias maneiras , como gráficos, tabelas, equações, algoritmos e outras formas de representação”.	QF	X	

Fonte: A autora (2023).

Conforme observamos no QUADRO 17, os elementos presentes nos processos indicados pelos cursistas dialogam com a teoria de Dreyfus (1991). A interpretação, para o teórico, corresponde à seleção de diferentes representações e ao trânsito entre elas, o que se faz presente, por exemplo, nos termos “selecionar”, “escolheu e alternou” e “leque de representações”.

Na segunda subcategoria das relações entre o PC e o processo de representação, exploramos as contribuições do PC ao subprocesso de modelagem. Os dados revelaram uma clara relação entre o subprocesso de modelagem e o pilar fundamental do PC, conhecido como algoritmo. Os comentários dos professores nessa subcategoria destacaram como os estudantes são capazes de modelar situações utilizando uma linguagem de programação, criando algoritmos como parte desse processo.

Os professores enfatizaram que a habilidade de modelar situações utilizando uma linguagem de programação é uma das principais contribuições do PC ao subprocesso de modelagem. Ao utilizar uma linguagem de programação, os estudantes são capazes de representar problemas do mundo real de forma mais precisa e detalhada. Eles podem criar algoritmos que descrevem passo a passo as ações necessárias para resolver o problema, levando em consideração variáveis, restrições e objetivos específicos, o que, de acordo com os dados analisados, também ocorre no processo de construção de um modelo matemático.

De acordo com os dados, essa capacidade de modelagem com o uso de algoritmos permite aos estudantes uma maior compreensão das situações e a possibilidade de realizar simulações e testes antes de implementar uma solução definitiva. Além disso, a modelagem utilizando algoritmos no PC também estimula o pensamento crítico e analítico, à medida que os estudantes precisam identificar os principais elementos do problema, definir as etapas necessárias para resolvê-lo e avaliar a eficácia da solução proposta.

A relação entre o algoritmo do PC e a Matemática também havia sido identificada por outros pesquisadores. Silva (2018) mencionou o uso do algoritmo como um fator comum ao PC e à Matemática. Pereira (2019) pontuou a similaridade do uso de algoritmos com a linguagem algébrica. Schneider (2020) vem ao encontro desse autor, mencionando que os próprios estudantes reconheceram similaridades entre expressões algébrica e algoritmos.

Alguns exemplos dos trechos analisados que evidenciaram tal relação estão presentes no QUADRO 18.

QUADRO 18 – TRECHOS QUE MOSTRAM CONTRIBUIÇÕES DO PC À MODELAGEM

Trecho que apresenta contribuições para a modelagem	Atividade relacionada	Algoritmo
“A modelagem matemática se beneficia da utilização de algoritmos, pois eles fornecem uma estrutura clara e organizada para representar os passos necessários para resolver um problema”	Atividade sobre Computação Desplugada	X
“Na modelagem matemática , o estudante segue passos para contruir um modelo. Na programação, o estudante cria modelos (códigos) para que o computador execute o que o algoritmo significa e siga passos. Um processo influencia no outro”.	Atividade sobre o Programaê!	X
“O estudante constrói o modelo por meio de blocos. O processo de criação do algoritmo é similar ao processo de modelagem ”.	Atividade sobre o Scratch	X
Por meio da linguagem computacional, o estudante faz a representação gráfica-geométrica . Usa a criação do algoritmo para chegar no modelo matemático .	Atividade sobre o Scratch	X
Analizou a situação não matemática apresentada pelos blocos organizados em algoritmo e representou matematicamente .	Atividade sobre o Scratch	X
“O algoritmo é uma ferramenta essencial na modelagem matemática , pois permite que eu traduza um problema do mundo real em uma sequência lógica de instruções matemáticas”.	QF	X
“Os alunos têm a capacidade de representar situações por meio de uma linguagem de programação, desenvolvendo algoritmos como parte desse procedimento”.	QF	X

Fonte: A autora (2023).

Os trechos dialogam com a teoria do PM, já que a modelagem, para Dreyfus (1991) é a transformação de uma situação-problema em uma representação matemática. Esse subprocesso é evidenciado, por exemplo, nos termos “representação gráfica-geométrica” e “representou matematicamente”.

Na segunda categoria, buscamos verificar as relações entre o PC e o processo de abstração do PM, a partir de duas subcategorias: relações entre o PC e o processo de síntese; e relações entre o PC e o processo de generalização.

Ao investigar as contribuições do PC para o processo de síntese, não identificamos um pilar específico do PC. No entanto, a síntese refere-se à combinação de conceitos para a resolução de problemas. Nesse sentido, os trechos analisados advindo das respostas dos cursistas mostram que a decomposição pode contribuir ao dividir o problema em temáticas diferentes, que podem ser combinadas e agrupadas para a solução do problema.

De acordo com Dreyfus (1991), quando um estudante resolve problemas matemáticos complexos, ele pode efetuar diferentes etapas, como identificar as variáveis envolvidas em cada equação, resolver cada equação separadamente e, em seguida, combinar as soluções para obter a solução final. Essa abordagem facilita a

compreensão e a resolução do problema complexo. Nesse sentido, a decomposição mencionada pelo autor vai ao encontro do que inferimos nos dados do curso de formação continuada de professores, uma vez que identificamos relação entre o processo de decomposição do PC e a síntese do PM.

Além disso, o fato de se selecionar dados relevantes do problema, a partir da abstração do PC, foi mencionado como um fator útil para a síntese. Os dados revelam que a compreensão dos cursistas é de que a síntese está relacionada à capacidade de combinar diferentes elementos e conceitos para chegar a uma solução por meio de um processo de integração. Eles mencionam que no contexto do processo de abstração do PC, a síntese envolve a combinação de partes ou componentes para criar um todo coerente e funcional.

Nesse sentido, percebemos que a identificação e filtro das informações necessárias para resolução do problema favorece a possibilidade de combinação desses elementos selecionados. Ao selecionar os dados relevantes, o estudante ou programador está focando em aspectos específicos do problema, descartando informações desnecessárias ou irrelevantes. Isso permite uma abordagem mais direcionada e eficiente para a resolução do problema. Uma vez que os dados relevantes são identificados, eles podem ser combinados e organizados de diferentes maneiras para chegar à solução do problema.

Na linguagem de PV, o estudante deverá selecionar quais recursos deseja utilizar para programar, filtrar o que é relevante para a programação e realizar uma organização mental estruturada de seus objetivos. Alguns cursistas mencionaram que esses processos exigem síntese, tal como no PMA.

Portanto, na subcategoria “Relações entre o PC e o processo de síntese”, identificamos aproximações com os pilares decomposição e abstração.

O QUADRO 19 mostra alguns recortes de comentários que evidenciem essas relações.

QUADRO 19 – TRECHOS QUE MOSTRAM CONTRIBUIÇÕES DO PC À SÍNTESE

Trecho que apresenta contribuições para a síntese	Atividade relacionada	Abstração	Decomposição
“É preciso observar o que é importante, separar tópicos, analisar várias possibilidades, combinar algoritmos, traçar uma estratégia de procedimentos e cálculos capazes de levarem à uma única solução ”.	Atividade sobre Computação Desplugada	X	
“O estudante associa o conhecimento geométrico ao conhecimento lógico e computacional”. Para isso, ele precisa extrair da programação o que é geometria.	Atividade sobre o Scratch	X	
“O estudante separou o problema, fez a associação dos conceitos que ele já dominava e foi desenvolvendo a síntese”.	Atividade sobre o Scratch		X
“A seleção de dados relevantes pode envolver a escolha das variáveis necessárias para representar as informações do problema. Essas variáveis podem ser combinadas por meio de operações matemáticas, estruturas de controle e lógica condicional para criar algoritmos que resolvam o problema”.	QF	X	
“Creio que quando dividimos a programação em diferentes partes, estamos contribuindo para o processo de síntese, uma vez que precisamos combinar diferentes conceitos . Isso é possível apenas quando a programação envolve conteúdo de Matemática”.	QF		X
“A decomposição pode ser benéfica ao fragmentar o problema em diferentes temáticas, que posteriormente podem ser unidas e agrupadas para resolver o problema ”.	QF		X

Fonte: A autora (2023).

Pontuamos que os termos associação e combinação utilizados pelos professores sobre a síntese estão em sintonia com o que é mencionado por Dreyfus (1991). Para ele, a síntese se refere à resolução de problemas a partir da combinação de diferentes conceitos matemáticos.

Nesse sentido, evidenciamos a contribuição dos pilares da abstração e da decomposição ao subprocesso de síntese na Matemática. Essa relação ainda não havia sido apresentada na literatura, considerando os estudos que categorizados a partir dos mapeamentos sistemáticos realizados.

A última subcategoria analisada evidenciou que o PC pode trazer contribuições para o processo de generalização, a partir do pilar “reconhecimento de padrão”. Essa foi a relação de maior consenso e a subcategoria que contou com textos mais convergentes. Observamos que o reconhecimento de padrão é o processo que mais aproxima o PM do PC, de acordo com os professores participantes.

Os dados analisados refletem que o reconhecimento de padrão desempenha um papel importante no processo de generalização. Ele envolve a capacidade de identificar regularidades, tendências ou características comuns em um conjunto de dados, situações ou problemas. Essa habilidade de reconhecer padrões pode contribuir com a capacidade do estudante de generalizar conceitos e aplicá-los a diferentes situações. Quando um estudante é capaz de identificar um padrão em um conjunto de dados ou em um problema específico, ele pode extrapolar esse padrão para situações semelhantes ou relacionadas.

O QUADRO 20 indica exemplos de trechos presentes nessa subcategoria.

QUADRO 20 – TRECHOS QUE MOSTRAM CONTRIBUIÇÕES DO PC À GENERALIZAÇÃO

Trecho que apresenta contribuições para a generalização	Atividade relacionada	Reconhecimento de padrão
“O aluno consegue identificar regularidades , tal como na generalização”.	Atividade sobre Computação Desplugada	X
“O que achei mais interessante foi o reconhecimento de padrão , que facilita a programação e desenvolve no estudante uma importante ferramenta matemática, a capacidade de generalizar ”.	Atividade sobre o Programaê!	X
“Cada bloco que o estudante insere faz com que ele vá criando generalizações, usando o conceito aprendido em outras situações ”.	Atividade sobre o Scratch	X
“Ao concluir a construção do retângulo, é possível construir outros quadriláteros ”.	Atividade sobre o Scratch	X
“A partir das informações matemáticas, ele buscou validar a construção ao justapor os blocos”.	Atividade sobre o Scratch	X
“O reconhecimento de padrão contribui para a capacidade do estudante de generalizar conceitos e aplicá-los a diferentes situações , permitindo a transferência de conhecimento e a aplicação de estratégias e abordagens em contextos diversos”.	QF	X
“A aptidão para identificar padrões pode auxiliar na capacidade do aluno de generalizar conceitos e aplicá-los em várias circunstâncias distintas ”.	QF	X

Fonte: A autora (2023).

Com relação à generalização, menções como “construir outros”, “validar” e “usando o conceito aprendido em outras situações” estão sintonizadas com a definição de Dreyfus (1991) que indica a utilização de uma definição em contextos gerais.

O reconhecimento de padrão já havia sido apontado na literatura como uma relação do PC com a Matemática por Barcelos (2014), Silva (2018) e Pereira (2019),

embora esses autores não explicassem essas relações a partir da teoria de Dreyfus (1991).

Percebemos, desse modo, relações entre os pilares do PC e os dois subprocessos da abstração. Vale pontuar que o processo de abstração é pertinente ao PMA, o que evidencia que o PC pode contribuir para o avanço do PM do estudante, já que ele favorece o desenvolvimento da síntese e da generalização. Portanto, podemos afirmar que existem relações entre o PC e o PMA.

Além da realização dessa primeira análise, que buscou as relações entre o PM e o PC, precedemos com mais dois processos de análise, relacionados aos outros objetivos específicos da pesquisa.

7.2 ANÁLISE DOS PROCESSOS E SUBPROCESSOS DO PENSAMENTO MATEMÁTICO

A análise da presença do PM nas atividades de programação realizadas pelos professores foi realizada a partir de um roteiro estabelecido com base nos processos e subprocessos de Dreyfus (1991). Esse roteiro foi apresentado no QUADRO 6, disponível no Capítulo 3. Fizemos uma pequena adaptação no roteiro, que foi sugerido inicialmente para ser utilizado para análise do PM de estudantes. Como as atividades analisadas foram realizadas por professores, alteramos o roteiro nesse sentido, conforme apresentamos no QUADRO 21.

QUADRO 21 – ROTEIRO PARA IDENTIFICAÇÃO DO PENSAMENTO MATEMÁTICO NO CURSO DE FORMAÇÃO

Processo	PME	PMA
Representação	O professor representa graficamente uma situação-problema.	O professor representa graficamente e algebricamente uma situação-problema de forma simultânea ou independente. Suas representações contêm diferentes elementos que demonstram a compreensão do conceito.
	O professor representa algebricamente uma situação-problema.	O professor reconhece o conceito e as propriedades relacionadas a partir da análise de uma representação algébrica e/ou gráfica, criada por ele ou apresentadas por outro professor.
	O professor utiliza outras formas de representação para caracterizar os dados de uma situação-problema, como placares, mapas mentais e quadros.	O professor interpreta diferentes representações matemáticas e cria outras a partir de tal interpretação, podendo transitar entre elas.
	O professor identifica, a partir dos dados de um problema, qual conceito, equação, teorema ou fórmula deve ser utilizado.	O professor modela uma situação-problema em uma equação, utilizando conceitos ou teoremas. Além disso, relaciona conceitos que podem se relacionar com a dada situação.
Abstração	O professor não realiza síntese e generalização.	O professor identifica e utiliza um determinado modelo em diferentes situações-problema.
	O professor não realiza síntese e generalização.	O professor combina diferentes estratégias e conceitos para resolver uma situação-problema.
	O professor não realiza síntese e generalização.	O professor resolve problemas não triviais, demonstrando domínio da linguagem formal matemática.
	O professor não realiza síntese e generalização.	O professor reconhece semelhanças e identifica padrões de regularidade.
	O professor não realiza síntese e generalização.	O professor extrai o conceito matemático de uma situação-problema.

FONTE: A autora (2023).

Os itens relacionados ao PME se concentram na capacidade do professor de representar graficamente e algebricamente uma situação-problema, além de utilizar outras formas de representação, como placares, mapas mentais e quadros. Também é avaliado se o professor identifica corretamente qual conceito, equação, teorema ou fórmula deve ser utilizado, mas não há indicação de síntese e generalização nesse contexto.

Já os itens relacionados ao PMA envolvem a capacidade do professor de representar graficamente e algebricamente uma situação-problema de forma simultânea ou independente, além de interpretar diferentes representações matemáticas e criar outras a partir dessa interpretação. Também é avaliado se o professor modela uma situação-problema em uma equação, utiliza diferentes modelos em situações-problema e combina estratégias e conceitos para resolver problemas não triviais.

Os dados analisados foram as atividades que envolviam programação realizadas pelos professores cursistas, a saber:

- Unidade 1: Atividade 1 (AP_1) e Atividade 2 (AP_2);
- Unidade 2: Atividades 1 a 4 (AP_3, AP_4, AP_5 e AP_6);
- Unidade 3: Atividade 2 (AP_7).

Intitulamos essas atividades como Atividades de Programação (AP). Para cada uma das sete AP, utilizamos o roteiro para verificar indícios da presença do PME ou do PMA considerando as postagens realizadas pelos participantes.

Organizamos a utilização do roteiro para verificação do PM em uma planilha eletrônica, em abas específicas para cada atividade. Para verificarmos se o PME ou o PMA haviam sido evidenciados em cada atividade, pelo participante, anotávamos na planilha eletrônica “1”, caso o professor tivesse executado a atividade presente no roteiro, ou “0”, caso não tivesse. Mostramos um exemplo na FIGURA 23.

FIGURA 23 – RECORTE DA PLANILHA ELETRÔNICA REFERENTE À ANÁLISE DO PM

Participante	REPRESENTAÇÃO				
	PME	PMA	PME	PMA	PME
	O professor representa graficamente uma situação-problema.	O professor representa graficamente e algebricamente uma situação-problema de forma simultânea ou independente. Suas representações contêm diferentes elementos que demonstram a compreensão do conceito.	O professor representa algebricamente uma situação-problema.	O professor reconhece o conceito e as propriedades relacionadas a partir da análise de uma representação algébrica e/ou gráfica, criada por ele ou apresentadas pelo professor.	O professor utiliza outras formas de representação para caracterizar os dados de uma situação-problema, como mapas mentais e quadros.
1	0	0	1	1	0
2	0	0	1	1	0
3	0	0	1	1	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	1	1	0
6	0	0	1	1	0

FONTE: A autora (2023).

Isso foi realizado para que pudéssemos obter, na planilha, a soma de quantos professores realizaram uma determinada ação em cada atividade. A partir disso, observamos o que ocorreu para a maioria dos cursistas, procurando verificar se a maior parte deles evidenciou os subprocessos do PM, tal como indicado no roteiro que estabelecemos a partir da teoria de Dreyfus (1991).

Verificamos que na AP_1, que se referia à reorganização de um fluxograma, todos os cursistas demonstraram que compreenderam a representação presente na atividade e identificaram o dado principal da situação-problema presente. Metade dos professores criaram representações, fazendo uso de fluxogramas ou mapas mentais.

Contudo, considerando o roteiro utilizado, notamos que não houve indícios significativos de PME ou PMA nos processos de representação e abstração nessa atividade, uma vez que os professores não demonstraram grande variedade de representações, tampouco criaram modelos ou realizaram sínteses e generalizações. Sem esses subprocessos, presentes na teoria proposta por Dreyfus (1991), não se é possível compreender que houve PM na atividade.

A organização de fluxogramas é considerada um tipo de Computação Desplugada, tal como explicada por Brackmann (2017). Nesse tipo de atividade, não são explorados, necessariamente, conceitos matemáticos. Percebemos que, no caso da atividade proposta, ela não favoreceu o desenvolvimento do PM, embora se relacionasse com o PC.

Com relação à AP_2, que se referia a uma programação na plataforma Programaê!, percebemos que todos os cursistas identificaram a situação-problema a partir da representação gráfica dada, utilizaram novas formas de representação e as interpretaram. A atividade envolvia a compreensão sobre o movimento que um personagem deveria fazer para traçar uma figura no cenário. Nesse sentido, era necessário compreender a representação posta e utilizar a representação geométrica. Esses elementos, de acordo com Dreyfus (1991), demonstram que o indivíduo está fazendo uso do PME em seu processo de representação.

Quanto ao processo de abstração, verificamos a identificação e utilização de um modelo e a combinação de diferentes estratégias para resolução da programação por todos os professores. Além disso, dos 24 professores, 22 identificaram padrões de regularidade na programação e utilizaram funções relacionadas a isso, tal como exemplificamos na FIGURA 24.

FIGURA 24 – EXEMPLO DE ATIVIDADE REALIZADA NO PROGRAMAÊ!



Fonte: A autora (2023).

Desse modo, na atividade de programação realizada no Programaê!, identificamos indícios do PMA no processo de abstração. A plataforma Programaê! faz uso de conceitos matemáticos relacionados à geometria, o que pode favorecer o PM dos usuários.

As atividades AP_3, AP_4, AP_5 e AP_6 foram realizadas no Scratch. Os cursistas programaram projetos no software, que contavam com a inserção de cenários, personagens, diálogos com o usuário e movimentos. O nível de dificuldade e, conseqüentemente de PC envolvido, aumentava gradativamente entre as atividades. Nas duas primeiras, a programação não envolvia, de forma direta, conceitos matemáticos. As seguintes solicitavam a criação de programas matemáticos.

Na AP_3, o cursista deveria somente inserir um cenário e um personagem no Scratch. Das 24 atividades analisadas, nove utilizavam representação gráfica, já que abordavam movimento e posição do personagem e a programação contava com elementos relacionados ao plano cartesiano. Mesmo assim, não há indícios claros do PM para o processo de representação, de acordo com a análise realizada, já que a maior parte dos subprocessos necessários não foi contemplada.

