
Doutorado em Educação Matemática

Daniel Tebaldi Santos

PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO EM MATEMÁTICA: aspectos dialéticos associados à cibernética a partir da prática de programação de computadores



Rio Claro – SP
2023

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

DANIEL TEBALDI SANTOS

PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO EM MATEMÁTICA: aspectos dialéticos
associados à cibernética a partir da prática de programação de computadores

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

Orientadora: Profa. Associada Sueli Liberatti Javaroni

Rio Claro – SP
2023

S237p

Santos, Daniel Tebaldi

Produção de conhecimento em Matemática : aspectos dialéticos associados à cibernética a partir da prática de programação de computadores / Daniel Tebaldi Santos. -- Rio Claro, 2023
252 p. : il., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro
Orientadora: Sueli Liberatti Javaroni

1. Educação Matemática. 2. Programação de Computadores. 3.
Cibernética. 4. Dialética. 5. Formação de professores. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

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

Daniel Tebaldi Santos

PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO EM MATEMÁTICA: aspectos dialéticos da
cibernética a partir da prática de programação de computadores

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

Comissão Examinadora

Profa. Associada Sueli Liberatti Javaroni (Orientadora)
IGCE / UNESP/Rio Claro (SP)

Profa. Dra. Maria Teresa Zampieri
UNESP/ São José do Rio Preto (SP)

Profa. Dra. Silvana Claudia dos Santos
UFV/Viçosa (MG)

Profa. Dra. Mariana Matulovic da Silva Rodrigues
UNESP/Tupã (SP)

Prof. Dr. Luiz Ernesto Merkle
UTFPR/Curitiba (PR)

Conceito: Aprovado

Rio Claro (SP), 29 de junho de 2023

Dedico este trabalho à minha querida mãe, a quem gostaria que estivesse aqui neste momento, pois lutou com toda a sua força para dar existência a este ser humano que sou.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro à minha companheira Gabriela pela solidariedade e paciência nessa caminhada, do início ao fim, fortalecendo-me em todos os momentos com suas palavras de incentivo. Ao meu filho Miguel que compreendeu as diversas vezes que não pude atender ao seu pedido de atenção e à mais nova integrante da família, minha filha Alice. À toda minha família, meu pai, irmãos e irmãs.

À minha orientadora Sueli pela confiança na realização desta investigação, manifestada nas conversas, nos ensinamentos e na alteridade para lidar com as inquietações e dificuldades presentes no percurso de realização desta pesquisa. Aos irmãos e irmãs de orientação por todos os momentos de conversa e compartilhamento de ideias e de conhecimentos.

Aos amigos que fizeram parte dessa caminhada, compartilhando conhecimentos, expectativas, dificuldades, lutas e esperanças. Em especial à família GPIMEM (Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática) pelos momentos ricos de discussão e trocas que foram determinantes para minha formação como pesquisador. Registro aqui, para que fique eternizado, a fraternidade construída com Hércules, Luciana, Ana Perovano e Geciara de imenso valor na superação de momentos difíceis deste andar.

Aos membros que integraram a banca, Silvana, Maria Teresa, Mariana e Merkle, por aceitarem participar desse processo de formação com riquíssimas sugestões, considerações e orientações para este trabalho.

Aos professores e demais servidores que fazem parte do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (PPGEM) pelas colaborações, que direta ou indiretamente, também, constituíram este trabalho.

Ao Instituto Federal de São Paulo pela liberação para realização do doutorado, garantido por meio de políticas de incentivo à formação na docência para o desenvolvimento profissional dos servidores.

Por fim, ao povo preto, pobre e periférico que tem lutado e continuará lutando por uma sociedade com equidade, com justiça social e, sobretudo, que respeite a diversidade étnica, de gênero e de pensamento.

“Temos de emancipar-nos a nós próprios, antes de podermos emancipar os outros”
(MARX, 1989, p. 5).