Com relação à abstração, outro processo indicado por Dreyfus (1991) para caracterizar o PM, notamos que um projeto com baixa complexidade como o proposto

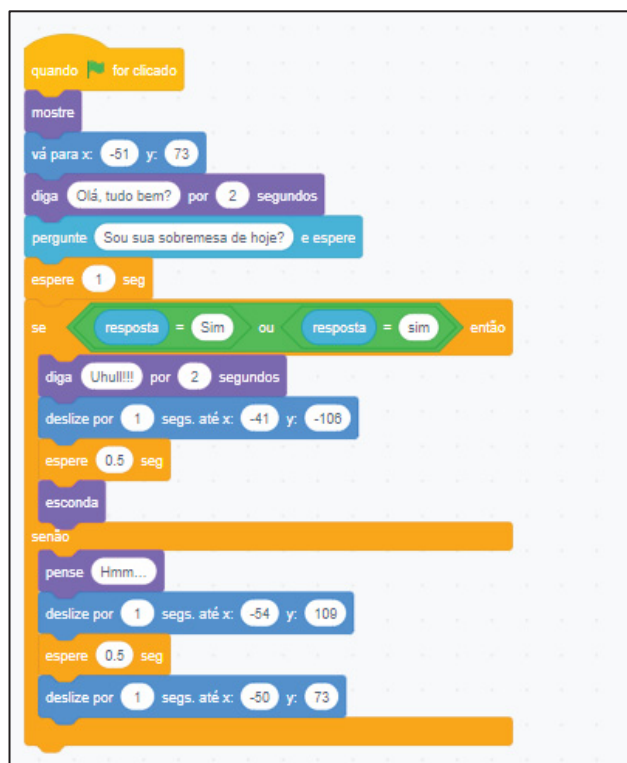
não favorece o desenvolvimento da síntese e da generalização. Portanto, não identificamos PME ou PMA na AP3.

A AP_4 aprofundava a programação realizada na AP3, indicando que o cursista deveria inserir interação e movimento ao personagem criado no Scratch. É importante pontuar que a utilização de movimentos no Scratch requer conhecimentos sobre o plano cartesiano, o que pode favorecer o subprocesso de representação gráfica. De fato, o PME foi identificado para o processo de representação.

Essa identificação foi possível pois no processo de análise verificamos que 23 professores utilizaram a representação gráfica, inserindo comandos relacionados à posição do personagem. Apenas um professor não utilizou comandos apropriados referente à posição do personagem.

Identificamos que ocorreu compreensão sobre a representação gráfica, já que o algoritmo criado repercutiu no movimento apropriado do personagem. Apresentamos um exemplo de programação na FIGURA 25.

FIGURA 25 – EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO DO MOVIMENTO DE UM PERSONAGEM NO SCRATCH PELO PARTICIPANTE 20



FONTE: A autora (2023).

O P20, nesse caso, se preocupou em estabelecer pares ordenados apropriados para que o personagem se posicionasse onde era necessário, o que

evidencia o PME presente, referente à representação e à interpretação. A falta de utilização de representações algébricas, contudo, impediu que as ações realizadas pelos cursistas fossem consideradas como indícios do PMA.

Com relação à abstração, percebemos que foi utilizada pela minoria dos cursistas. Somente oito demonstraram a identificação de padrões de regularidades e em torno de cinco participantes permearam no subprocesso de síntese. O padrão de regularidades foi identificado quando o participante usava comandos de repetição, por exemplo. A síntese, por sua vez, era verificada quando o professor cursista combinava conceitos. Um exemplo dessa combinação é apresentado no recorte de programação do P12 (Ver FIGURA 26). O professor cursista combinou conceitos relacionados à porcentagem e geometria e permeou por representações, interpretando-as.

FIGURA 26 – EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO DO MOVIMENTO DE UM PERSONAGEM NO SCRATCH PELO PARTICIPANTE 12



Fonte: A autora (2023).

Nesse projeto, observamos a presença dos subprocessos do PM, conforme propostos por Dreyfus (1991), o que caracteriza a possibilidade de a atividade

repercutir no PMA. Entretanto, mesmo que alguns cursistas tenham permeado pelos subprocessos de síntese e padrão de regularidade, considerando o que ocorreu com a maioria, não identificamos que a AP_4 favoreceu o PMA quanto ao processo de abstração.

Considerando o que analisamos nessa atividade, notamos que programações mais simples resultaram em PME, ou, ainda, ausência de indícios do PM. Nesse sentido, verificamos que à medida que o PC vai sendo mais explorado, o PM pode se tornar mais avançado.

A AP_5 solicitava a criação de três programas distintos, um sobre rotação de um retângulo, outro sobre área de um retângulo e um terceiro sobre porcentagem. Havia a necessidade de se utilizar diferentes representações gráficas e algébricas, combiná-las e interpretá-las para que as programações atendessem totalmente às propostas. A utilização de síntese e generalizações favoreceria a programação. Analisamos as três programações da atividade utilizando as questões do roteiro na planilha eletrônica. Assim, consideramos que o professor tinha utilizado uma determinada representação, por exemplo, se ela estivesse presente nas três programações feitas.

Nem todos os professores realizaram programações completas, que envolviam os subprocessos do PM. Do total de 24 atividades, 11 delas evidenciam que os professores não conseguiram resolver problemas não triviais, como programar a rotação de um retângulo. O enunciado dessa programação era: “Crie um programa que permita que um retângulo gire no sentido horário, quando clicada a bandeira verde”. Esses 11 professores criaram programas que construíam retângulos, que não rotacionavam. Dreyfus (1991) pontuava a importância de se resolver problemas para além de conhecimentos isolados, como a simples construção de um retângulo. Nesse sentido, identificamos que os professores tiveram dificuldade na manifestação do PM.

Como exemplo de participante que utilizou menos representações e abstrações, apresentamos as programações efetuadas pelo P10 da AP_5. O participante deveria, em um primeiro momento, programar um retângulo que se rotacionasse no sentido horário. A programação feita permitiu a representação do retângulo, mas não a rotação (Ver FIGURA 27).

FIGURA 27 – EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO DO DESENHO DE UM RETÂNGULO, SEM ROTAÇÃO



Fonte: A autora (2023).

Notamos que o professor fez uso de elementos importantes do PC, mas não interpretou o enunciado principal e não realizou a programação de um retângulo que se rotacionasse.

Com relação à segunda programação, que se referia à construção de um retângulo e ao cálculo da área, esse mesmo professor utilizou os dados indicados pelo usuário para calcular a área, mas não os considerou para a representação gráfica do retângulo. Na programação realizada pelo professor, a construção do desenho ocorria a partir de parâmetros previamente definidos, conforme mostramos na FIGURA 28. Com isso, não havia alternância de representação, já que a imagem do retângulo não correspondia ao dado inserido pelo usuário.

FIGURA 28 – EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO DA CONTRUÇÃO DE UM RETÂNGULO E CÁLCULO DE SUA ÁREA



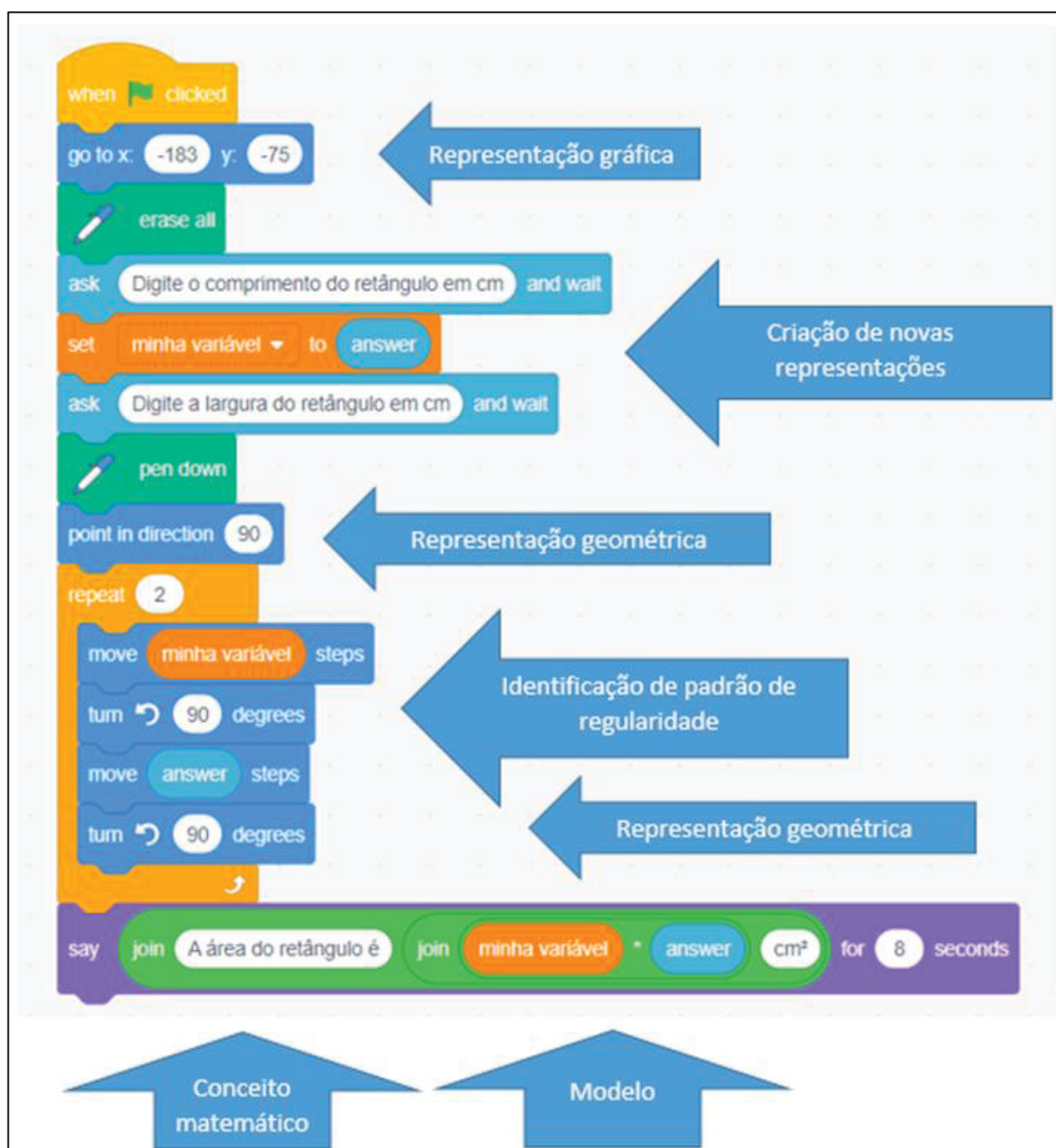
Fonte: A autora (2023).

É possível que algum professor tenha tido dificuldade de compreender os enunciados das atividades e, por isso, possa ter realizado programações de forma incorreta. Contudo, a interpretação de enunciados de problemas perpassa pelo PC e pelo PM (BRACKMANN, 2017; DREYFUS, 1991), o que também evidencia que a dificuldade com o PC pode comprometer o PM em atividades de programação, e vice-versa.

Nessa atividade, percebemos que os cursistas que atenderam às propostas na totalidade demonstraram a utilização dos subprocessos do PM, configurando-se no PMA. A representação e a abstração se configuraram como PMA para 13 cursistas.

A AP_5 evidenciou que a complexidade do PC envolvido amplia as possibilidades de o PM ser utilizado. A FIGURA 29 indica um exemplo de programação da AP_5, realizada pelo P22, que indica os processos do PMA.

FIGURA 29 – EXEMPLO DE PROGRAMAÇÃO QUE EVIDENCIA OS PROCESSOS DO PMA



Fonte: A autora (2023).

Mesmo que não tenha ocorrido na totalidade, a maioria dos professores cursistas atendeu aos critérios presentes no roteiro e demonstrou permear no PMA na AP_5.

A AP_6, por sua vez, solicitava a adaptação de um projeto que continha um jogo sobre números inteiros. O cursista deveria remixar o projeto, trazendo novos elementos. Na programação, estão envolvidas representações gráficas relacionadas ao movimento do personagem. O jogo envolve operações matemáticas, o que exige o uso de diferentes representações algébricas para o programador. Há a necessidade de se alternar entre os modos de representação, para que o jogo funcione

corretamente. Além disso, a utilização de síntese e generalização é necessária para que o programa não fique demasiadamente complexo. Desse modo, a programação completa e funcional desse projeto envolve a totalidade dos subprocessos do PM, do modo como são explicados por Dreyfus (1991).

Os participantes conseguiram demonstrar os processos e subprocessos do PMA, a partir da análise realizada com o roteiro estabelecido. Cabe pontuar que essa programação envolvia remixagem de projeto¹⁷ e, portanto, configura-se como colaborativa. Nesse sentido, destacamos a importância da coletividade no processo formativo de professores, recomendada por Nóvoa (2012) e Tardif (2014). Quando o cursista se deparou com uma programação previamente realizada por outro professor, ele conseguiu buscar novos elementos e manifestar tanto o PC quanto o PM.

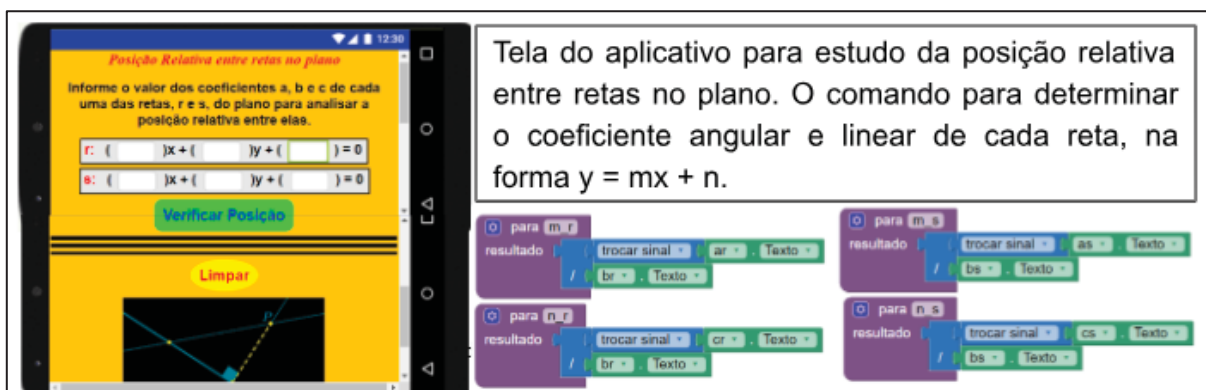
Com relação à AP_7, tratava-se de uma programação no MIT App Inventor. Observamos que muitos participantes relataram dificuldades com o software que deveriam utilizar. Como eles exploraram mais o software Scratch, informaram que não conseguiram avançar consideravelmente nas programações, o que acabou impactando o processo de representação.

A atividade solicitava três programações diferentes, uma relacionada à inserção de um botão que tocasse um som, outra relacionada à criação de um programa que indicasse as raízes de uma equação quadrática, e uma última relacionada à posição relativa entre retas. Percebemos que os cursistas realizaram as duas primeiras programações, realizando o processo de abstração. Com relação ao processo de representação, notamos que os participantes indicaram adequadamente a fórmula matemática relacionada à situação-problema. Contudo, não há indícios de fluidez entre representações, o que caracteriza o PME, mas não o PMA.

O P15 se destacou na AP_7, como já tinha feito nas demais atividades de programação. Nos programas criados, ele demonstra habilidade com o PC o que favoreceu a utilização de representação e abstração em nível de PMA. Um exemplo de programação realizada pelo professor é mostrado na FIGURA 30. Esse participante se preocupou em utilizar um leque de representações, algébricas e gráficas. Também identificamos a utilização de síntese e generalização.

FIGURA 30 – EXEMPLO DE ATIVIDADE REALIZADA NO MIT APP INVENTOR

¹⁷ O projeto a ser remixado pelos cursistas está disponível em: <https://scratch.mit.edu/projects/244642117/>. Acesso em: 06 out. 2023.



Fonte: A autora (2023).

O QUADRO 22 apresenta o resumo da verificação realizada em cada atividade, mostrando se foi identificada a presença da representação e da abstração no nível de PME ou PMA, ou se não foram constatados indícios dos processos de PM. Pontuamos que consideramos o que ocorreu com a maioria das atividades analisadas.

QUADRO 22 – PRESENÇA DO PME OU DO PMA NAS ATIVIDADES DE PROGRAMAÇÃO REALIZADAS PELOS PROFESSORES DO CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA

Atividade	Recurso	Grau de complexidade	Presença da representação	Presença da abstração
AP_1	Computação desplugada	Fácil	Não há indícios	Não há indícios
AP_2	Programaê!	Médio	PME	PMA
AP_3	Scratch	Fácil	Não há indícios	Não há indícios
AP_4	Scratch	Médio	PME	Não há indícios
AP_5	Scratch	Difícil	PMA	PMA
AP_6	Scratch	Difícil	PMA	PMA
AP_7	MIT App Inventor	Médio	PME	PMA

Fonte: A autora (2023).

A observação do resultado elencado no QUADRO 22 indica que programações mais complexas no Scratch favorecem o PMA. A utilização de outras formas de programar, como a Computação Desplugada, não possibilitou que o professor fizesse uso do PM. O MIT App Inventor dificulta o avanço do PM no quesito representação, embora seja possível se alcançar o PMA mesmo nesse software.

Os resultados apresentados no QUADRO 22 demonstram como a complexidade das programações e o uso de diferentes softwares influenciam no desenvolvimento do PM, destacando a importância de uma intencionalidade pedagógica na proposição das atividades.

Compreendemos, desse modo, que nem toda PV repercutirá no avanço do PM, por si só, sem uma devida intencionalidade. Contudo, à medida que um usuário avança em complexidade na utilização de softwares que abordem esse tipo de programação, ele acaba por fazer uso de representações variadas e de processos de síntese e generalização. Para que as representações e abstrações se refiram a processos mentais matemáticos, a programação proposta deve favorecer a utilização de conceitos matemáticos. Desse modo, professores de Matemática que desejem que o PM se faça presente em atividades de PV deverão propor atividades que conduzam o estudante aos subprocessos propostos por Dreyfus (1991). A sugestão, nesse caso, é que as atividades não sejam puramente livres, mas que sejam elaboradas pelo professor, conforme o seu objetivo pedagógico.

Outro apontamento relevante relacionado à presença do PM nas atividades desenvolvidas pelos professores se refere ao fato de nem todos os professores terem demonstrado que utilizaram os processos de representação e abstração, embora já sejam professores com formação inicial concluída. Considerando o saber disciplinar proposto por Tardif (2014) como fundamental ao professor, entendemos a importância de professores se colocarem em constante processo formativo, inclusive quanto ao saber matemático.

Destacamos, ainda, que um cursista permeou no PMA em todas as atividades de programação realizadas, fazendo uso dos subprocessos descritos por Dreyfus (1991) constantemente. Ele demonstrava facilidade com a programação e amplo conhecimentos sobre os softwares utilizados, utilizando e combinando os pilares do PC. Isso reforça a compreensão de que um nível mais avançado do PC favorece o avanço do PM, como indicou Bussmann (2019).

Além da verificação do PM nas atividades que envolviam o PC, também procuramos verificar o PC nas atividades que envolviam o PM. Apresentamos, na sequência, a análise realizada nesse viés.

7.3 ANÁLISE DOS PILARES E DAS HABILIDADES DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Procedemos com a análise da presença do PC nas atividades dos professores no curso de formação, identificando os quatro pilares e as habilidades provenientes do PC, tal como indicados na literatura.

Para isso, selecionamos as três atividades realizadas na Unidade 4 do curso de formação (ver Apêndice 8), que se referiam à elaboração de atividades de programação pelos professores do curso, as quais nomeamos como Atividades para Estudantes, simbolizadas por AE_1, AE_2 e AE_3. Essas atividades deveriam ser propostas para supostamente serem aplicadas a turmas de estudantes da Educação Básica, na disciplina de Matemática. Desse modo, direcionamos olhares para esses dados na perspectiva de verificar se atividades de programação que foram elaboradas para desenvolver conteúdos de matemática na Educação Básica apresentam as evidências do PC, a partir dos pilares propostos na literatura e da compreensão de que o PC deve também desenvolver habilidades diversas.

A AE_1 se referia à elaboração de uma atividade de PV a ser realizada em um laboratório de informática. Os cursistas deveriam elaborar um roteiro, detalhando conteúdos, série e formato da atividade.

Os roteiros propostos apresentavam atividades a serem realizadas a partir dos softwares Scratch, MIT App Inventor e da plataforma Programaê!. Notamos convergências com o que identificamos no mapeamento sistemático que fizemos sobre a abordagem do PC na disciplina de Matemática: (a) o Scratch foi o recurso mais utilizados pelos professores; (b) 100% dos professores indicaram que o encaminhamento seria a partir da divisão da turma em equipes ou duplas e (c) os conteúdos matemáticos mais explorados eram de álgebra ou geometria.

A maioria dos professores indicou que levaria a turma no laboratório de informática para que as equipes ou duplas desenvolvessem um projeto, a partir de uma temática de matemática. Dentre as postagens, 14 indicavam atividades mais direcionadas. Ou seja, o professor iria propor ao estudante uma ação específica no software, como elaborar um projeto que, ao se clicar a bandeira, desenhasse uma determinada figura. Havia projetos que exigiam interação com o usuário e cálculos de áreas e zeros de funções. Outras atividades abordavam a programação mais livre por parte dos discentes, solicitando que eles criassem histórias ou jogos. Nessas

atividades, não foi possível inferir se haveria reconhecimento de padrão por parte do aluno, ou mesmo decomposição.

Optamos por analisar cada um dos roteiros de forma individual, tal como mostramos no QUADRO 23. A análise foi feita com base nos quatro pilares do PC: abstração, decomposição, algoritmo e reconhecimento de padrão (CODE.ORG, 2016; LIUKAS, 2015; BBC LEARNING, 2015). A indicação de “X” indica a presença do pilar e a sigla “NI” significa a impossibilidade de identificação do pilar pelas descrições feitas pelo cursista. Dois participantes não entregaram essa atividade (P3 e P8), alegando dificuldade para conciliar o tempo do trabalho com a dedicação ao curso. Eles também estavam em processo de pesquisa de mestrado e doutorado. Mesmo com a ampliação dos prazos para entrega da atividade, esses participantes não a entregaram.

QUADRO 23 – PRESENÇA DOS PILARES DO PC NA AE_1

AE_1	Software	Atividade	Presença dos pilares do Pensamento Computacional			
			Abstração	Decomposição	Padrão	Algoritmo
P1	Scratch	Construção de retas	X	X	X	X
P2	MIT App Inventor	Cálculo de porcentagem	X	X	-	X
P3						
P4	Scratch	Movimento de personagens	X	-	-	X
P5	Scratch	Construção de polígonos	X	X	X	X
P6	Scratch	Jogo sobre números inteiros	X	X	X	X
P7	Scratch	Ângulos em polígonos	X	X	X	X
P8						
P9	Scratch	Área de figuras planas	X	X	X	X
P10	Scratch	Animação de um ator	NI	NI	NI	X
P11	Scratch	Equação do 1º Grau	X	X	X	X
P12	Scratch	Plano cartesiano	X	X	X	X
P13	Scratch	Criação de projeto	X	NI	NI	X
P14	Scratch	História envolvendo funções	X	X	X	X
P15	Scratch	Projeto Função Quadrática	X	X	X	X
P16	Scratch	Figuras planas	X	X	X	X
P17	Scratch	Função	X	X	X	X
P18	MIT App Inventor	Função quadrática	X	X	X	X
P19	Scratch	Quiz matemático	X	NI	NI	X
P20	Scratch	Construções geométricas	X	-	NI	X
P21	Scratch	Quadrados e retângulos	X	NI	NI	X
P22	Programaê!	Coordenadas cartesianas	X	X	X	X
P23	Scratch	Desenhando quadrados	X	X	X	X
P24	Scratch	Função afim	X	X	X	X

Fonte: A autora (2023).

Como é possível observar no QUADRO 23, identificamos a presença dos quatro pilares do PC nas atividades elaboradas pelos professores.

Os pilares foram identificados, por exemplo, na atividade AE_1 do P23. O professor elaborou previamente opções de blocos para serem organizados pelos estudantes, possibilitando a abstração (seleção do bloco adequado, desconsiderando o que não era relevante); a decomposição (divisão em duas programações); o reconhecimento de padrão (utilização do bloco repita) e algoritmo (organização

correta dos blocos para a execução correta do programa). Mostramos o recorte da atividade na FIGURA 31.

FIGURA 31 – EXEMPLO DE ATIVIDADE DE PROGRAMAÇÃO VISUAL DIRECIONADA PARA ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO BÁSICA ELABORADA POR UM CURSISTA



Fonte: A autora (2023).

O algoritmo esteve presente em todas as atividades, uma vez que os professores propuseram que os estudantes realizassem programações, a partir da listagem de procedimentos que o computador deveria executar, o que converge com o conceito de algoritmo de Brackmann (2017) e de Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2020).

Notamos, nesse sentido, que todos os pilares podem ser explorados nas atividades de PV, o que ratifica que essa linguagem de programação favorece o PC (ZANETTI; BORGES; RICARTE, 2016; PINTO; NASCIMENTO, 2018; ROCHA; PINTO, 2021).

Na AE_2, os professores deveriam revisitar a AE_1 e relatar quais habilidades poderiam ser desenvolvidas por estudantes da Educação Básica, ao realizar a atividade proposta por eles. As habilidades mencionadas estão indicadas no QUADRO 24. Quatro participantes não entregaram esta atividade, devido à dificuldade de conciliar o curso com suas atividades profissionais e acadêmicas, sendo eles: P3, P8, P10 e P24.

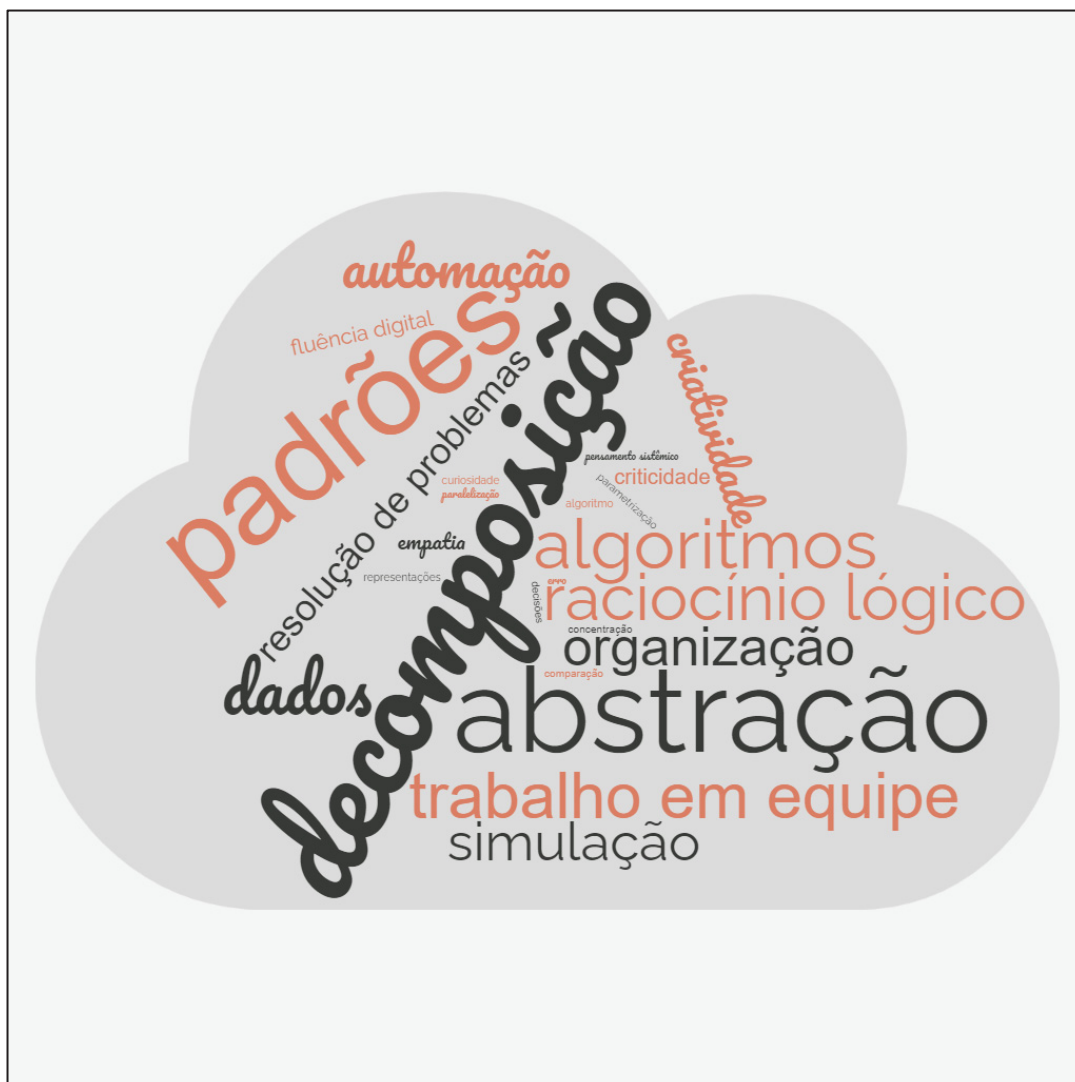
QUADRO 24 – HABILIDADES RELACIONADAS AO PC IDENTIFICADAS PELOS PARTICIPANTES

AE_2	Habilidades indicadas pelo participante
P1	Fluência digital, Resolução de problemas, Raciocínio lógico, Alternância de representações, Identificação de padrões.
P2	Abstração, Decomposição, Coleta de dados, Construção de algoritmos, Simulação.
P3	
P4	Criatividade, Empatia, Trabalho em equipes, Decomposição, Identificação de padrões, Abstração, Construção de algoritmos, Tratamento ao erro.
P5	Resolução de problemas, Tomada de decisões, Trabalho em equipe, Pensamento Crítico.
P6	Algoritmo, Criatividade.
P7	Decomposição, Identificação de padrão, Abstração, Algoritmo, Fluência digital.
P8	
P9	Resolução de problemas, Criticidade, Pensamento Sistêmico, Criatividade.
P10	
P11	Decomposição, Abstração, Identificação de padrões, Automação, Construção de algoritmos, Trabalho em equipe.
P12	Decomposição, Automação, Coleta de dados, Construção de algoritmos.
P13	Raciocínio lógico, Empatia, Organização, Trabalho em equipe e criatividade.
P14	Abstração, Decomposição, Automação, Coleta de dados, Construção de algoritmos,
P15	Trabalho em equipe, Comparação, Identificação de padrões.
P16	Decomposição, Abstração, Reconhecimento de padrão, Coleta de dados e análise de dados, Parametrização, Simulação.
P17	Abstração, Decomposição, Automação, Construção de algoritmos, Paralelização, Simulação.
P18	Decomposição, Reconhecimento de Padrão, Abstração, Construção de algoritmos, Simulação, Trabalho em equipe.
P19	Abstração, Decomposição, Construção de algoritmos.
P20	Concentração, Curiosidade, Criatividade, Raciocínio lógico, Organização, Resolução de problemas, Identificação de padrões, Construção de algoritmos.
P21	Criatividade, Raciocínio lógico, Organização, Resolução de problemas, Identificação de padrões, Construção de algoritmos.
P22	Abstração, Decomposição, Coleta de dados, Representação de dados, Análise de dados, Criatividade, Raciocínio lógico, Organização, Resolução de problemas, Identificação de padrões, Construção de algoritmos, Simulação.
P23	Abstração, Decomposição, Automação, Coleta, representação e análise de dados, Criatividade, Raciocínio lógico, Organização, Resolução de problemas, Identificação de padrões, Construção de algoritmos.
P24	

Fonte: A autora (2023).

A FIGURA 32 evidencia os termos mais utilizados pelos professores, ao mencionarem as habilidades que podem ser desenvolvidas em atividades de PV.

FIGURA 32 – NUVEM DE PALAVRAS A PARTIR DOS TERMOS CITADOS PELOS CURSISTAS SOBRE AS HABILIDADES QUE PODEM SER DESENVOLVIDAS EM ATIVIDADES DE PV



Fonte: A autora (2023).

Atividades de PV são vistas, por professores de Matemática, como recursos que podem favorecer, principalmente, a decomposição, a abstração, a análise de dados, a identificação de padrões, a automação e a criação de algoritmos. Os docentes também indicam que esse tipo de atividade pode favorecer a criatividade, a organização, o trabalho em equipe e a fluência digital. Isso é significativo pois se alinha a uma prática de PC que vai além da formação técnica para utilização do computador.

Identificamos que as habilidades citadas se referem, principalmente, aos próprios pilares do PC, principalmente os que são indicados pela parceria ISTE/CSTA (2011). Nessa perspectiva, verificamos que os professores consideraram o PC a partir de seu potencial mais técnico. Para aqueles que indicaram habilidades criativas e

inventivas, notamos convergência com os estudos de Costa (2017), Mestre (2017) e Ferreira (2020), que concordavam que a utilização de abordagens que desenvolvem o PC favorece o trabalho em equipe e a criatividade, habilidades consideradas relevantes para o aprendizado.

A AE_3 se referiu a uma atividade que envolvesse a PV e que favorecesse o PM do estudante, elaborada para ser utilizada na Educação Básica. Cabe pontuar que essa foi a última atividade realizada no curso, momento quando os docentes já tinham o entendimento sobre as teorias estudadas, o que evidenciamos nas reuniões síncronas, nos questionários, enquetes e Quiz realizados.

Assim como fizemos para a AE_1, verificamos a presença dos pilares do PC em cada um dos 24 roteiros, conforme indicamos no QUADRO 25.

QUADRO 25 – PRESENÇA DOS PILARES DO PC NA AE_3

AE_3	Software	Atividade	Pilares do Pensamento Computacional			
			Abstração	Decomposição	Padrão	Algoritmo
P1	Scratch	Reconhecendo ângulos	X	X	X	X
P2	Scratch	Construção do cone	X	X	X	X
P3	Scratch	Construção de polígonos	X	X	X	X
P4	MIT App Inventor	Teorema de Pitágoras	X	X	X	X
P5	Scratch	Geometria plana	X	X	X	X
P6	Scratch	Rotação de polígonos	X	X	X	X
P7	Scratch	Porcentagem	X	X	X	X
P8	Scratch	Geometria plana	X	X	X	X
P9	Scratch	Geometria plana	X	X	X	X
P10	Scratch	Área de figuras planas	X	X	X	X
P11	Scratch	Polígonos regulares	X	X	X	X
P12	Scratch	Equações de 1º Grau	X	X	X	X
P13	Scratch	Equações de 1º Grau	X	X	X	X
P14	Scratch	Função exponencial	X	X	X	X
P15	MIT App Inventor	Grandezas direta e inversamente proporcionais	X	X	X	X
P16	Scratch	Frações	X	X	X	X
P17	MIT App Inventor	Função Quadrática	X	X	X	X
P18	Scratch	Teorema de Pitágoras	X	X	X	X
P19	Computação Desplugada	Funções	X	X	X	X
P20	MIT App Inventor	Soma de ângulos	X	X	X	X
P21	Programaê!	Figuras geométricas	X	X	X	X
P22	MIT App Inventor	Função afim	X	X	X	X
P23	Scratch	Função afim	X	X	X	X
P24	Scratch	Porcentagem	X	X	X	X

Fonte: A autora (2023).

Observamos que os quatro pilares do PC estiveram presentes em 100% das atividades postadas. Notamos, dessa forma, que quando os professores tiveram a preocupação de elaborar atividades que desenvolvessem o PM, acabaram por

favorecer ainda mais o PC. Isso ocorreu com todos os participantes que não haviam elaborado atividades com os quatro pilares do PC na AE_1.

Citamos, como exemplo, O P4 que entregou a AE_1 sem a preocupação com o PM. Ele propôs uma atividade sobre a movimentação de um personagem no Scratch, o que levaria o estudante da Educação Básica a fazer uso de dois dos pilares do PC: abstração e algoritmo. O mesmo professor, quando elaborou a AE_3 considerando a presença do PM, propôs uma atividade no MIT App Inventor que previa a construção de um programa para fornecer o valor da hipotenusa, a partir dos valores dos catetos, que consequentemente favoreceu os quatro pilares do PC.

Evidenciamos um exemplo de proposta de atividade elaborada que envolve o PC e o PM: o P15, na AE_3, sugeriu que os estudantes programassem um aplicativo para cálculo de proporção, a partir do software MIT App Inventor.

Esse participante menciona, em sua proposta, que para executar o projeto os estudantes envolvidos precisariam acionar o conhecimento matemático que já possuíam sobre proporção para organizar as ideias e buscar uma padronização de acordo com a composição das grandezas envolvidas, de forma a prever cada situação, o que poderia contribuir com a ampliação do PM. Para resolver o problema da construção do aplicativo, fariam uso do PC para executar o projeto com o menor número de procedimentos para otimização do aplicativo.

Os estudantes perpassariam pela abstração, ao relacionar a organização em tabelas com a estrutura computacional e ao criar botões de seleção para indicar quando a grandeza aumenta ou diminui. De fato, Brennan e Resnick (2012) apresentavam a abstração como a separação de comportamentos ou ações para que o foco do sujeito seja nos elementos que favorecem a resolução de problemas.

Os estudantes também utilizariam o processo de decomposição, ao reduzir o problema em situações menores, fragmentando cada situação para encontrar a padronização da formulação em dois critérios de acordo com as possibilidades envolvendo as grandezas. Moita e Viana (2019) já explicavam que fragmentar as atividades para resolução de forma mais viável favorece a programação.

O algoritmo seria utilizado para descrição ao computador do que o programa deve executar e o reconhecimento de padrões reduziria a quantidade de blocos a ser utilizados, contribuindo com a ergonomia do aplicativo. Ao descrever adequadamente um algoritmo para grandezas diretamente proporcionais, o estudante poderia seguir o mesmo padrão para grandezas inversamente proporcionais, considerando a

especificidade adequada, procedendo com o que Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2020) compreendem como generalização, que é essencial para a construção do algoritmo.

Com a coleta de dados e análise, seria possível fazer a testagem simulando todas as possíveis situações para validar o aplicativo e assim disponibilizar para utilização externa. Neste sentido, o aplicativo construído abordaria o PM e o PC integrando a aprendizagem de Matemática ao recurso computacional no ensino.

Dessa forma, avançamos no conhecimento evidenciado nos mapeamentos sistemáticos realizados no processo de pesquisa. Embora as pesquisas prévias já tenham mostrado que a PV se relaciona com o PC, elas ainda não tinham revelado a integração dele com o PM em atividades que poderiam ser propostas para a Educação Básica.

A análise dos pilares e das habilidades do PC nas atividades elaboradas pelos professores mostrou que a PV favorece a utilização da abstração, da decomposição, do reconhecimento de padrão e do uso de algoritmos. Além disso, a PV é vista por professores de Matemática como uma forma de desenvolvimento de habilidades por estudantes da Educação Básica, especialmente as que se relacionam com a criatividade, a resolução de problemas e o trabalho em equipe, o que converge com os entendimentos de Resnick *et al.* (2009) e Mestre *et al.* (2015).

Destacamos que os roteiros analisados foram propostos por professores que passaram por todo um processo formativo, o que possivelmente favoreceu os resultados encontrados.

7.4 ESTABELECIMENTO E MANIFESTAÇÃO DAS RELAÇÕES ENTRE O PENSAMENTO COMPUTACIONAL E O PENSAMENTO MATEMÁTICO

Ao observarmos as interpretações emergidas das três análises apresentadas, buscamos compreender como foram estabelecidas e manifestadas as relações entre PC e o PM pelos docentes participantes do curso de formação ministrado.

A primeira análise que realizamos evidenciou as relações entre o PC e o PM, a partir das contribuições que o PC pode dar aos subprocessos de alternar e interpretar, modelar, sintetizar e generalizar. As relações estabelecidas e manifestadas foram: (a) pilar algoritmo e subprocesso de modelagem; (b) pilar reconhecimento de padrão e subprocesso de generalização; (c) pilares abstração e

decomposição e subprocesso de síntese; (d) e pilares abstração e decomposição e subprocesso de alternância e interpretação.