RESUMO

Este estudo teve como objetivo analisar aspectos dialéticos associados à cibernética em situações que envolvem a prática de programação de computadores articulada à produção de conhecimento em Matemática. Os aspectos evidenciados dessa articulação foram discutidos a partir de uma visão de tecnologia de acordo com uma perspectiva crítica, mais especificamente, pautamo-nos nas considerações da teoria cibernética a partir de uma compreensão dialética. A presente pesquisa aprofunda o debate sobre o tema tecnologias e Educação, em especial direcionada para a Educação Matemática, a partir da realização de uma apropriação filosófica do conceito de tecnologia e sua função social nas relações entre os seres humanos. Para tanto, fundamentamo-nos nas considerações do filósofo brasileiro Álvaro Borges Vieira Pinto, compendiadas na obra “O conceito de tecnologia”, em que o autor trata das dimensões ontológica e epistemológica da tecnologia, em particular as de caráter cibernético. Ademais, para corroborar a análise e articulá-la aos aspectos na produção de conhecimento em Matemática configurados por situações que envolvem tecnologias digitais, também nos orientamos pelas ideias do construto teórico seres-humanos-com-mídias (S-H-C-M) elaboradas, com a liderança do educador matemático Marcelo Borba, pelo grupo de pesquisa GPIMEM. Nossa metodologia de pesquisa está fundamentada nos preceitos teórico-metodológicos do método materialista histórico e dialético (MHD), cuja abordagem investigativa é orientada pela compreensão da realidade em sua totalidade e de acordo com um processo crítico-dialético. Os dados foram produzidos por meio da execução de um projeto de extensão que possibilitou a organização de ações formativas para realização de atividades com o software de programação *Scratch* e com o de prototipagem virtual *TinkerCad*. As ações tiveram como participantes professoras, professores, licenciandas e licenciandos em Matemática por meio de atividades síncronas e assíncronas virtuais, as quais se constituíram como fonte de dados, bem como questionários para alcançar as circunstâncias objetivas existenciais de cada participante. Os dados selecionados foram analisados conforme a perspectiva da hermenêutica-dialética, em que discutimos os aspectos epistemológicos mobilizados em situações de prática de programação de computadores dos participantes da pesquisa, das quais ressaltamos eventos significativos para avaliar a produção de conhecimento em Matemática a partir de um movimento cibernético, o qual configura um circuito epistemológico. Como resultado, foi possível apontar dimensões específicas da relação entre tecnologias digitais e Educação Matemática, através de um olhar direcionado para conceitos da teoria da cibernética e da reorganização do pensamento, como forma de avaliar a prática de programação de computadores como possibilidade de produção de conhecimentos em Matemática. Por fim, consideramos que os aspectos evidenciados indicam articulações entre o ensino e aprendizagem de Matemática e a prática de programação de computadores – enquanto prática de conhecimento. As articulações evidenciadas permitiram avaliar o pensamento por meio de uma dinâmica dialética, a partir da cibernética, a qual configura um processo de mobilização e produção de conhecimento em Matemática. Porém, deixamos assinalados, como ponto de atenção nas conclusões produzidas, que toda prática de conhecimento, gerada historicamente, é marcada pelas dimensões ideológicas que tal prática transporta.

Palavras-chave: Formação de professores. Cibernética. Scratch. Tecnologia digitais. Retroação.