Nesse sentido, percebemos que as relações foram estabelecidas no sentido de que o PC pode contribuir para o PM. Assim, a utilização de atividades relacionadas ao PC favorece o avanço do PM do estudante.

Essa primeira análise foi pautada nas respostas dadas pelos cursistas ao longo do curso de formação. Percebemos que o aprofundamento nas respostas foi aumentando, o que reflete na colaboração do curso de formação ao cursista, que pôde compreender melhor a teoria do PM e as definições sobre o PC. Dessa forma, identificamos que os saberes docentes foram estimulados, principalmente os saberes disciplinares (TARDIF, 2014) e os saberes tecnológicos (PSZYBYLSKI, 2019; MEREDYK, 2020).

É importante pontuar que os professores alertaram para a necessidade de mediação do professor em atividades de PV para que o PM pudesse ser explorado. Outra consideração relevante é de que existe a necessidade de as atividades de PV abordarem conteúdos matemáticos, para que favoreçam os subprocessos presentes na teoria de Dreyfus (1991).

A segunda análise se pautou nas atividades realizadas pelos professores, na busca por evidências da presença do PM em atividades que dialogam com o PC. Percebemos que as atividades de PV mais aprofundadas no Scratch favoreceram o PMA, o que sugere que nem toda PV repercutirá no avanço do PM. Isso é um ponto em comum com a primeira análise feita, pois os professores também mencionaram mais aproximações entre o PC e o PM quando analisaram recursos de PV mais semelhantes ao Scratch. Desse modo, atividades mais simplistas de programação podem não trazer avanços ao PM do estudante.

Um ponto destacado na segunda análise se refere ao fato de que atividades que envolvem conceitos matemáticos possibilitam representações e abstrações relacionadas ao PM. Nesse sentido, cabe ao professor que irá propor uma atividade de PC definir estratégias que abordem conceitos matemáticos. Isso vai ao encontro da menção dada pelos professores na primeira análise sobre a importância do planejamento e da mediação docente.

A segunda análise também mostrou que o curso de formação favoreceu o desenvolvimento do PM dos cursistas, mesmo eles já sendo professores de Matemática. Desse modo, a manifestação das relações entre o PM e o PC ocorreu

por meio de um processo formativo, que contribuiu para o avanço do PM e do PC de cada docente participante do curso. Mais uma vez, percebemos a colaboração do curso de formação ao desenvolvimento dos saberes docentes.

Já a terceira análise buscava os pilares e habilidades do PC em atividades de PV elaboradas pelos professores. Tal verificação evidenciou que esse tipo de programação favorece os quatro pilares do PC, além de possibilitar o desenvolvimento de habilidades aos estudantes da Educação Básica, tais como criatividade, resolução de problemas e trabalho em equipe.

Nesse aspecto, podemos identificar um possível desafio a professores de Matemática que almejem utilizar a PV para desenvolver o PC de forma simultânea ao PM. Esse último pensamento é favorecido a partir de atividades mais direcionadas, que contenham conceitos matemáticos e que sejam realizadas a partir da mediação do professor. Contudo, a visão mais atual do PC prevê, como elementos centrais, a inventividade e a criatividade (ZANETTI; BORGES; RICARTE, 2016; PINTO; NASCIMENTO, 2018; ROCHA; PINTO, 2021). Nesse sentido, a PV ocorreria de uma forma mais livre, tendo como foco principal a utilização do computador como um recurso de criação, sem que um tema central fosse dado como regra pelo professor. Em uma outra perspectiva, a visão de Wing (2006) poderia estar mais próxima ao desenvolvimento do PM, já que se pauta nas questões mais técnicas do PC.

Consideramos que as compreensões teóricas de Seymour Papert, precursor do PC, podem representar o equilíbrio necessário para que sejam praticados os aspectos estabelecidos e manifestados pelos professores no curso de formação acerca das relações entre o PM e o PC. Para o pesquisador, a criação por meio da linguagem de programação tem como foco o aprendizado (PAPERT, 1993). Nessa perspectiva, mesmo que o professor favoreça a criatividade e inventividade do estudante, ele deve ter a intencionalidade didática na condução de atividades de PC. Nesse caso, é possível ter um determinado conteúdo por trás da programação, visto que o objetivo principal é a aprendizagem, e de forma paralela o estudante exercer a criatividade e inventividade, na criação de narrativas, na inserção de layouts, na seleção de personagens, entre outras possibilidades.

Ademais, o próprio PM dialoga com a criatividade do estudante. Dreyfus (1991) mencionava a importância de um papel intuitivo na criação de estratégias para resolução de problemas. Assim, o estudante que desenvolve o PM também pode se tornar mais inventivo e criativo, já que precisa desenvolver e criar estratégias para

resolver problemas não triviais. Ele também aprimora sua capacidade de interpretação, de selecionar partes importantes de um problema, de generalizar e de criar processos de modelagem. Nessa vertente, o PC também pode ser beneficiado pelo PM.

Dreyfus (1991) mencionava que o PM se relaciona com a interpretação de problemas, a resolução e a descrição das estratégias utilizadas nesses processos. Isso é comum ao PC, já que ao elaborar um algoritmo para um computador ou para outra pessoa, o indivíduo precisa descrever todos os elementos que se relacionam com o processo resolutivo.

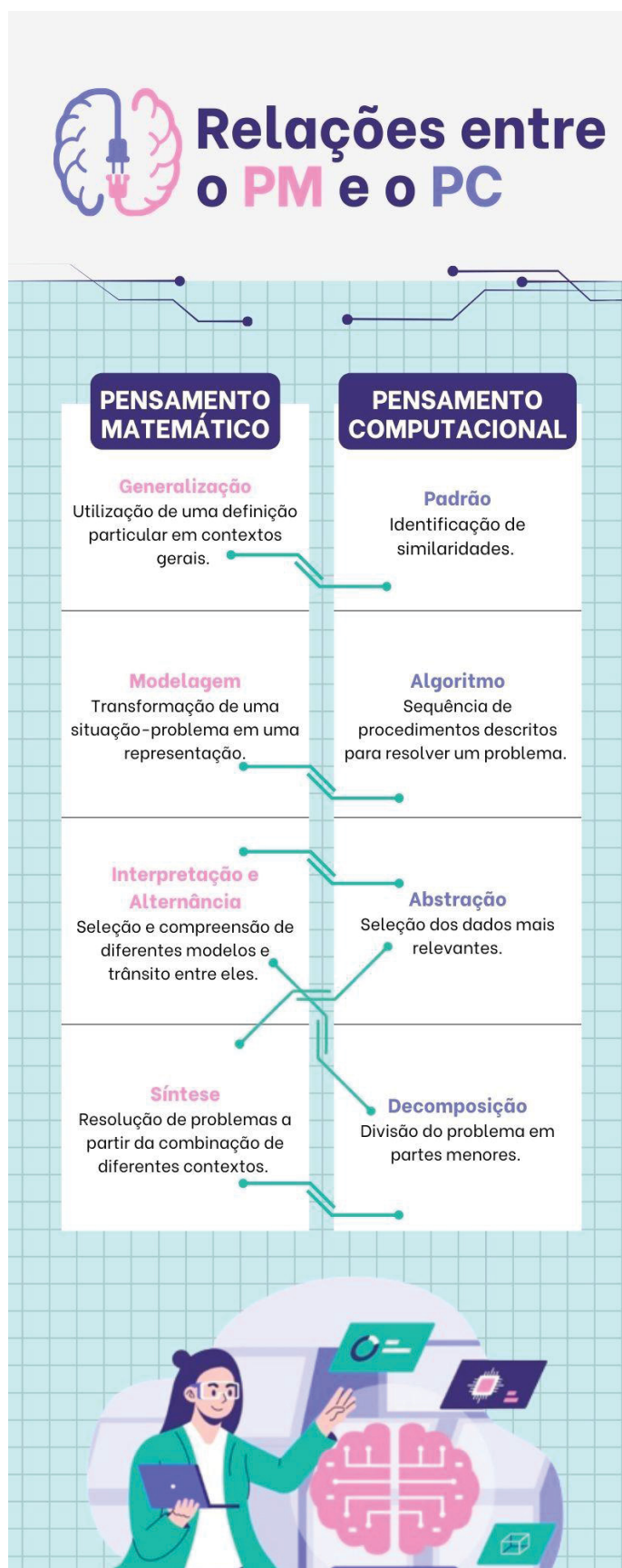
A representação também é mencionada na teoria do PMA (DREYFUS, 1991) e é uma ação esperada nos processos de programação, já que o indivíduo, ao realizar atividades relacionadas aos pilares do PC, deve representar os dados por meio de modelos e simulações (ISTE/CSTA, 2011).

As atividades de PV realizadas e elaboradas pelos professores cursistas mostraram que é possível utilizar conceitos de matemática, especialmente relacionados à generalização, para abordar a identificação de padrões. De forma semelhante, a modelagem matemática pode favorecer a criação do algoritmo. Os pilares da abstração e da decomposição foram identificados e mencionados em atividades que abordavam interpretação, alternância e síntese.

Desse modo, identificamos que as relações entre o PM e o PC são simultâneas. O estudante pode aprimorar os subprocessos do PM quando explora atividades de PV que envolva conceitos matemáticos, a partir da mediação docente. Em outro prisma, estudantes podem interpretar, generalizar, sintetizar e modelar para desenvolver algoritmos, identificar padrões, abstrair e decompor.

A partir disso, sintetizamos as relações entre os pensamentos, para estabelecer esse caminho simultâneo entre o PM e o PC (Ver FIGURA 33).

FIGURA 33 – SÍNTESES ENTRE AS RELAÇÕES ENTRE O PM E O PC



Fonte: A autora (2023).

Os professores cursistas elaboraram diferentes atividades de PV direcionadas para estudantes de Educação Básica. Essas atividades evidenciaram a presença dos processos e subprocessos do PM e do PC. A análise realizada a partir de três etapas convergiu para o entendimento sintetizado na FIGURA 33. A hipótese da pesquisa, fica assim comprovada: existem relações entre o Pensamento Computacional e o Pensamento Matemático e a Programação Visual pode ser explorada na Educação Básica de forma a favorecer esses pensamentos.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, peço novamente licença ao leitor para, assim como fiz na introdução, fazer-me presente no texto. Trago minhas considerações finais a partir de diferentes perspectivas. Primeiro, aponto um recorte do processo investigativo, no qual registro as dificuldades encontradas e as contribuições que a pesquisa trouxe a mim, enquanto professora e pesquisadora. Apresento as considerações sobre as análises realizadas e sobre o problema de pesquisa e comprovação da hipótese. Deixo, ainda, sugestões para continuidade da investigação realizada.

8.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A TRAJETÓRIA DA PESQUISA

A pesquisa descrita neste relatório teve como objetivo geral analisar um curso de formação continuada de professores de Matemática sobre Programação Visual (PV), sob os vieses do Pensamento Computacional (PC) e do Pensamento Matemático (PM). A partir da hipótese de que existiam relações entre o PC e o PM e que a Programação Visual (PV) pode ser uma abordagem para explorar essas relações na Educação Básica, busquei investigar como elas eram estabelecidas e manifestadas pelos professores participantes do curso.

Cabe pontuar que esse objetivo precisou ser redesenhado por conta da crise sanitária provocada pela pandemia da COVID-19 que impossibilitou que ações presenciais em campo que eu previa no início do processo investigativo fossem realizadas. Diante de tal crise, o coletivo do GPINTEDUC foi essencial para que pensássemos e agíssemos de forma colaborativa, criando uma plataforma que pudesse ser utilizada por diferentes pesquisadores que enfrentavam as mesmas dificuldades de readaptação de suas investigações. Já nessa época, ampliei o aprendizado sobre a importância do trabalho cooperativo para o avanço da ciência.

Para atingir o objetivo já reestruturado, elaborei, planejei e ministrei um curso de formação continuada no formato MOOC, utilizando a plataforma desenvolvida por um membro do GPINTEDUC especificamente para esse fim. Algumas dificuldades permearam esse processo, já que todos os vídeos a serem disponibilizados na plataforma precisaram ser planejados, gravados e editados de forma autônoma, em casa, com recursos disponíveis na ocasião da pandemia. O planejamento, a criação de todas as atividades e a organização delas na plataforma demandou esforço e

tempo, que me colocaram em um processo formativo. Nesse sentido, os referenciais teóricos sobre formação de professores ultrapassaram o propósito de dar subsídio para a análise de dados e contribuíram para que eu me apoiasse neles para a prática de ministrar um curso de formação. Esse processo também contribuiu para meu aprimoramento profissional na Educação à Distância.

O curso foi gratuito e contou com a inscrição de mais de 100 professores de Matemática. Desses, 73 professores iniciaram o curso e fizeram as atividades da primeira unidade e 24 participantes foram certificados, realizando pelo menos 75% das atividades propostas nas quatro unidades do curso.

Procurei favorecer o engajamento de todos os participantes que iniciaram o curso, conversando com eles por redes sociais e/ou e-mail. Tentei ampliar os prazos de atividades para que todos eles concluíssem o curso. Contudo, os professores alegavam falta de tempo para realização das atividades, embora comentassem sobre os temas e vídeos assistidos e demonstrassem interesse no curso. Considero que essa foi a maior dificuldade enfrentada, pois não obtive êxito na tentativa de que um alto índice de professores concluísse o curso.

Realizei uma pesquisa a partir de uma abordagem qualitativa, tendo como participantes os 24 professores cursistas que foram certificados no curso de formação. Esses sujeitos vivenciaram um processo formativo entre agosto de 2021 e fevereiro de 2022 e desempenharam um papel ativo no processo investigativo, contribuindo de forma colaborativa para a produção dos dados. Por isso, a pesquisa ficou caracterizada como colaborativa (DESGAGNÉ, 2007; IBIAPINA, 2007). Como esse tipo de pesquisa alia a investigação científica com o processo de formação docente, considere relevante selecioná-lo para nortear o processo investigativo.

Antes de elaborar o curso e conduzir a pesquisa, realizei um aprofundamento teórico sobre o PC, o PM e a formação de professores, que contribuiu significativamente para o processo de análise e para minhas compreensões sobre essas temáticas. Além disso, conduzi dois mapeamentos sistemáticos de literatura, que serviram como subsídio, juntamente com os dados produzidos durante o curso de formação, para a análise de dados. Considerei importante compreender o que já se havia pesquisado sobre as temáticas que eu investigaria.

Com o andamento do curso, foram produzidos diferentes dados para a pesquisa, provenientes da interatividade dos cursistas com a plataforma e da interação entre eles. Os dados foram sendo constituídos a partir das atividades

propostas aos professores participantes, como questionários, tarefas, e demais recursos que permearam o curso de formação.

A análise dos dados foi realizada a partir de três frentes, de modo a se atender aos objetivos específicos da pesquisa: (a) identificar quais são as possíveis relações entre o Pensamento Computacional e o Pensamento Matemático; (b) verificar se os processos do Pensamento Matemático descritos por Dreyfus (1991) estão presentes em atividades de Programação Visual desenvolvidas por professores de Matemática em um curso de formação continuada; (c) verificar se os pilares e as habilidades do Pensamento Computacional estão presentes em atividades de Programação Visual elaboradas por professores de Matemática e direcionadas para estudantes da Educação Básica. Essa escolha foi realizada porque durante a pesquisa foram produzidos diferentes tipos de dados. Foram necessárias reuniões com o orientador, leitura, discussão, reflexão e sugestões da banca de Qualificação para que eu compreendesse que apenas uma análise seria insuficiente para responder à questão de pesquisa e atingir o objetivo da pesquisa.

Realizar essa escolha foi mais uma oportunidade para o meu amadurecimento enquanto pesquisadora, já que precisei utilizar diferentes metodologias de análise e recorrer a literaturas diversas.

Apresento, a seguir, minhas considerações sobre as três análises realizadas.

8.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ANÁLISES REALIZADAS

A primeira análise buscava as relações entre o PM e o PC. Utilizei o processo de categorização de Bardin (2016) para organizar os dados produzidos. Foi um processo que demandou organização e disciplina. Optei por não utilizar um software específico, o que dificultou o trabalho, já que organizei e recortei todos dados apenas em planilhas eletrônicas.

As categorias emergidas possibilitaram verificar as relações existentes entre os processos do PM e os pilares do PC. Os dados produzidos e analisados foram compreendidos a partir de duas categorias: (a) Relações entre o PC e o processo de representação; (b) Relações entre o PC e o processo de abstração. As primeiras subcategorias foram: (i) Relações entre o PC e o subprocesso de alternar e interpretar; (ii) Relações entre o PC e o subprocesso de modelar. A segunda categoria contou

com as subcategorias (iii) Relações entre o PC e o subprocesso de síntese; (iv) Relações entre o PC e o subprocesso de generalização.

Na primeira subcategoria, inferi que ao aplicar a abstração relativa ao PC no contexto matemático ocorrem novas possibilidades de representações, o que contribui para uma compreensão mais aprofundada dos conceitos matemáticos. Além disso, a decomposição é relevante no processo de alternância de representações. Desse modo, a primeira subcategoria evidenciou relações entre os pilares decomposição e abstração e o subprocesso de alternar e interpretar.

Na segunda subcategoria, os dados revelaram uma clara relação entre o subprocesso de modelagem e o pilar algoritmo do PC. A partir de uma linguagem de programação é possível que sejam modeladas situações matemáticas, por meio da criação de algoritmos.

Na terceira subcategoria, identifiquei que a decomposição pode contribuir com a síntese, já que ao se dividir o problema em temáticas diferentes, elas podem ser combinadas e agrupadas para a solução do problema. Também inferi relação da abstração com a síntese. No contexto do processo de abstração do PC, a síntese envolve a combinação de partes ou componentes para criar um todo coerente e funcional. Portanto, na subcategoria “Relações entre o PC e o processo de síntese”, identifiquei aproximações com os pilares decomposição e abstração.

A última subcategoria evidenciou que o PC pode trazer contribuições para o processo de generalização, a partir do pilar “reconhecimento de padrão”. A generalização envolve a capacidade de identificar regularidades, tendências ou características comuns em um conjunto de dados, situações ou problemas. Essa habilidade de reconhecer padrões pode contribuir com a capacidade de generalizar conceitos e aplicá-los a diferentes situações.

Desse modo, a primeira análise mostrou que os pilares do PC podem contribuir com os subprocessos do PM, inclusive o Pensamento Matemático Avançado, que conta com o processo de abstração.

Na segunda análise, busquei identificar a presença do PM nas atividades de programação realizadas pelos docentes do curso de formação, fazendo uso de um roteiro de identificação dos processos e subprocessos da teoria de Dreyfus (1991). Essa análise foi relevante para evidenciar que a PV pode favorecer tanto o Pensamento Matemático Elementar como o Pensamento Matemático Avançado. Contudo, isso será possível a partir de atividades que envolvam conteúdos

matemáticos que favoreçam a utilização de diferentes representações e que perpassem por programações não tão simplistas. O software Scratch é um exemplo de recurso de PV que pode ser utilizado para a promoção do PM do estudante da Educação Básica.

Realizei uma terceira análise, que buscou pelos pilares do PC, tais como indicados na literatura (CODE.ORG, 2016; LIUKAS, 2015; BBC LEARNING, 2015) e pelas possíveis habilidades do PC, presentes nas atividades de PV elaboradas por professores de Matemática e direcionadas para estudantes da Educação Básica.

Essa análise possibilitou o avanço no conhecimento evidenciado nos mapeamentos sistemáticos realizados no processo de pesquisa. Embora as pesquisas prévias já tivessem mostrado que a PV se relaciona com o PC, elas ainda não tinham revelado a integração dele com o PM em atividades que poderiam ser propostas para a Educação Básica.

A análise dos pilares e das habilidades do PC nas atividades elaboradas pelos professores mostrou que a PV favorece a utilização da abstração, da decomposição, do reconhecimento de padrão e do uso de algoritmos. Além disso, esse tipo de programação é visto por professores de Matemática como uma forma de desenvolvimento de habilidades por estudantes da Educação Básica, especialmente as que se relacionam com a criatividade, a resolução de problemas e o trabalho em equipe.

As análises realizadas favoreceram que os três objetivos específicos da pesquisa fossem alcançados e, por meio deles, o objetivo geral fosse atingido, já que foi possível analisar um curso de formação continuada de professores de Matemática sobre Programação Visual, sob os vieses do Pensamento Computacional e do Pensamento Matemático.

8.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROBLEMA DE PESQUISA E A COMPROVAÇÃO DA HIPÓTESE

Ao longo da pesquisa, pude observar e analisar as relações entre o PC e o PM manifestadas pelos professores de Matemática durante o processo formativo e consegui responder à questão de pesquisa: como são estabelecidas e manifestadas as relações entre o Pensamento Computacional e o Pensamento Matemático por

professores de Matemática durante um processo formativo sobre Programação Visual no formato MOOC?

As atividades analisadas refletem que os próprios professores mobilizaram o PC e o PM para realizar as programações solicitadas. Na primeira análise, as relações foram estabelecidas no sentido de que o PC pode contribuir para o PM. Na segunda análise, as relações foram manifestadas a partir da evidência da presença do PM nas atividades de PV. A manifestação das relações entre o PM e o PC ocorreu por meio de um processo formativo, que contribuiu para o avanço do PM e do PC de cada docente participante do curso. A terceira análise repercutiu no entendimento de que as relações entre o PM e o PC são simultâneas.

As análises realizadas mostraram que o PC pode contribuir para os subprocessos do PM. Da mesma forma, o PM também pode beneficiar o PC, especialmente na interpretação de problemas, na resolução e na descrição de estratégias.

O processo investigativo possibilitou o estabelecimento de relações recíprocas entre o PM e o PC, a saber: (a) existem relações entre o pilar reconhecimento de padrão do PC e o subprocesso de generalização do PM; (b) existem relações entre o pilar algoritmo do PC e o subprocesso de modelagem do PM; (c) existem relações entre os pilares abstração e decomposição e o subprocesso alternar e interpretar do PM; (d) existem relações entre os pilares abstração e decomposição e o subprocesso de síntese do PM.

As relações recíprocas evidenciam que o PC pode favorecer o Pensamento Matemático Avançado do estudante da Educação Básica, já que o processo de abstração pode ser estimulado com atividades de PV.

Algo relevante que pude identificar, para além das relações recíprocas é que para que o PM seja favorecido com atividades relacionadas ao PC, especialmente a PV, os professores devem propor tarefas de criação de projetos envolvendo conteúdos matemáticos. Além disso, precisam escolher softwares que dialoguem com suas intencionalidades pedagógicas, já que a complexidade das programações realizadas influencia a utilização dos subprocessos do PM. Como o foco do PC é o papel criativo na resolução de problemas, é fundamental que haja a mediação docente no processo de programação, a fim de estimular a inventividade e a criatividade dos estudantes, mesmo que o tema do projeto a ser criado seja previamente definido.

As atividades de PV elaboradas pelos professores participantes do curso evidenciaram a presença dos processos e subprocessos do PM e do PC. Foi possível identificar como a utilização de conceitos matemáticos, especialmente relacionados à generalização, pode ser explorada para abordar a identificação de padrões, a criação de algoritmos e a decomposição de problemas. Além disso, a modelagem matemática se mostrou importante na criação de algoritmos e na representação de dados.

Por meio da PV, os estudantes da Educação Básica têm a oportunidade de desenvolver habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico, criatividade e colaboração, ao mesmo tempo em que aprofundam seus conhecimentos matemáticos. Essa abordagem pode trazer benefícios significativos para a formação dos estudantes, preparando-os para os desafios do século XXI.

Ao analisar os resultados obtidos, consegui comprovar a hipótese inicial de que existem relações entre o PC e o PM, e que a PV pode ser uma abordagem para explorar essas relações na Educação Básica. No entanto, é importante ressaltar que a implementação efetiva do PC e do PM no Ensino Fundamental e no Ensino Médio requer um planejamento cuidadoso e uma formação adequada dos professores.

O processo formativo é essencial para que os docentes possam compreender e utilizar as ferramentas e estratégias do PC e do PM de forma eficaz e significativa. Além da formação docente ser importante para o planejamento de atividades de PV voltadas para a Educação Básica, o constante processo formativo docente pode favorecer o avanço do PM de professores já formados, ao mesmo tempo em que viabiliza o fortalecimento do PC desses docentes. Nesse sentido, o curso de formação que ministrei contribuiu com o saber disciplinar e com o saber tecnológico dos participantes, sendo fator fundamental para que as atividades realizadas e propostas pelos professores abarcassem relações entre o PC e o PM.

Considero importante alertar, contudo, que embora o PC ofereça uma abordagem que pode repercutir no desenvolvimento de habilidades matemáticas e de resolução de problemas, é fundamental que os professores estejam atentos à possibilidade de que os currículos foquem em uma visão mais tecnicista de escola, voltada puramente ao mercado de trabalho. A inserção do PC nos currículos escolares pode ser justificada pela necessidade de preparar os estudantes para os desafios do mundo contemporâneo, que demandam habilidades relacionadas ao uso da tecnologia e do raciocínio lógico. No entanto, é preciso considerar que essa abordagem pode refletir uma visão mais utilitarista da educação, focada apenas nas

demandas do mercado de trabalho. É importante que os professores estejam atentos a essa possibilidade e busquem traçar estratégias que possibilitem que a inserção do PC na escola contribua com a emancipação humana.

8.4 REFLEXÕES FINAIS

A pesquisa demonstrou as relações entre o PC e o PM, destacando a PV como uma abordagem promissora para explorar essas relações na Educação Básica. Espero que os resultados desta pesquisa possam contribuir para a promoção de práticas pedagógicas inovadoras que integrem o PC e o PM, preparando os estudantes para os desafios do mundo contemporâneo.

Ressalto a importância de pesquisas futuras que aprofundem o estudo das relações entre o PC e o PM, explorando diferentes abordagens pedagógicas e investigando o impacto dessas abordagens nos processos de ensino e de aprendizagem da Matemática. Nesse sentido, podem ser desenvolvidas pesquisas que acompanhem professores de Matemática em suas ações com estudantes da Educação Básica; pesquisas sobre o uso de novos recursos de PV; investigações em campo com estudantes da Educação Básica, para verificar como eles manifestam o PC e o PM ao utilizar a PV; e pesquisas que evidenciem se e como os estudantes mobilizam os pilares do PC e os processos do PM, a partir das relações estabelecidas nessa investigação.

Almejo, ainda, que os resultados desta pesquisa possam contribuir para a reflexão sobre a importância da integração do PC e do PM na Educação Básica, bem como para o desenvolvimento de estratégias e políticas educacionais que promovam essa integração. Acredito que essa abordagem pode trazer benefícios significativos para a formação dos estudantes, preparando-os para a atuação na sociedade e capacitando-os para lidar com problemas complexos de forma criativa e inovadora.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, W. G. B.; SOUZA, F. C. O pensamento matemático avançado a partir de questões sobre funções elementares no Ensino Médio. In: GONÇALVES, F. A. M. F. (org.). **Prospecção de problemas e soluções nas ciências matemáticas**. Ponta Grossa, PR: Atena, 2020. p. 13-25.
- ARANTES, F. L.; RIBEIRO, P. E. J. Desenvolvimento do Pensamento Computacional com Valores da Ética Hacker. In: **Informática na Educação: teoria & prática**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 188-206, mai./ago. 2017.
- ANDRADE, M. V. M. **Aplicação dos Cursos Online Abertos e Massivos – MOOC** – em processos de formação continuada para docentes de cursos de licenciatura em matemática. 2018. 218 f. Tese (Doutorado) – Universidade Cruzeiro do Sul, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, São Paulo, 2018.
- BALBINO, R. O. *et al.* Programação Intuitiva: em Busca de Compreensões. **Perspectivas da Educação Matemática**. v. 14, n. 36, p. 1-22, 17 dez. 2021.
- BARCELOS, T. S. **Relações entre o Pensamento Computacional e a Matemática em atividades didáticas de construção de jogos digitais**. 2014. 276 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2014.
- BARCELOS, T. S. *et al.* Relações entre o Pensamento Computacional e a Matemática: uma Revisão Sistemática da Literatura. Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 4. e Conferência Latino-Americana de objetos e tecnologias de aprendizagem, 10., 2015. **Anais...** Maceió: Sociedade Brasileira de Computação, 2015. p. 1369-1378.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução: Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BATES, T. **Educar na era digital: design, ensino e aprendizagem** [livro eletrônico] / A. W. (Tony) Bates. 1. ed. Tradução João Mattar. São Paulo: Artesanato Educacional, 2017.
- BBC LEARNING, B. What is computational thinking? 2015. Disponível em: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zp92mp3/revision/1>. Acesso em: 29 dez. 2022.
- BERTOLAZI, K. S. **Conhecimentos e compreensões revelados por estudantes de licenciatura em Matemática sobre Sistemas de Equações Lineares**. 2012. 229 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.
- BIANCHINI, B. L.; MACHADO, S. D. A. Em busca de elementos que propiciem ao professor de Matemática a reflexão sobre seu saber. In: **Acta Scientiae**, Canoas, v.17, n.1, p. 28-39, jan./abr. 2015.

BRACKMANN, C. P. **Desenvolvimento do Pensamento Computacional Através de Atividades Desplugadas na Educação Básica**. 2017. 226 f. Tese (Doutorado em Informática na Educação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil, 2017.

BRACKMANN, C. P.; BARONE, D. A. C.; CASALI, A.; ROMÁN-GONZÁLEZ, M. Panorama global da adoção do pensamento computacional. In: RAABE, A.; ZORZO, A. F.; BLIKSTEIN, P. (Orgs). **Computação na Educação Básica: fundamentos e experiências**. Porto Alegre: Penso, 2020. p. 31-48.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

BRENNAN, K.; RESNICK, M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In: **Proceedings of the anual meeting of the American Educational Research Association**, Vancouver, Canada, 2012, p. 1–25.

BUSSMANN, C. J. C.; KLAIBER, M. A.; SILVA, D. P. Processos mentais de Dreyfus (2002) e o ensino exploratório (2005): discussão e possível intervenção em sala de aula. In: Encontro Paranaense de Educação Matemática, 14., 2017. **Anais...** Cascavel: Unioeste, 2017.

BUSSMANN, C. J. C. **Pensamento matemático-computacional: uma teorização**. 2019. 127 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

CARLOS, M. L.; NOTARE, M. R. Parâmetros no GeoGebra: Um Estudo sobre a Circunferência. **Revista Novas Tecnologias na Educação**. v. 14, n. 2, 2016. p. 1-10. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/70694/40131>. Acesso em: 10 set. 2023.

CARVALHO, F. J. R. **Introdução à programação de computadores por meio de uma tarefa de modelagem matemática na educação matemática**. 2018. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, 2018.

CODE.ORG. **Instructor Handbook - Code Studio Lesson Plans for Courses One, Two, and Three**. CODE.ORG, 2015.

COSTA, A. P. Abstrações em geometria: uma alternativa para análise do pensamento geométrico. **VIDYA**, v. 40, n. 1, p. 137-158, jan./jun., 2020 - Santa Maria, 2020.

COSTA, E. J. F. **Pensamento computacional na educação básica: uma abordagem para estimular a capacidade de resolução de problemas na matemática**. 2017. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2017.

COSTA, F. A.; SANTOS, A. M.; SILVA, A. G.; VIANA, J. Guiões para desenho de cursos MOOC. In: **Experiências de Inovação Didática no Ensino Superior** **Publisher:** Gabinete do Secretário de Estado do Ensino Superior Editores: Ministério da Educação e Ciência. p. 327-342, 2015.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa:** métodos qualitativos, quantitativos e mistos. 2. ed. São Paulo: Artmed, 2007.

DESGAGNÉ, S. O conceito de pesquisa colaborativa: a ideia de uma aproximação entre pesquisadores universitários e professores práticos. Tradução: Adir Luiz Ferreira e Margarete Vale Sousa. **Revista Educação em Questão**, Natal, v. 29, n. 15, p. 7-35, maio/ago. 2007.

DUDA, R. **Uso da plataforma App Inventor sob a ótica construcionista como estratégia para estimular o pensamento algébrico.** 2020. 177 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2020.

DREYFUS, T. Advanced mathematical thinking processes. In: TALL, D (org.). **Advanced Mathematical Thinking.** Dordrecht: Kluwer publications, p. 25- 41.1991.

EGIDO, S. V. **Educação matemática e desenvolvimento do pensamento computacional no 3º ano do ensino fundamental:** crianças programando jogos com Scratch. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática). Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2018.

EVARISTO, I. S. **O Pensamento Computacional no processo de aprendizagem da Matemática nos anos finais do Ensino Fundamental.** 2019. 173 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2019.

FERNANDES, J. C. N. **A construção de jogos digitais como forma de promover a interdisciplinaridade.** 2020. 180 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2020.

FERREIRA, F. P. S. C. **Educação Financeira com o Scratch: potencialidades e dificuldades.** 2020. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade do Estado de Mato Grosso, Barra do Bugres, 2020.

FINO, C. N. Dewey, Papert, construcionismo e currículo / Carlos Nogueira Fino. In: FINO, C. N.; SOUSA, J. M. (orgs.). **(Contra) tempos de educação e democracia, evocando John Dewey.** CIE-UMa - Funchal: Centro de Investigação em Educação, 2017. p. 21-30.

FIORENTINI, D.; GRANDO, R. C.; MISKULIN, R. G. S.; CRECCI, V. M.; LIMA, R. C. R.; COSTA, M. C. O professor que ensina matemática como campo de estudo: concepção do projeto de pesquisa. In: FIORENTINI, D.; PASSOS, C. L. B.; LIMA, R. C. R. (orgs.). **Mapeamento da pesquisa acadêmica brasileira sobre o professor que ensina matemática:** período 2001-2012. São Paulo: FE/UNICAMP, 2016. p. 17- 41.

FRANÇA, R. S.; AMARAL, H. J. C. Proposta metodológica de ensino e avaliação para o desenvolvimento do pensamento computacional com o uso do Scratch. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE), 19. , 2013, Campinas. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2013. p. 179-188.

GARCIA, C. M. **Formação de professores**: para uma mudança educativa. Porto: Porto Editora. 1999.

GARLET, D.; BIGOLIN, N.; SILVEIRA, S. R. **Uma Proposta para o Ensino de Programação de Computadores na Educação Básica**. Departamento de Tecnologia da Informação, Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2016.

GERETI, L. C. V.; MARINS, A. S.; SILVA, D. P.; SAVIOLI, A. M. P. D. Pensamento matemático avançado e pensamento algébrico evidenciados em tarefas de sistemas de equações lineares. In: SEMUR, Sociedad de Educación Matemática Uruguay (Ed.), Congreso Iberoamericano de Educación Matemática, 7. **Anais...** Montevideo, Uruguay: SEMUR, 2013. p.1920-1928.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisas Sociais**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais. Rio de Janeiro: Record, 2004.

GONÇALVES, D. C.; LAGE, M. A. Formas de pensamento matemático evidenciadas em conceitos básicos de trigonometria. In: Encontro Nacional de Educação Matemática, 12. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2016. p. 1-12.

GROVER, S.; PEA, R. Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. **Educational Researcher**, v. 42, n. 1, p. 38–43, 2013.

GUARDA, G. F; PINTO, S. C. C. S. Dimensões do Pensamento Computacional: conceitos, práticas e novas perspectivas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 31. 2020, Online. **Anais ...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 1463-1472.

IBIAPINA, I. M. L. M. **Formação de professores**: texto & contexto. Belo Horizonte; Autêntica, 2007.

IMBERNÓN, F. A. formação do professorado deve potencializar a identidade docente. In.: IMBERNÓN, F. **Formação permanente do professorado**: novas tendências. São Paulo: Cortez, 2009, p. 72-78.

IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional**: formar-se para a mudança e incerteza. 8 ed. São Paulo: Cortez, 2010.

ISTE/CSTA. **Computational Thinking Teacher Resource**. 2011. Disponível em: <https://www.computacional.com.br/files/ISTE-CSTA/ISTE-CSTA-computational-thinking-operational-definition-flyer.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2021.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias**: O novo ritmo da informação. 8. ed. São Paulo: Papirus, 2011.

LÉVY, P. **As Tecnologias da Inteligência**: o futuro do pensamento na era informática. 2ª Edição. Tradução de: Costa, C. I. São Paulo. Editora 34, 2016.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 1999.

LIUKAS, L. **Hello Ruby**: adventures in coding. Feiwei & Friends, 2015.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2020.

MACHADO, S. D. A. BIANCHINI, B. L. Aportes dos processos do Pensamento Matemático Avançado para a reflexão do professor sobre sua “forma” de pensar a Matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v.15, n.3, p. 590-605, 2013.

MACHIAVELLI, J. L.; CAVALCANTE, P. S. Formação docente continuada baseada em Cursos Abertos Massivos Online (MOOCs): experiência em tempos de pandemia. In: CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO, 5., 2020, Evento Online. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 655-661.

MANDAJI, M. *et al.* O Programaê! e a formação de professores para a integração do pensamento computacional ao currículo. In: **CIET: EnPED**, S/N., 2018, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 2018. p. 1-12.

MEDEIROS JUNIOR, R. J. **Implicações didático-metodológicas em matemática**: lógica e abstração no Ensino Médio. Curitiba: InterSaberes, 2016.

MEREDYK, F. **A Formação de Professores de Matemática no Contexto das Tecnologias Digitais**: Desenvolvendo Aplicativos Educacionais Móveis utilizando o Software de Programação App Inventor 2. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências e em Matemática, UTFPR, Curitiba. 2019.

MESTRE *et al.* Pensamento Computacional: Um estudo empírico sobre as questões de matemática do PISA. In: WORKSHOP DO CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 4., 2015, Maceió. **Anais...** Alagoas, 2015. p. 1281-1289.

MESTRE, P. A. A. **O uso do pensamento computacional como estratégia para resolução de problemas matemáticos**. 2018. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2018.

MINAYO, M. C. DE S. (org.). **Pesquisa Social**: teoria, método e criatividade. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

MIT. **Computação Criativa**: uma introdução ao pensamento computacional baseada no conceito de design. 2011. Disponível em: <http://projectos.esse.ips.pt/cctic/wp-content/uploads/2011/10/Guia-Curricular-ScratchMIT-EduScratchLPpdf.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2022.

MIZUKAMI, M. G. N. Aprendizagem da docência: conhecimentos específicos, contextos e práticas pedagógicas. In: NACARATO, A. M.; PAIVA, M. A. V. **A formação do professor que ensina matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006, p. 213-231.

MOITA, F. M. G. S. C.; VIANA, L. H. Um estudo sobre as conexões entre o desenvolvimento do pensamento computacional e o ensino da Geometria. Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 8., 2019, Brasília **Anais ...** Brasília: Universidade de Brasília, 2019. p. 208-217.

MORAIS, A. D.; BASSO, M. V. A.; FAGUNDES, L. C. Educação Matemática & Ciência da Computação na escola: aprender a programar fomenta a aprendizagem de matemática? **Ciênc. Educ.** Bauru. v.23 , n. 2, p.455-473, 2017.

MOTTA, M. S.; BASSO, S. T. L.; KALINKE, M. A. Mapeamento sistemático das pesquisas realizadas nos programas de mestrado profissional que versam sobre a aprendizagem matemática na educação infantil. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 3, n. 4, p. 204-225, 2019.

MOTTA, M. S. **Contribuições do Superlogo ao Ensino de Geometria do Sétimo ano da Educação Básica**. 2008. 225 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008

MOTTA, M. S. Inovação no conhecimento científico por meio de pesquisas inventariantes: uma proposta de percurso metodológico para a realização de um Mapeamento Sistemático de Literatura. In: MOTTA, M. S.; KALINKE, M. A. (Orgs.). **Inovações e Tecnologias Digitais na Educação**: uma busca por definições e compreensões. Campo Grande, MS: Life Editora, 2021, p. 21-56.

MOTTA, M. S.; SILVEIRA, I. F. Contribuições do Superlogo ao ensino de geometria. **Informática na educação**: teoria & prática Porto Alegre, v.13, n.1, jan./jun., p. 115 127, 2010.

MOTTA, M. S. O software de programação Robomind e suas contribuições ao pensamento matemático. **Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco**, v. 6, n. 1, p. 116-130, 2017.