ABSTRACT

This study aimed to analyze dialectical aspects associated with cybernetics in situations involving the practice of computer programming articulated with the production of knowledge in Mathematics. The evidenced aspects of this articulation were discussed from a vision of technology according to a critical perspective, more specifically, we are guided by considerations of cybernetic theory from a dialectical understanding. The present research deepens the debate on the subject of technologies and Education, especially directed towards Mathematics Education, from the realization of a philosophical appropriation of the concept of technology and its social function in the relations between human beings. To do so, we base ourselves on the considerations of the Brazilian philosopher Álvaro Borges Vieira Pinto, summarized in the work “The concept of technology”, in which the author deals with the ontological and epistemological dimensions of technology, in particular those of a cybernetic nature. Furthermore, in order to corroborate the analysis and articulate it with the aspects in the production of knowledge in Mathematics configured by situations that involve digital technologies, we are also guided by the ideas of the theoretical construct human-beings-with-media (S-H-C-M) elaborated, with the leadership of the mathematician educator Marcelo Borba, by the research group GPIMEM. Our research methodology is based on the theoretical-methodological precepts of the historical and dialectical materialist method (MHD), whose investigative approach is guided by the understanding of reality in its entirety and according to a critical-dialectical process. The data were produced through the execution of an extension project that made it possible to organize training actions to carry out activities with the programming software *Scratch* and with virtual prototyping *TinkerCad*. The actions had as participants teachers, professors, undergraduates and graduates in Mathematics through synchronous and asynchronous virtual activities, which constituted a source of data, as well as questionnaires to reach the existential objective circumstances of each participant. The selected data were analyzed according to the hermeneutic-dialectic perspective, in which we discussed the epistemological aspects mobilized in situations of computer programming practice of the research participants, from which we highlighted significant events to evaluate the production of knowledge in Mathematics from a cybernetic movement, which configures an epistemological circuit. As a result, it was possible to point out specific dimensions of the relationship between digital technologies and Mathematics Education, through a look directed at concepts from the theory of cybernetics and the reorganization of thought, as a way of evaluating the practice of computer programming as a possibility of knowledge production in math. Finally, we consider that the evidenced aspects indicate articulations between the teaching and learning of Mathematics and the practice of computer programming – as a knowledge practice. The evidenced articulations allowed the evaluation of thought through a dialectical dynamic, based on cybernetics, which configures a process of mobilization and production of knowledge in Mathematics. However, we point out, as a point of attention in the conclusions produced, that every practice of knowledge, historically generated, is marked by the ideological dimensions that such practice carries.

Keywords: Teacher education. Cybernetics. Scratch. Digital technology. Feedback.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Situações que emergem do processo de pensar-com-tecnologias	94
Quadro 2 – Planejamento dos encontros de ações formativas do projeto	106
Quadro 3 – Modelo de quadro para organização dos dados para análise	116
Quadro 4 – Evento I do Momento I: Programando a construção de um quadrado .	119
Quadro 5 – Evento II do Momento I: Programando a construção de um triângulo equilátero	133
Quadro 6 – Momento II: Programando a construção de quadrados e circunferências concêntricas	143
Quadro 7 – Falas que iniciaram a emergência da situação problemática	158
Quadro 8 – Resolução da situação problemática pelo “ <i>Bolsista</i> ”	163
Quadro 9 – Resolução da situação problemática pelo “ <i>Participante V</i> ”	176

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema do movimento dialético de produção de conhecimento.....	76
Figura 2: Esquema sintético do movimento metodológico de produção de dados.....	130
Figura 3: Construção da representação de uma escada pela “ <i>Participante C</i> ”	146
Figura 4: Tela da “ <i>Participante C</i> ” que mostra a construção da figura “ <i>escada</i> ”	148
Figura 5: Construção do quadrado elaborada pela “ <i>Participante C</i> ”	150
Figura 1: Esquema do movimento dialético de produção de conhecimento.....	152
Figura 6: Sequências de comandos elaboradas pela “ <i>Participante K</i> ”	157
Figura 7: Sequências de comandos elaborados pela “ <i>Participante K</i> ”	163
Figura 8: Sequências de comandos elaborados pela “ <i>Participante K</i> ”	164
Figura 9: Programa elaborado pelo <i>Participante V</i>	173
Figura 10: Programa elaborado pelo <i>Participante V</i> para a construção de um polígono regular de 360 lados.....	174
Figura 11: Sequência de comandos do programa elaborado pelo “ <i>Participante V</i> ”	176
Figura 12: Sequência de comandos do programa elaborado pelo “ <i>Participante V</i> ”	179
Figura 13: Resultado da execução do programa realizado pelo “ <i>Bolsista</i> ”	190
Figura 14: Marcação dos pontos dos vértices pentágono.....	190
Figura 15: Construção do pentágono pelo “ <i>Bolsista</i> ”	192
Figura 16: Desenho elaborado pelo “ <i>Participante V</i> ” para explicar os conhecimentos utilizados na prática de programação realizada.....	204
Figura 17: Sequência de comandos elaborada pelo “ <i>Participante V</i> ”	207
Figura 18: Interface do Scratch 3.0.....	242
Figura 19: Interface TinkerCad: construções 3D.....	244
Figura 20: Interface TinkerCad: programação em blocos de códigos.....	244
Figura 21: Interface TinkerCad: circuitos elétricos.....	245