MUNHOZ, A. S. **MOOCS**: Produção de conteúdos educacionais. São Paulo: Saraiva, 2016.

NÓVOA, A. Para una formación de profesores construída dentro de la profesión. **Revista de Educación**, 350. Septiembre-diciembre, p. 203-218, 2012.

NUNES, C. B. **Introdução à computação**: uma proposta para o ensino básico. 2013. 79 f. Dissertação de mestrado (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista, 2013.

NUNES, F. B.; OLIVEIRA, M. A. F.; VIEIRA JUNIOR, R. R. M.; WAGNER, R. LIMA, J. V. Hipermídias interativas na formação docente. In: Liane Margarida Rockenbach Tarouco, Cristiane de Souza Abreu (Orgs.). **Mídias na educação**: a pedagogia e a tecnologia subjacentes. Porto Alegre: Editora Evangraf, Criação Humana, UFRGS, p. 103-136. 2017.

OKAMOTO, M. M. **Processos e subprocessos do pensamento matemático avançado identificados nas habilidades do pensamento computacional**. 2021. 226 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2021.

OLIVEIRA, J. P. **O ensino das Leis de Newton por meio da utilização de aplicativos educacionais móveis criados no App Inventor 2**. 128 f. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

OLIVEIRA, M. L. **Generalização de padrões e tecnologias digitais: estratégias didáticas para a aprendizagem**. 41 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Pontifícia Universidade Católica De São Paulo, São Paulo, 2018.

PAPERT, S. **A informática das crianças**: repensando a escola na era da informática. Tradução Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

PAPERT, S. **Constructionism**: a new opportunity for elementary Science education. Massachusetts Institute of Technology, The Epistemology And Learning Group, 1986.

PAPERT, S.; RESNICK, M. **Technological fluency and the representation of knowledge**: proposal to the National Science Foundation. Cambridge: MIT Media Laboratory, 1995.

PASQUAL JÚNIOR, P. A. **Pensamento computacional e tecnologias**: reflexões sobre a educação no século XXI. Caxias do Sul: Educs. 2020.

PEREIRA, J. P. L. **Programação e pensamento computacional no 8º e 9º ano do Ensino Fundamental**: um estudo de caso. 2019. 117 f., Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática). Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

PIAGET, J. **Abstrações reflexionantes**: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

PIMENTA, S. G. Formação de professores: identidade e saberes da docência. In: PIMENTA, S. G. (org.). **Saberes pedagógicos e atividade docente**. 8 ed. São Paulo: Cortez, 2012, p. 15-72.

PINTO, S. C. C. S.; NASCIMENTO, G. S. R. O pensamento computacional e a nova sociedade. In: VALENTE, J. A.; FREIRE, F. M. P.; ARANTES, F. L. (orgs). **Tecnologia e Educação: passado, presente e o que está por vir**. Campinas, SP : NIED/UNICAMP, 2018. p. 302-322.

PSZYBYLSKI, R. F. **O uso do software de programação App inventor 2 na formação inicial de professores de ciências**. 2019. 212 f. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

PUCCI, M. O. **O uso do Scratch para o ensino e aprendizagem de equações algébricas do primeiro grau**. 2019. 106 f. Dissertação (Mestrado Nacional em Rede Nacional PROFMAT). Universidade Federal da Fronteira Sul, Rio de Janeiro, 2019.

RAABE, A.; COUTO, N. E. R.; BLIKSTEIN, P. Diferentes abordagens para a computação na educação básica. In: RAABE, A.; ZORZO, A. F.; BLIKSTEIN, P. Orgs. **Computação na Educação Básica: fundamentos e experiências**. Porto Alegre: Penso, 2020. p. 3-15.

RESNICK, M. *et al.* Scratch: Programming for All. **Communications of the ACM**. Vol. 52 N. 11, Pages 60-67, nov 2009. Disponível em: <http://cacm.acm.org/magazines/2009/11/48421-Scratch-programming-for-all/fulltext>. Acesso em: 14 jun. 2021.

RIBEIRO, L. O. M., & CATAPAN, A. H. Plataformas MOOC e redes de cooperação na Ead. **EmRede** - Revista De Educação a Distância, v. 5, n. 1, p. 45-62, 2018.

RIBEIRO, L.; FOSS, L.; CAVALHEIRO, S. A. C. Entendendo o pensamento computacional. In: RAABE, A.; ZORZO, A. F.; BLIKSTEIN, P. Orgs. **Computação na Educação Básica: fundamentos e experiências**. Porto Alegre: Penso, 2020. p. 16-30.

RIBOLDI, S. M. O. **A linguagem de programação Scratch e o ensino de funções: uma possibilidade**. 2019. 106 f. Dissertação (Mestrado Nacional em Rede Nacional PROFMAT). Universidade Federal da Fronteira Sul, Rio de Janeiro, 2019.

ROCHA, F. S. M. **Análise de projetos do Scratch desenvolvidos em um curso de formação de professores**. 2018. 135 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – UFPR, Curitiba, 2018.

ROCHA, F. S. M.; PINTO, S. C. C S. Programação Visual: algumas possibilidades para o desenvolvimento do pensamento computacional. In: MOTTA, M. S.; KALINKE, M. A. (Orgs.). **Inovações e Tecnologias Digitais na Educação: uma busca por definições e compreensões**. Campo Grande, MS: Life Editora, 2021, p. 97-118.

ROCHA, H. R. P.; AZEVEDO, R. O. M. Formação inicial de professores de ciências: construção de saberes docentes com a linguagem de programação visual Scratch. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 4, p. 297-322, 2018.

ROMANOWSKI, J. P. **Formação e profissionalização docente**. Curitiba: InterSaberes, 2012.

SALDAÑA, J. **The Coding Manual for Qualitative Researchers**. London: Sage, 2013.

SANTOS, A. T. C. **O ensino da função logarítmica por meio de uma sequência didática ao explorar suas representações com o uso do software GeoGebra**. 2011. 200 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011.

SANTOS, C. F. R. **A robótica educacional como recurso de mobilização e explicitação de invariantes operatórios na resolução de problemas**. 189 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.

SANTOS, C. G. **Estratégias para implantação e avaliação de um método educacional desplugado com histórias em quadrinhos para o ensino e aprendizagem associados ao desenvolvimento do Pensamento Computacional com alunos do Ensino Fundamental**. 2019. 196 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019.

SANTOS, G. P. **Educação e tecnologia no interior da Amazônia: o Pensamento Computacional e as Tecnologias da Informação e Comunicação como auxílio em processos de ensino-aprendizagem**. 2018. 182 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2018.

SCHNEIDER, C. **O Pensamento Computacional e as contribuições para o estudo da Álgebra no Ensino Fundamental**. 2020. 80 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

SELBY, C.; WOOLLARD, J. **Computational thinking**: the developing definition, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/299450690_Computational_thinking_the_developing_definition. Acesso em: 12 jul. 2021.

SELDEN, A; SELDEN, J. Perspectives on Advanced Mathematical Thinking. **Mathematical Thinking and Learning – An international journal**, v. 7, n. 1, 2005, p. 1-13.

SILVA, E. C. **Pensamento Computacional e a formação de conceitos matemáticos nos Anos Finais do Ensino Fundamental**: uma possibilidade com kits de robótica. 264 p. Rio Claro, Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista (UNESP). 2018.

SILVA, E. P. **Aspectos do pensamento algébrico e da linguagem manifestados por estudantes do 6º Ano em um experimento de ensino**. 147 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática). Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2013.

SILVA, F. M. **Pensamento computacional**: uma análise dos documentos oficiais e das questões de Matemática dos vestibulares. 2020. 131 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Universidade Estadual Paulista (UNESP). Bauru, 2020.

SILVA, L. C. L. **A relação do pensamento computacional com o ensino de matemática na Educação Básica**. 2019. 131 f. Dissertação (Mestrado Nacional em Rede Nacional PROFMAT). Universidade Estadual Paulista (UNESP). Presidente Prudente, 2019.

SOUZA, E. C. **Níveis de maturidade e capacidade de Pensamento Computacional dos alunos ao término do Ensino Fundamental explicados por modelos de equações estruturais: uma investigação dos fatores de chances por meio de ajustes de regressão logística**. 2021. 182 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Bauru, 2021.

SOUZA, L. G. R. **Estimulando o Pensamento Computacional e o estudo de Matemática por meio da construção de fractais no Scratch: uma proposta didática para alunos do Ensino Médio**. 2021. 105 f. Dissertação (Mestrado Nacional em Rede Nacional PROFMAT). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procopio, 2021.

SOUZA, E. C.; YONEZAWA, W. M. Programação no ensino de matemática utilizando Processing 2: um estudo das relações formalizadas por alunos de ensino fundamental com baixo rendimento em matemática. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p. 270-301, jan./abr. 2018.

TALL, D. O. Cognitive growth in elementary and advanced mathematical thinking. In: **Proceedings of the 19th International Conference for the Psychology of Mathematics Education**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1995, v.1, p. 61-75.

TALL, D. O. The Psychology of Advanced Mathematical Thinking. In: TALL, D. O. (org.). **Advanced Mathematical Thinking**. Londres: Kluwer Academic Publisher, 1991, p. 3-21.

TARDIF, M. **Saberes Docentes e formação profissional**. 17 ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2014.

VALENTE, J. A. A integração do pensamento computacional no currículo da educação básica: diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno. **e-Curriculum**, v. 14, n. 3, p. 864-897, 2016.

VALENTE, J. A. Pensamento Computacional, Letramento Computacional ou Competência Digital? Novos desafios da educação. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**. v. 16, n. 43, p. 147-168, 2019.

VIANA, L. H. **O Pensamento Computacional e as suas conexões com o ensino e a aprendizagem da Geometria**. 2020. 240 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, 2020.

WING, J. M. Computational thinking: What and Why? **The Link Magazine**, 2011. Disponível em: <https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>. Acesso em: 02 jan. 2022.

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

ZANETTI, H.; BORGES, M.; RICARTE, I. Pensamento Computacional no Ensino de Programação: Uma Revisão Sistemática da Literatura Brasileira. In: Simpósio Brasileiro De Informática Na Educação (SBIE), 27., 2016. **Anais...** Uberlândia: Sociedade Brasileira de Computação, 2016.

APÊNDICE 1 – CURSO DE FORMAÇÃO SOBRE PROGRAMAÇÃO VISUAL

A seguir, apresentamos a descrição de cada unidade do curso de formação continuada ofertado no formato MOOC.

Unidade 1: Pensamento Computacional e Programação Visual

A Unidade 1 foi sugerida para ser estudada pelo participante durante o mês de Agosto de 2021 e estava subdividida em quatro temas, conforme indicamos na figura a seguir:

UNIDADE 1 DO CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES



FONTE: A autora, 2022.

O primeiro tema correspondia à Introdução ao Pensamento Computacional. O participante deveria assistir aos vídeos: “Ambientação no MOOCS”; “Boas-vindas ao curso”, “Pensamento Computacional” e “Programação Visual”. Além disso, deveria ler, refletir, tirar dúvidas e assinar o TCLE; responder ao Questionário Inicial e participar no Fórum de apresentação dos cursistas.

Percebemos que os participantes se envolveram no fórum de apresentação, demonstrando pré-disposição à troca de experiências e aprendizado durante o curso. A maioria dos participantes inscritos realizou todas as atividades do primeiro tema.

O segundo tema tratava da Computação Desplugada, a ser estudada na segunda semana do curso, ocasião em que ocorreu a primeira reunião on-line com os

participantes. Nessa reunião participaram 40 cursistas. Notamos que 12 deles já possuíam conhecimento sobre a PV e já utilizavam alguns recursos com o Scratch e o MIT App Inventor em suas aulas. Havia, porém, alguns professores que nunca havia utilizado recursos para o desenvolvimento do PC. Sobre a CD, os professores mencionaram, durante a reunião, a importância de se democratizar o acesso aos conhecimentos da programação mesmo em ambientes sem acesso ao computador.

Nesse segundo tema, as atividades a serem desenvolvidas pelos cursistas, além da participação voluntária na reunião on-line foram: apreciação dos vídeos “Computação desplugada – Parte 1” e “Computação desplugada – Parte 2”, leitura de materiais indicados sobre o tema e postagem de uma atividade escrita.

Acerca dessa atividade, notamos que a maioria dos cursistas conseguiu realizá-la, demonstrando que já possuem desenvolvido o PC. Vale destacar, porém, que alguns professores demonstraram dificuldades nos processos de reorganização de fluxogramas, revelando que ainda não dominavam os processos de abstração e algoritmos característicos da programação.

O terceiro tema da primeira unidade correspondeu à abordagem da plataforma Programaê!. Os participantes deveriam assistir aos vídeos correspondentes, participar do Fórum de discussão sobre PC e realizar e postar uma atividade relacionada à plataforma Programaê!. No fórum, foi possível identificar que os participantes demonstraram compreensões sobre o PC, mencionando que os pilares de abstração, decomposição, reconhecimento de padrão e algoritmo estão presentes no processo de resolução de problemas.

O último tema dessa unidade tratava do software SuperLogo, discutido na quarta semana do curso, quando ocorreu uma reunião on-line no dia 23/08/2021. Nessa reunião, composta por 37 participantes, abordamos todos os conteúdos da unidade e promovemos uma discussão entre os cursistas. De forma voluntária e por iniciativa deles próprios, os participantes mencionaram algumas possíveis relações entre os pilares do PC e a Matemática. Entre os apontamentos mencionados, os cursistas comentaram que na Matemática, os estudantes precisam saber selecionar os dados dos problemas, bem como definir algoritmos para resolução, a partir de uma interpretação crítica. Também citaram que o reconhecimento de padrões é percebido no PC e na resolução de problemas

Eles tiveram como tarefas relacionadas ao tema: o acompanhamento do vídeo “SuperLogo”, um Quiz sobre a Unidade 1 e a realização de uma atividade sobre o

software SuperLogo. No Quiz, os participantes precisaram responder questões teóricas sobre o PC. Observamos que a maioria dos cursistas obteve nota máxima e a menor porcentagem de aproveitamento nas questões foi 80%, o que indica que os participantes puderam compreender do que se tratava o PC.

Unidade 2: Scratch

Esta unidade foi organizada para ser estudada pelo participante durante o mês de setembro de 2021. A unidade está subdividida em quatro temas. Indicamos a organização da Unidade 2 na figura a seguir.

UNIDADE 2 DO CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES



FONTE: A autora (2022).

O primeiro tema se referia à Introdução ao Scratch. Além de assistir a dois vídeos de “Introdução ao Scratch”, o cursista deveria realizar e postar uma atividade e acessar a uma rota de aprendizagem. Nesse momento, começamos a identificar algumas dificuldades por parte dos cursistas que nunca haviam realizado atividades de programação. Alguns deles apresentaram dúvidas em manipular o Scratch, enviando mensagens de texto para a pesquisadora.

O segundo tema aborda os principais comando do Scratch. Os participantes deveriam assistir a dois vídeos sobre “Comandos do Scratch”, responder ao Quiz sobre o Scratch e realizar e postar uma atividade. As dificuldades dos cursistas com relação ao software demandaram que a pesquisadora gravasse um vídeo extra e o

disponibilizasse na plataforma. No dia 13/09/2021 ocorreu uma reunião síncrona, para discussões e esclarecimentos sobre o software Scratch. Participaram 32 professores, que discutiram sobre as possibilidades de uso do software para o desenvolvimento do PC.

Na terceira semana da Unidade 2, foi abordada a programação no software Scratch. Os participantes deveriam assistir à aula disponível no vídeo “Programação no Scratch”, bem como realizar e postar a atividade sobre o tema. Também foram convidados a acessar o repositório do programa, para conhecer recursos disponíveis e compreender a programação. Apenas 10 participantes realizaram a postagem da atividade relacionada em um primeiro momento. Foi preciso que a pesquisadora gravasse vídeos extras, especificando com mais profundidade os comandos do Scratch.

O quarto tema correspondia à programação de recursos para a sala de aula no Scratch. Os participantes tiveram o momento de discussão síncrona, no dia 27/09/2021. Um dos participantes mostrou como tem ofertado oficinas de programação para estudantes de sua região, no nordeste do país. As atividades a serem realizadas pelos cursistas foram: acompanhamento do vídeo “Programação de recursos no Scratch”; realização e postagem de uma atividade e realização de uma enquête sobre a Unidade 2. Ela se referia às possibilidades de desenvolvimento de habilidades no software Scratch. Todos os participantes consideraram que o recurso favorece o desenvolvimento de habilidades pelos estudantes.

Unidade 3: Pensamento Matemático e Programação Visual

Essa unidade foi proposta para ser estudada pelo participante durante o mês de Outubro de 2021. A unidade está subdividida em quatro temas, conforme indicamos na seguinte figura.

UNIDADE 3 DO CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES



FONTE: A autora (2022).

O primeiro tema se referiu ao PM. Além de assistir à aula disponível no vídeo “Pensamento Matemático”, o cursista deverá contribuir com discussões sobre o tema no Fórum e colaborar com um mural virtual sobre a temática. Na figura abaixo, apresentamos um recorte do mural virtual elaborado pelos cursistas. Nele, notamos que os professores contribuíram informando suas compreensões pessoais sobre o PM. Essas respostas serão analisadas futuramente no processo de Análise de Conteúdo.

RECORTE DO MURAL VIRTUAL SOBRE O PENSAMENTO MATEMÁTICO

Pensamento Matemático
O que caracteriza o Pensamento Matemático?

Olá cursistas. Vamos construir um mural virtual sobre o Pensamento Matemático? Clique duas vezes na tela e escreva seu comentário.

O pensamento matemático é muito mais do que apenas ser capaz de fazer aritmética ou resolver problemas de álgebra ou de qualquer outra área da matemática pura. Acredito que seja uma maneira de ver as coisas, reduzindo-as ao seu essencial, seja numérico, estrutural ou lógico e, em seguida, analisando os padrões que possam surgir em um problema.

1-É nas escolas que o pensamento matemático é formalizado: classificação, contagem, ordenação, operações aritméticas, operações algébricas, operações geométricas etc. são processos que fazem parte do pensamento matemático. O pensamento matemático pode ser classificado em elementar e avançado: o pensamento matemático elementar tem a característica de manipular e operar os objetos matemáticos, já o pensamento matemático avançado parte da definição dos objetos matemáticos para defini-los por meio de conceitos matemáticos. 2 – Sim, a

Pensamento Matemático
Acredito que envolve tudo o que desenvolvemos com nossos alunos em sala de aula e também fora da sala de aula. Nele o aluno desenvolve habilidades capazes de raciocinar cálculos específicos de conteúdos trabalhados, incluindo o estudo de conceitos, técnicas e algoritmos.

O que ver a ser mesmo o Pensamento Matemático?
Compreendo como o que vem da capacidade intelectual da mente do ser humano, é um produto da mesma, através de processos racionais e de suas conjecturas e das abstrações da imaginação. Análise, compara, generaliza e sintetiza algumas das operações que determinam e se reflete em sua linguagem. consiste em sistematização e contextualização do conhecimento de matemática.

Penso que o pensamento matemático envolve a capacidade de raciocínio que permite resolver problemas, lidar com situações, tomar decisões.

O pensamento é aquilo que existe através da atividade intelectual. Estimular o pensamento matemático resulta em processos racionais do intelecto ou das abstrações da imaginação. A análise, a comparação, a síntese e a abstração são algumas das

Entendo que o pensamento se caracteriza como matemático quando fazemos uma análise de um problema ou fenômeno, buscando identificar padrões/regulidades, fazer abstrações, construir modelos matemáticos e elaborar e testar soluções.

Pensamento Matemático e a Neuromatemática

Estimular desenvolver habilidades que permitam resolver problemas, lidar com informações numéricas para tomar decisões, fazer inferências desenvolvendo a capacidade de comunicação e de trabalho

O Pensamento Matemático
Penso que o Pensamento Matemático se relacione com a possibilidade de

Penso que o Pensamento Matemático está relacionado às práticas ou aprendizagens matemáticas, isto é, quando associamos, agrupamos, resolvemos operações e problemas, construímos conjecturas, demonstramos,

O que é o Pensamento Matemático?
A matemática está presente em todos os momentos de

FONTE: A autor (2022).

O segundo tema abordou a presença do Pensamento Matemático em atividades de programação, na segunda semana do mês de outubro. No dia 11/10/2021, ocorreu uma reunião síncrona para discussão do tema, na qual 15 cursistas participaram. A discussão foi marcada pelo compartilhamento de experiências dos professores a partir do uso de recursos vistos até o momento no curso, incluindo softwares de PV e Computação Desplugada. Os professores mencionaram que percebem que o estudante precisa criar estratégias para elaborar algoritmos e que esse procedimento utiliza um raciocínio lógico-matemático. Além da reunião, os cursistas deveriam também realizar e postar uma atividade, além de assistir ao vídeo semanal.

O terceiro tema tratava do software App Inventor. Nessa semana de estudos, os cursistas deveriam assistir à aula “App Inventor”, realizar e postar uma atividade sobre o software e acessar o repositório oficial para explorar recursos prontos e suas respectivas programações. Notamos que muitos cursistas tiveram dificuldades com o MIT App Inventor, alegando que ele demanda conhecimentos técnicos que eles não possuem. Os cursistas entraram em contato via plataforma e WhatsApp com a pesquisadora informando diferentes dificuldades. Atendemos de forma individual as dúvidas, atendimento via Google Meet.

O quarto tema correspondeu ao Pensamento Computacional e o Pensamento Matemático no Scratch. Os cursistas foram convidados a assistir ao vídeo “PM e PC no Scratch”, participar do fórum de discussão e responder uma enquete sobre a Unidade 3. Na enquete, os professores cursistas revelaram que concordam que o PM pode estar relacionado com o PC, e ambos podem ser estimulados pelo Scratch.

Ocorreu uma reunião síncrona no dia 25/10/2021 para discussão e aprofundamento do tema. Nela, os 22 cursistas que participaram aproveitaram para esclarecer dúvidas sobre o MIT App Inventor e trocar experiências sobre ele e o Scratch. Cinco cursistas contaram que promoveram atividades de PV para estudantes das séries finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, destacando o uso de estratégias por esses discentes. Os professores compartilharam fotos das atividades que já haviam realizado.

Unidade 4: Elaboração de atividades de Programação visual para a Educação Básica

Considerando as propostas de Nóvoa (2012) e Romanowski (2012) sobre a necessidade de relação entre teoria e prática, desenvolvemos uma unidade do curso direcionada para a elaboração de atividades para a Educação Básica, além de incentivarmos continuamente a troca de experiências vivenciadas pelos docentes participantes do curso em sala de aula. Assim, a formação continuada possuiu uma relação direta com a prática do professor.

Tal como fizemos nas demais unidades, dividimos a Unidade 4 em quatro subtemas, conforme ilustramos na figura a seguir.

UNIDADE 4 DO CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES



FONTE: A autora (2022).

O primeiro tema se referiu à elaboração de atividades de programação. Os participantes deveriam assistir ao vídeo "Elaborando atividades", acessar uma rota de aprendizagem sobre o tema e realizar e postar uma atividade.

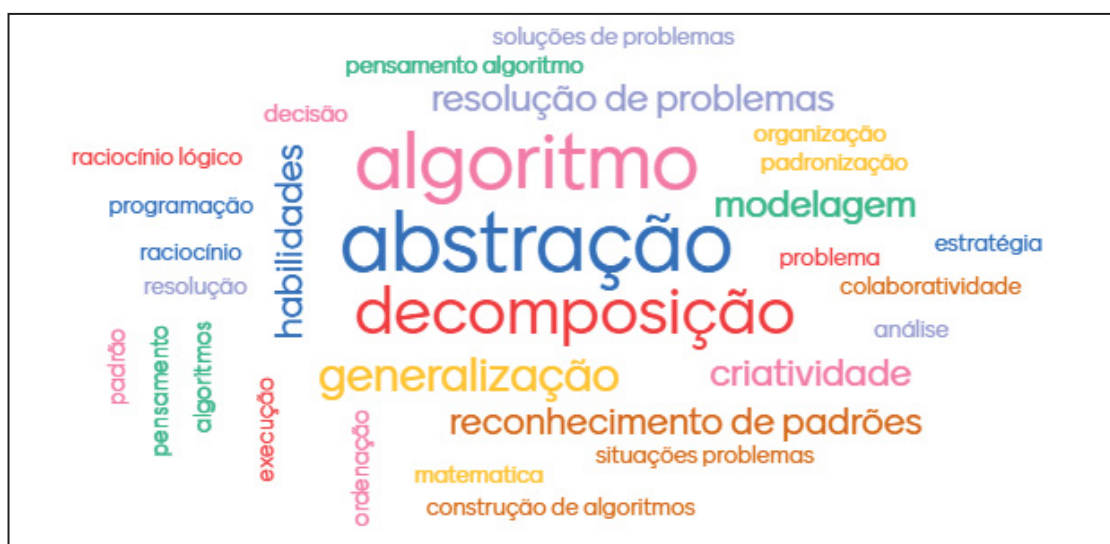
O segundo tema abordou o desenvolvimento de habilidades a partir de atividades de programação. Os cursistas deveriam assistir ao vídeo com título "Habilidades" e realizar e postar a atividade proposta. Como a reunião síncrona estava agendada para essa semana, época de final de ano letivo, os cursistas solicitaram que reagendássemos. Para privilegiar a participação do maior número possível de professores, atendemos essa solicitação e reagendamos as duas reuniões do mês de

novembro, que ficaram remarcadas para o final do mês de janeiro e início de fevereiro de 2022.

O terceiro tema tratou da elaboração de atividades de programação que envolvam PM e PC. Os participantes do curso tinham as seguintes atividades relacionados ao tema: assistir ao vídeo “Elaboração de atividades com PM e PC”; realizar e postar uma atividade; contribuir com uma nuvem de palavras virtual e participar do Fórum de discussão.

Eles foram convidados a escrever palavras que pudessem estar relacionadas ao PM e ao PC de forma simultânea. Conforme se identifica na figura seguinte, os termos mais evidenciados pelos professores foram abstração, decomposição e algoritmo, reconhecidos como processos presentes tanto no PM como no PC.

NUVEM DE PALAVRAS CONSTRUÍDA PELOS CURSISTAS



FONTE: A autora (2022).

O último tema da Unidade 4 correspondeu às relações entre Pensamento Matemático e Pensamento Computacional em atividades de programação. Como atividades para os cursistas, havia a aula disponível no vídeo “Possíveis relações entre PM e PC”, a elaboração de um mapa mental sobre o curso e o Questionário Final.

ATIVIDADES DESTINADAS AOS CURSISTAS

- Ambientação no MOOC: trata-se de um vídeo com 10 minutos de duração com explicações gerais sobre a plataforma, indicações de como efetuar o login, acessar o curso, interagir no fórum, assistir aulas e postar atividades.
- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE): trata-se da disponibilização do documento em questão para leitura e concordância de cada participante da pesquisa. A concordância ocorreu por meio da plataforma Google Forms. Após a leitura, o participante preencheu seus dados pessoais dando concordância ou não ao termo, utilizando o formulário. O TCLE também ficou à disposição do participante na plataforma do curso, para leitura em qualquer momento.
- Vídeo de boas-vindas: refere-se a um vídeo com explicações sobre o curso e com explanação dos tópicos por unidades.
- Questionário inicial: trata-se de um questionário para identificação do perfil profissional de cada participante e suas necessidades, bem como sondagem do conhecimento prévio acerca de PC e PM.
- Fórum de apresentação: Espaço destinado à apresentação inicial dos cursistas. Cada participante pode descrever seu perfil profissional e conhecer os pares, a partir de informações que cada um compartilhou.
- Vídeos: Refere-se aos vídeos com explicações sobre cada tema. Esses vídeos foram produzidos e editados pela pesquisadora, com auxílio da plataforma Loom. Eles trazem todo o conteúdo teórico e prático do curso, devendo ser contemplados pelos cursistas. Nos vídeos, foram inseridos os recursos H5P, que possibilitavam participação dos professores, por meio de links, comentários, enquetes, quiz, jogos e outras possibilidades.
- Fórum de discussão: Cada fórum contava com uma pergunta norteadora, elaborada pela pesquisadora, sobre a temática envolvida. Os participantes digitaram suas respostas e interagiram com os pares, a partir de um diálogo colaborativo que buscava entendimentos sobre o assunto tratado. O fórum foi mediado pela pesquisadora, em alguns momentos apresentava novos questionamentos.
- Leitura: Corresponde a materiais em forma de textos, artigos, ou mapas visuais sobre os conteúdos de cada tema. A leitura desses materiais permitiu um

aprofundamento teórico ao cursista, bem como compreensão sobre recursos e softwares de PV. Tais materiais poderiam ser impressos ou lidos virtualmente, conforme preferência do cursista.

- **Reunião síncrona:** As reuniões, com datas pré-estabelecidas, ocorreram na plataforma Google Meet. Os participantes receberam um link para participação via e-mail e também tinham acesso a ele na plataforma MOOCS. Nas reuniões, que contavam com duas horas de duração, a pesquisadora fazia breve explanação sobre as temáticas quinzenais e incentivava a discussão e troca de experiências pelos participantes. O cursista podia falar durante a reunião, ou ainda, escrever suas contribuições no chat.
- **Realização e postagem de atividade:** As atividades correspondiam às tarefas teóricas relacionadas à compreensão sobre o tema ou à exploração de um software de programação indicado pela pesquisadora. Cada participante deveria realizar a atividade solicitada usando um documento do Word, a ser postado na plataforma.
- **Quiz:** Trata-se de um questionário de múltipla escolha que visa analisar o aprendizado do cursista sobre um determinado assunto. O quiz possibilita que o cursista perceba que precisa estudar mais um determinado tópico ao mesmo tempo que mostra para a pesquisadora a necessidade de aprofundamento do conteúdo no momento síncrono.
- **Rota de aprendizagem:** São roteiros de estudos interativos a serem seguidos pelos cursistas. Contam com textos, imagens, animações e atividades. Elas trazem aprofundamentos teóricos e possibilitam a autoavaliação do cursista.
- **Exploração do repositório oficial:** Esses momentos se referem à visita do cursista ao site oficial do software para analisar programações já desenvolvidas. São importantes para que o cursista verifique as possibilidades de recursos que podem ser programados, bem como analisem profundamente a estrutura das programações.
- **Enquete:** são pesquisas a serem respondidas sobre o andamento do curso. Nelas, o cursista podia dar sua opinião sobre a qualidade dos materiais e sobre a viabilidade de aplicação dos conteúdos vistos na Educação Básica. Os resultados da enquete eram discutidos nos momentos síncronos.
- **Mural colaborativo:** Espaço virtual disponível na plataforma Padlet. Nela, os cursistas contribuíram com um painel virtual que se configura à medida que os

cursistas vão inserindo suas contribuições. Os cursistas poderiam visitar várias vezes o link do mural, para que acompanhassem as contribuições dos seus colegas.

- Nuvem de palavras: Os cursistas foram convidados a responderem questões, usando poucas palavras como respostas. Quando todos os cursistas tiverem respondido, surge uma nuvem com as palavras mais utilizadas em destaque. A nuvem foi disponibilizada em um momento síncrono para que os cursistas percebessem os pontos convergentes e divergentes com seus pares.
- Questionário final: Refere-se questionário de saída. Nele, os cursistas relataram suas novas concepções e compreensões sobre PM e PM. Eles também puderam expor suas impressões sobre o processo formativo.

APÊNDICE 2 – TUTORIAL INTRODUTÓRIO DO SCRATCH

Na parte superior do Scratch, há o Menu Editor:

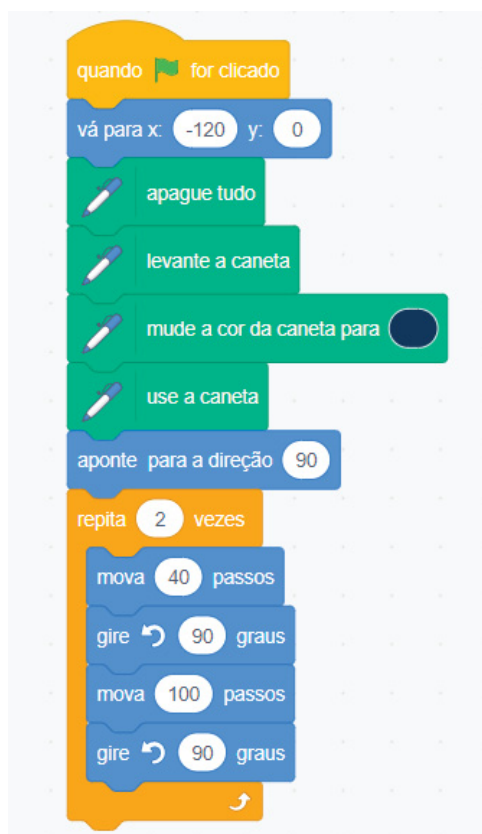


Nele, há a configuração de idiomas, criação e abertura de projetos, além da opção para se efetuar o login no programa.

Os comandos são separados por cores, conforme suas especificidades.

Cada tipo de comando possui blocos que podem ser encaixados com blocos do mesmo tipo ou de outros.

Veja um exemplo:



No exemplo, temos a programação do desenho de um retângulo, de base 40 e altura 100. Note que temos um comando chamado CANETA. Ele é usado para desenharmos o movimento de um personagem. Esse recurso não está disponibilizado na barra inicial padrão de comandos do Scratch. Porém, ele é gratuito e pode ser incorporado facilmente.

Conheça os comandos padrões:



MOVIMENTO: Comandos que possibilitam que os personagens possam se movimentar de diferentes formas.

APARÊNCIA: Comandos que alteram as características físicas dos personagens. As ações de falas textuais dos personagens também são configuradas nessa área.

SOM: Comandos para reprodução de sons, músicas e falas dentro projeto.

EVENTOS: Comandos que iniciam uma sequência de ações.

CONTROLE: Comandos de condição e de repetição.

SENSORES: Comandos que possibilitam a interação com o projeto partir do teclado ou do mouse.

OPERADORES: Comandos de verificação e manipulação de textos e números.

VARIÁVEIS: Dados para armazenamento de informações.

MEUS BLOCOS: Extensões, como a caneta e kits de robótica.

APÊNDICE 3 - QUESTIONÁRIO INICIAL

Assunto: o perfil dos participantes e conhecimentos prévios do professor cursista quanto ao Pensamento Computacional e o Pensamento Matemático

Olá, caro cursista! O questionário a seguir busca verificar seus conhecimentos atuais sobre Pensamento Computacional e Pensamento Matemático. Pedimos que responda às questões, com base na sua experiência acadêmica e profissional. Agradecemos sua participação.

1. Data da realização do questionário: _____
2. Qual a sua idade? _____
3. Qual a sua formação? _____
4. Qual cidade e estado você atua/ reside? _____
5. Você trabalha na rede pública, privada ou ambas? _____
6. Você leciona para quais séries atualmente?

7. Há quanto tempo você exerce o magistério?

8. Você já utilizou alguma tecnologia digital em suas aulas?
- 8.1 () Sim. Qual/quais?

- 8.2 () Não.
9. Você já ouviu falar sobre Pensamento Computacional?
- 9.1 () Sim. Explique brevemente sua compreensão sobre o assunto:

- 9.2 () Não.
10. Você já ouviu falar sobre Pensamento Matemático?

10.1 () Sim. Explique brevemente sua compreensão sobre o assunto:

10.2 () Não.

11. Você já usou algum tipo de programação em suas aulas?

11.1 () Sim. Exponha brevemente de que forma ocorreu/ocorreram:

11.2 () Não.

12. Você considera que o ensino de programação pode contribuir com o aprendizado
de Matemática? Por quê?

13. Você conhece recursos que podem ser usados para desenvolver o Pensamento Computacional do estudante? Quais? 12.1 () Sim. Por quê?

APÊNDICE 4 - QUESTIONÁRIO FINAL

Assunto: as percepções do professor cursista após curso de extensão

Olá, caro cursista! O questionário a seguir busca verificar seus conhecimentos atuais sobre Pensamento Computacional e Pensamento Matemático. Pedimos que responda às questões, com base na sua experiência acadêmica e profissional e com o que vivenciou no curso realizado. Agradecemos sua participação.

1. Qual sua atual compreensão sobre Pensamento Computacional?

2. Qual sua atual compreensão sobre Pensamento Matemático?

3. Você considera que existem relações entre o Pensamento Computacional e o Pensamento Matemático? Quais são essas relações?

4. Você considera que o ensino de programação pode contribuir com o aprendizado de Matemática? Por quê?

5. Você conhece recursos que podem ser usados para desenvolver o Pensamento Computacional do estudante? Quais?

6. Você conseguiu planejar atividades de programação para a Educação Básica que podem ser utilizadas na disciplina de Matemática?

6.1. () Sim. Como?

6.2. Não. Por quê?

7. Durante o curso, você planejou, construiu e aplicou na escola atividades relacionadas à Programação Visual? _____

7.1. Sobre qual conteúdo? _____

7.2. Para quais turmas de estudantes? _____

7.3. Como foi a experiência?

8. Pretende elaborar e utilizar atividades de Programação Visual em suas aulas a partir de agora?

8.1. () Sim. Quais?

8.2. () Não. Por quê?

9. Quais foram as contribuições que o curso trouxe em sua prática pedagógica?

10. Cite os pontos positivos e negativos deste curso para sua formação profissional:

10.1. Pontos Positivos:

10.2. Pontos Negativos:

APÊNDICE 5 – ATIVIDADES DA UNIDADE 1

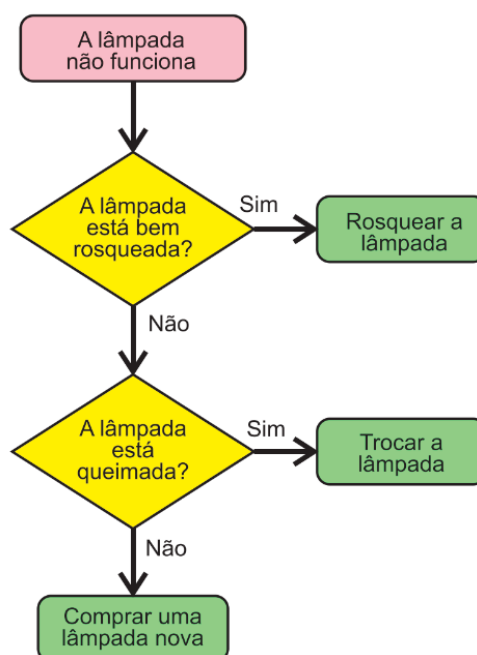
Atividade 1 – AP_1

Assunto: Computação Desplugada

Data da postagem: 09 a 15/08/2021

ETAPA 1: DESENVOLVENDO O PENSAMENTO COMPUTACIONAL DOCENTE

1. Observe a imagem a seguir:



Responda: Existe algum erro nesse esquema? Como ele deve ser corrigido?

ETAPA 2: DESENVOLVENDO O DOCENTE PARA ABORDAGEM DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

1. Observe a atividade abaixo:

Atividade 1: Decomposição

Questão-Exemplo	Plantar uma árvore  1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____ 6. _____ 7. _____ 8. _____
DESCRIÇÃO	
Material necessário: • uma folha com imagens de atividades cotidianas diversas • um lápis e uma borracha Objetivo: exercitar prioritariamente os pilares de Abstração, Decomposição e Algoritmos através da criação de uma lista de instruções necessárias para atingir seis objetivos comuns do cotidiano. Instruções: • Entregar uma folha para cada estudante • Pedir aos estudantes para escrever nas linhas laterais das situações os passos necessários para sua conclusão, decompondo um problema grande em diversos menores. Após os estudantes terminarem, faz-se a correção oral, inserindo alguns possíveis equívocos, como por exemplo: colocar uma semente na terra antes de cavar um buraco, esquecer de tapar o buraco etc.	

Agora, indique um outro exemplo de questão que poderia ser proposta para abordar a Computação Desplugada no 6º Ano do Ensino Fundamental, que possua o mesmo objetivo da atividade acima.