SUMÁRIO

1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	13
2	PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....	23
3	CONCEPÇÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS DA PESQUISA.....	36
4	QUADRO TEÓRICO.....	42
4.1	Filosofia da Tecnologia de Álvaro Borges Vieira Pinto (Vieira Pinto).....	43
4.1.1	<i>A técnica como um existencial do ser humano.....</i>	46
4.1.2	<i>A tecnologia e seus principais significados.....</i>	52
4.1.3	<i>Cibernética e a teoria da informação.....</i>	73
4.2	Construto teórico seres-humanos-com-mídia (S-H-C-M).....	95
4.2.1	<i>Reorganização do pensamento.....</i>	95
4.2.2	<i>Tecnologias da inteligência e coletivos pensantes.....</i>	99
4.2.3	<i>Produção de conhecimento em Matemática.....</i>	101
4.3	As relações entre a filosofia da tecnologia de Vieira Pinto (2005) e o construto teórico S-H-C-M.....	108
4.3.1	<i>Aproximações possíveis.....</i>	109
4.3.2	<i>Aspectos que se distanciam.....</i>	113
5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....	116
5.1	A constituição do cenário de produção dos dados e suas características.....	117
5.2	Os participantes da pesquisa.....	122
5.3	Planejamento das atividades.....	123
5.4	Procedimentos e instrumentos considerados na produção dos dados...128	
5.5	Procedimento para análise dos dados.....	131
6	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS.....	137
6.1	Momento I – Atividades Iniciais de Programação com o Software Scratch: construindo um polígono regular.....	138
6.1.1	<i>Evento I: Práticas de programação para a construção de um quadrado.....</i>	139
6.1.2	<i>Evento II: Construindo um triângulo equilátero.....</i>	154
6.2	Momento II – Construindo polígonos regulares e circunferências concêntricas.....	166

6.3 Momento III – Prática de Programação: a problemática emergente da construção de polígonos regulares.....	180
6.3.1 <i>Evento I: Resolução da situação problemática pelo “Bolsista”.....</i>	183
6.3.2 <i>Evento II: Resolução da situação problemática pelo “Participante V”....</i>	196
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	212
8 REFERÊNCIAS.....	223
9 APÊNDICE A – O FILÓSOFO VIEIRA PINTO.....	231
10 APÊNDICE B – PRIMEIRO FORMULÁRIO DE INTERESSE PARA PARTICIPAR DAS AÇÕES FORMATIVAS DO PROJETO DE EXTENSÃO.....	235
11 APÊNDICE C – FORMULÁRIO DE CONFIRMAÇÃO DE INTERESSE PARA PARTICIPAR DAS AÇÕES FORMATIVAS DO PROJETO DE EXTENSÃO.....	238
12 APÊNDICE D – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA GRAVAÇÃO DE IMAGEM E SOM.....	241
13 APÊNDICE E – SOFTWARE SCRATCH E PLATAFORMA TINKERCAD.....	242
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR.....	245
14 APÊNDICE F – ATIVIDADES DE PROGRAMAÇÃO REALIZADAS.....	246
ATIVIDADES DE PROGRAMAÇÃO REALIZADAS.....	248
ATIVIDADES DE PROGRAMAÇÃO REALIZADAS.....	250

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Ao propormos uma investigação que possui como tema *tecnologias digitais e Educação Matemática*, logo imaginamos que o leitor pode se questionar sobre o porquê de mais um trabalho tratando dessa temática, visto que já há uma quantidade significativa de pesquisas nessa linha. No entanto, podemos argumentar que o leitor possui certa razão no seu questionamento, mas que o debate sobre esse tema é recorrente devido à sua amplitude e que, por isso, tem engendrado uma diversidade de pensamentos voltados ao incentivo da inserção dessas tecnologias na dinâmica das atividades escolares.