2. Observe a atividade abaixo:

Atividade: Bugs	
Questão-Exemplo	<pre> graph LR inicio([início]) --> A[colocar os pratos sobre a mesa] A --> B[colocar os talheres] B --> C[trazer o bolo] C --> D[colocar a toalha] D --> fim([fim]) </pre>
DESCRIÇÃO	
Material necessário: • Uma folha de papel com diversas situações cotidianas no formato de diagramas ou lista de instruções necessárias para concluir uma atividade. Objetivo: exercitar os pilares de abstração, decomposição e algoritmos através do reconhecimento de equívocos na composição dos diagramas e relação de ações. Instruções: • Entregar uma folha para cada estudante • Discutir cada um dos exemplos, tentando encontrar o problema em cada situação; • Tentar executar cada um dos exemplos até que todos os algoritmos estejam corrigidos.	

Responda: que contribuições esse tipo de atividade pode trazer para o estudante das séries finais do Ensino Fundamental ou do Ensino Médio?

Atividade 2 – AP_2

Assunto: Plataforma Programaê!

Data da postagem: 16 a 22/08/2021

1. Acesse o site: <http://programae.org.br/>. Clique em: QUEM QUER APRENDER – PARA JOGAR – FROZEN.

Faça todas as atividades da Fase 1 até a Fase 20.

Faça a captura da tela da sua programação da fase 7 e cole aqui:

Responda:

a) Em qual fase você sentiu mais dificuldade em programar? Por quê?

b) Que habilidades você acha que um estudante desenvolveria a partir desse tipo de recurso?

- c) Que série você considera apropriada para aplicação dessa atividade?
- d) Você conseguiria relacionar essa atividade com o ensino de algum conteúdo de Matemática? Como?

Atividade 3

Assunto: Software SuperLogo

Data da postagem: 23 a 31/08/2021

1. Leia a informação a seguir:

Três estudantes usaram o software SuperLogo para desenharem um quadrado. Veja os comandos de cada um:

Estudante 1: PF 100 PD 100 PD 100 PD 100

Estudante 2: PF 100 PD 90 PF 100 PD 90 PF 100 PD 90 PF 100

Estudante 3: REPITA 4 [PF 100 PD 90]

Responda:

- a) Quais programações estão corretas? Por quê?
- b) Que processos do Pensamento Computacional podem estar presentes nas programações corretas?

APÊNDICE 6 – ATIVIDADES DA UNIDADE 2

Atividade 1 – AP_3

Assunto: Introdução aos Scratch

Data da postagem: 01 a 07/09/2021

1. Acesse o site scratch.mit.edu
2. Clique em “Aderir ao Scratch”
3. Clique em “Criar”
4. Retire o personagem atual (Sprite)
5. Insira um cenário (Palco)
6. Insira um novo personagem
7. Mude a posição desse personagem
8. Clique em compartilhar
9. Clique em Copiar ligação – copie o link
10. Cole o link do seu projeto aqui:

Atividade 2 – AP_4

Assunto: Comandos no Scratch

Data da postagem: 08 a 14/09/2021

1. Acesse o site scratch.mit.edu
2. Faça o login em sua conta
3. Acesse “As minhas coisas” para usar seu projeto já iniciado
4. Insira uma fala de interação com o usuário.
5. Insira uma fala que use o dado digitado pelo usuário.
6. Insira um movimento para seu personagem.
7. Cole o link do seu projeto aqui:

Atividade 3 – AP_5**Assunto: Programação no Scratch****Data da postagem: 15 a 21/09/2021**

1. Crie um programa que permita que um retângulo gire no sentido horário, quando clicada a bandeira verde.
2. Crie um programa que, depois de clicada a bandeira verde, solicite as dimensões de um retângulo, o desenhe e determine sua área.
3. Crie um programa que solicite um valor e calcule 20% desse valor.
4. Cole aqui os links dos seus projetos:

Atividade 4 – AP_6**Assunto: Programação de recursos no Scratch****Data da postagem: 22 a 30/09/2021**

1. Acesse o projeto indicado na aula semanal.
2. Clique em remisturar.
3. Faça a adaptação da programação trocando o conteúdo abordado.
4. Escolha qualquer conteúdo matemático que desejar.
5. Insira aqui o link do projeto adaptado por você:

APÊNDICE 7 – ATIVIDADES DA UNIDADE 3

Atividade 1

Assunto: PM em atividades de Programação Visual

Data da postagem: 11 a 17/10/2021

1. Acesse o vídeo “Programação feita por um estudante”.
2. Você consegue identificar os processos do Pensamento Matemático nessa programação? Procure identificar “se” e “como” o estudante desenvolveu:
 - a) a interpretação:
 - b) a modelagem:
 - c) a generalização:
 - d) a síntese:

Atividade 2 – AP_7

Assunto: Programação no App Inventor e o Pensamento Matemático

Data da postagem: 15 a 21/10/2021

1. Crie um programa que emita um som ao clique de um botão.
2. Crie um programa que solicite os valores dos coeficientes a , b e c de uma equação quadrática e apresente as raízes da equação.
3. Crie um programa que solicite os coeficientes a , b e c da equação de duas retas. Considere cada reta na forma geral $ax+by+c=0$. Apresente como resultado a posição relativa entre as retas.
4. Coloque aqui os prints das suas programações para cada um dos três itens acima.
5. Comente sobre as dificuldades encontradas nas três programações, explicando se cometeu erros, se precisou corrigi-los, etc.
6. Caso não tenha conseguido fazer um ou mais programas, comente sobre as dificuldades encontradas.

APÊNDICE 8 – ATIVIDADES DA UNIDADE 4

Atividade 1 – AE_1

Assunto: Elaborando atividades de programação

1. Suponha que você levará uma das suas turmas ao laboratório de informática para explorar um software de programação (Scratch, SuperLogo, App Inventor, ou outro). Como você faria essa abordagem? Elabore um pequeno roteiro informando se a atividade seria individual, em duplas, equipes, se você passaria um enunciado de um programa, que série escolheria, que conteúdo etc.

Atividade 2 – AE_2

Assunto: Desenvolvendo habilidade em atividades de programação

1. Revisite o roteiro que elaborou na atividade da semana anterior. Descreva as habilidades que podem ser estimuladas nos estudantes a partir da atividade de programação criada por você.

Atividade 3 – AE_3

Assunto: Atividades de programação que envolvam PM e PC

1. Elabore uma atividade que poderia ser usada na Educação Básica, em uma série específica (a ser escolhida por você). Essa atividade deve privilegiar o desenvolvimento do Pensamento Matemático e do Pensamento Computacional. Escreva um pequeno roteiro de como seria a atividade, detalhando se a atividade seria individual, em duplas, equipes, se você passaria um enunciado de um programa, que série escolheria, que conteúdo etc.

APÊNDICE 9 - QUIZ – UNIDADE 1

Assunto: Pensamento Computacional

Data da realização: 23 a 31/08/2021

1. A definição "Reduzir a complexidade de algo e definir a ideia principal do que está sendo analisado" exprime a ideia do conceito de Abstração, trabalhado pelo Pensamento Computacional.

() Verdadeiro

() Falso

2. "Uma lista de etapas que permitem concluir uma tarefa". Essa é a definição de:

a) Abstração

b) Algoritmo

c) Pensamento Computacional

d) Função

3. Qual melhor momento para ser usada a abstração?

a) Quando formos trabalhar com problemas binários

b) Quando quisermos isolar elementos de um todo e ignorar detalhes que tornam as coisas diferentes

c) Quando quisermos transformar o problema em algo maior

d) Quando quisermos listar as etapas de uma tarefa

4. Algo que é repetido diversas vezes, é chamado de:

a) Padrão

b) Algoritmo

c) Abstração

d) Código

5. As falhas de um código também podem ser chamadas de:

a) Etapa

b) Bug

c) Depuração

d) Função

6. O que é uma lista de etapas para concluir uma tarefa? (Um conjunto de instruções que podem ser executadas com ou sem um computador).

a) Programa

b) Algoritmo

c) Comando

d) Condição

7. Pensamento Computacional é...

a) dar comandos ao computador.

b) pensar como o computador (binário).

c) usar um conjunto de técnicas e abordagens para ajudar a resolver problemas.

d) criar uma sequência de instruções

8. O desenvolvimento do Pensamento Computacional do estudante do século XXI é importante para que o jovem:

a) Saiba usar planilhas eletrônicas e editores de texto

b) Torne-se um programador profissional

c) Aumente sua capacidade de resolver problemas

d) Aprimore suas competências em jogos eletrônicos

APÊNDICE 10 - QUIZ – UNIDADE 2**Assunto: Scratch****Data da realização: 08 a 14/09/2021**

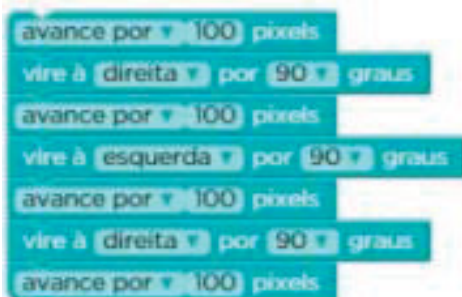
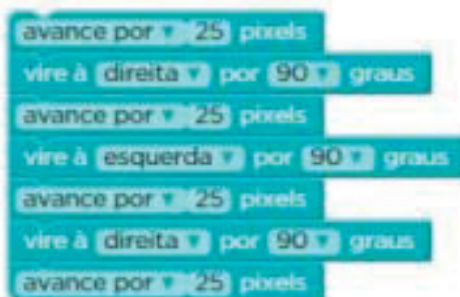
1. O Scratch é um recurso gratuito.

- a) Verdadeiro
- b) Falso

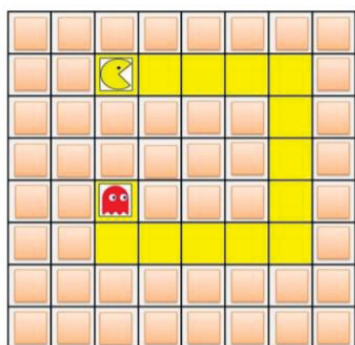
2. Os atores são:

- a) comandos
- b) personagens
- c) cenários
- d) movimentos

3. Qual sequência deve ser usada para o desenho de um quadrado no Scratch?

Alternativa A**Alternativa B****Alternativa C****Alternativa D**

4. Qual sequência leva o “Pacman” ao fantasma, no caminho amarelo indicado na FIGURA?



Alternativa A



Alternativa B



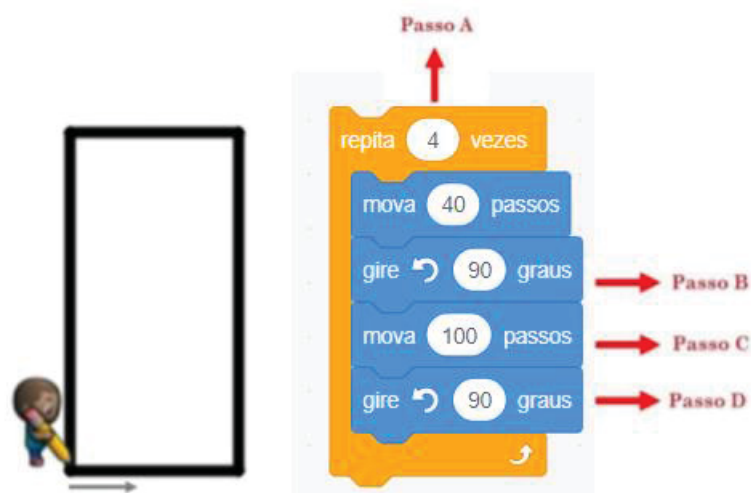
Alternativa C



Alternativa D



5. Para que o retângulo abaixo, de 50 pixel de largura e 100 pixel de altura, seja desenhado uma vez, qual passo da programação está incorreto?



- a) A
- b) B
- c) C
- d) D

6. Para que serve a bandeira verde do Scratch?

- a) Restaurar uma programação
- b) Iniciar a execução dos comandos
- c) Dar movimento ao personagem
- d) Ligar os sons do Scratch

7. O personagem padrão inicial do Scratch é:

- a) uma tartaruga
- b) um gato
- c) um robô
- d) um professor

8. O recurso para criar desenhos a partir do movimento do personagem é:

- a) a caneta
- b) o efeito geometria
- c) o controle
- d) a variável

ANEXO 01 – TCLE

Nós, Marcelo Souza Motta e Flavia Sucheck Mateus da Rocha, professor e doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática (PPGECM), da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando o (a) Senhor (a) professor (a) a participar de um estudo intitulado “Relações entre o pensamento computacional e o pensamento matemático: compreensões a partir de um curso de formação de professores”. Espera-se com essa pesquisa contribuir para buscar avanços nas compreensões sobre programação visual, pensamento computacional e pensamento matemático avançado.

a) O objetivo da pesquisa proposta será o de analisar um curso de formação continuada de professores de Matemática sobre programação visual, sob os vieses do Pensamento Computacional e do Pensamento Matemático.

b) Caso o (a) senhor (a) participe da pesquisa, será necessário participar do curso de formação disponível no Ambiente Virtual de Aprendizagem. Durante o curso, o senhor (a) deverá responder a um questionário inicial e um final, participar em fóruns de discussão e realizar atividades relacionadas ao curso.

c) Para tanto, ofertaremos um curso de formação continuada on-line e gratuito, intitulado “Curso de Programação Visual para professores de Matemática”, na plataforma MOOCS, que certificará os cursistas com participação em curso de extensão de 80 horas. A plataforma em questão foi desenvolvida pelos pesquisadores e está disponível no sítio: <https://www.moocs.net.br/>. O curso será realizado no 2º semestre de 2021, para no máximo 100 participantes, sendo esses professores de Matemática atuantes nos anos finais do Ensino Fundamental e nas séries do Ensino Médio. Tais professores podem atuar na rede pública ou privada de ensino no Brasil, desde que possuam idade superior a 18 anos. Todos os materiais serão disponibilizados na plataforma com acesso livre e gratuito. Será necessário que cada cursista crie um login para acesso à plataforma, ou, ainda, acesse por meio de uma conta Google ou do Facebook. O curso terá duração de quatro meses, de Agosto a Novembro de 2021 e está dividido em quatro unidades. Nesse período, os cursistas terão acesso, na plataforma MOOCS, a vídeos de aulas, fóruns de discussão, materiais para leitura, questionários e tarefas. Essas atividades serão realizadas de forma assíncrona, ou seja, o cursista poderá realizar as atividades em horários e datas definidas por ele, respeitando os prazos finais para conclusão de cada tarefa. Cada unidade contará com dois momentos síncronos, que correspondem a reuniões on-line na plataforma Google Meet. Nelas, não serão feitos registros de filmagem ou áudio. Contudo, a pesquisadora fará anotações de suas observações e registrará os comentários escritos dos cursistas no chat das reuniões. A participação nos momentos síncronos não é obrigatória, pois entendemos que o curso on-line deve respeitar a disponibilidade de horário de cada cursista. Como os momentos síncronos são oportunidades de interação entre os pares e com a pesquisadora, o cursista que não puder participar das reuniões poderá entrar em contato para sanar dúvidas por e-mail, ou interagir com seus pares via fórum de discussão.

d) É possível que o (a) senhor (a) experimente algum desconforto, principalmente relacionado a constrangimentos durante a participação nos fóruns, por alguma divergência de opinião.

e) Como a pesquisa ocorrerá em ambiente virtual, os riscos se relacionam com momentos remotos. Nos momentos de interação no fórum ou nas discussões durante os momentos síncronos, poderão ocorrer divergências de opiniões entre os participantes. A pesquisadora pretende incentivar que os participantes possam se expressar livremente, mas para evitar possíveis desconfortos ou discussões constrangedoras, mediará as discussões. Não serão tolerados comentários que firam os direitos humanos dos participantes, com possibilidade de exclusão da plataforma do cursista que porventura assediar moralmente um colega. Além disso, em razão da limitação da tecnologia utilizada, o participante pode ter dificuldades para acessar algum material no momento desejado, por falhas de conexões com internet. Sobre possíveis riscos relacionados aos dados pessoais dos participantes, digitados na plataforma, asseguramos que não serão utilizados pela pesquisadora, o que garante total confidencialidade. Para minimizar esses riscos, possíveis discussões nos fóruns serão amenizadas e até mesmo apagadas pelos pesquisadores, que gerenciarão todos os diálogos. Com relação a possíveis falhas de conexão, como o curso de formação ocorre de forma remota, o participante poderá acessar os materiais no momento que for mais oportuno a ele. Poderá, inclusive, entrar em contato com os pesquisadores para receber os materiais do curso por outro meio, fora da plataforma do curso, por e-mail, ou, se for o caso, por correspondência, dentro do que for possível transformar em recurso impresso.

f) Como benefícios esperados para essa pesquisa, ressaltamos que os participantes poderão ampliar seus conhecimentos sobre tecnologias digitais no ensino de matemática, de forma gratuita, conhecendo softwares e estratégias de programação visual a serem utilizados na Educação Básica. Os participantes poderão trocar informação e conhecimentos com seus pares, a partir de discussões em fóruns e momentos síncronos. Os participantes terão acesso gratuitamente a vídeos explicativos sobre Programação Visual. Esses participantes poderão aplicar os conhecimentos tecnológicos aprendidos no curso de formação em sala de aula, levando possibilidades de desenvolvimento de PC para os estudantes, que poderão aprender a programar de forma intuitiva.

Participante	da	Pesquisa	e/ou	Responsável	Legal	[rubrica]
Pesquisador	Responsável	ou	quem	aplicou	TCLE	[rubrica]
Orientador						

g) Os pesquisadores Flavia Sucheck Mateus da Rocha e Marcelo Souza Motta, responsáveis por este estudo, poderão ser localizadas na Travessa Amapá, 26. São José dos Pinhais – PR ou no Centro Politécnico, edifício da Administração – 4º andar – Jardim das Américas, Curitiba/PR, CEP: 81531-970, CX 19081, (41) 3361-3696, no horário de segunda a sexta-feira das 09h às 12h e segunda a sexta-feira das 13h às 17h, através dos seguintes telefones: (41) 99928-9580 e (41) 99204-4446 ou através dos e-mails: fsuchek@yahoo.com.br e marcelomotta@utfpr.edu.br. Estamos à disposição para esclarecer eventuais dúvidas que o (a) senhor (a) possa ter e

fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

h) A sua participação neste estudo é voluntária e se o (a) senhor (a) não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado.

i) O material obtido por meio do curso de formação será utilizado para essa pesquisa e será destruído do computador dos pesquisadores ao término do estudo, dentro de dez anos.

j) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas por Marcelo Souza Motta e Flavia Sucheck Mateus da Rocha sob forma de textualização, para que a identidade do participante seja preservada e mantida a confidencialidade. Este estudo pretende usar seu nome completo durante a realização desta pesquisa, portanto:

() Permito a revelação de minha identificação durante a fase de análise dos dados no decorrer da pesquisa;

() Não permito a revelação de minha identificação durante a fase de análise dos dados no decorrer da pesquisa .

k) O senhor (a) terá a garantia de que quando os dados/resultados obtidos com este estudo forem publicados, seu nome será revelado

() Permito a minha identificação na publicação dos resultados da pesquisa;

() Não permito a minha identificação na publicação dos resultados da pesquisa.

l) Se o (a) senhor (a) tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone 3360-7259. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão colegiado multi e transdisciplinar, independente, que existe nas instituições que realizam pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil e foi criado com o objetivo de proteger os participantes de pesquisa, em sua integridade e dignidade, e assegurar que as pesquisas sejam desenvolvidas dentro de padrões éticos (Resolução nº 466/12 Conselho Nacional de Saúde).

m) Caso o (a) senhor (a) sinta necessidade de revisitar esse documento de maneira online, ele pode ser acessado via link: <https://drive.google.com/file/d/1ydqLJ9Gz0n6OVPrYjI6r8rL6lAqH-jR4/view?usp=sharing>. Recomendamos que o (a) senhor (a), mantenha uma cópia desse documento eletrônico.

Eu, _____ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. Eu

entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para mim.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

Curitiba, ____ de _____ de 2021.

[Assinatura do Participante de Pesquisa ou Responsável Legal]

Flavia Sucheck Mateus da Rocha

Esse documento também pode ser acessado via endereço eletrônico:
<https://drive.google.com/file/d/1ydqLJ9Gz0n6OVPrYjI6r8rL6lAqH-jR4/view?usp=sharing>.