A diversidade de pensamentos, para nós, constitui-se como resultado de um processo histórico de evolução das relações sociais, em que as tecnologias sempre estiveram presentes na construção do conhecimento. Porém, a partir da idade moderna as transformações passaram a ser cada vez mais vertiginosas, principalmente com o movimento científico que deu origem aos conhecimentos que foram denominados como cibernética (DANTAS, 2021).

Um dos cientistas mais destacados pelos trabalhos elaborados sobre cibernética é o matemático estadunidense Nobert Wiener, cujo o título de “pai da cibernética” foi lhe atribuído. Sua participação, na construção dessa ciência, se deu permeada por uma relação caracterizada por objetivos militares, impulsionada por uma reorganização geopolítica pós primeira guerra mundial. Os vislumbres intelectuais, após esse período, foram sintetizados no termo cibernética, cunhado por Nobert Wiener, para aglutinar as discussões interdisciplinares sobre processos dinâmicos de controle e auto-regulação operados em máquinas e seres vivos, bem como os debates envolvendo dispositivos de processamento de informação e comunicação (CHAVES; BERNARDO, 2020).

A cibernética, considerada nesse período, foi constituída amparada por uma abordagem cujos fundamentos derivam da lógica formal. Para o objetivo que elencamos neste trabalho, a compreensão de cibernética se dá na perspectiva da lógica dialética abordada por Vieira Pinto (2005b), a qual foi discutida na seção 4.1.3. O autor revela que a teoria dialética do conhecimento é fundamentalmente cibernética, a importância dessa compreensão permite estudar a Educação constituída de aspectos que se correlacionam com os conhecimentos instituídos a partir da cibernética (VIEIRA PINTO, 2003).

Para todos os efeitos, podemos indicar, nessa perspectiva, que a cibernética é um produto da história do ser humano e que se ocupa, essencialmente, do estudo e aplicação dos processos de retroação (VIEIRA PINTO, 2005b). Porém, sua instituição enquanto ciência,

como campo do conhecimento, justificada com a introdução da produção mecanizada nas sociedades desenvolvidas, ocorreu a partir da primeira metade do século XX (VIEIRA PINTO, 2005b).

Os objetos técnicos vinculados a conhecimentos da cibernética, os quais, na denominação atual, nos referimos como tecnologias digitais, começaram a ser mais constantes na dinâmica das relações entre as pessoas, o que, de maneira consequente, inclui a Educação, em especial, no nosso caso, a Educação Matemática (PEIXOTO, 2022). Isso tem gerado perspectivas teóricas educacionais diversas direcionadas a discutir a reorganização das dimensões pedagógicas, sobretudo, na avaliação e análise de possíveis transformações nos processos de ensinar e aprender, decorrentes da implementação de tecnologias digitais na dinâmica da Educação (BLIKSTEIN, 2021; BLINKSTEIN; BLINKSTEIN, 2021).

Além disso, setores econômicos, mais especificamente associados à indústria cultural e de tecnologias digitais (MARRACH, 1996), têm influenciado as políticas educacionais brasileiras para que determinadas modificações sejam incorporadas à Educação (PEIXOTO, 2008). A partir do início deste século, narrativas são mobilizadas, pressionando o sistema educacional para que conhecimentos – tanto do âmbito científico quanto do cultural – que envolvem tecnologias digitais sejam inseridos nos discursos e documentos oficiais dirigidos à Educação (BLINKSTEIN; BLINKSTEIN, 2021).

O movimento tem se dado, principalmente, considerando os conhecimentos constituídos diante das soluções das contradições que o ser humano se depara na produção da sua existência, que é uma característica ontológica sua de transformação da realidade, o que condiciona a criação de artefatos e procedimentos técnicos (VIEIRA PINTO, 1969), dentre eles os de natureza digital. Com a configuração neoliberal¹, a sociedade moderna se estabelece, como forma de concentração de riqueza e dominação, por meio da difusão dos objetos técnicos que surgem desse avanço da dimensão tecnológica da sociedade.

Nesse contexto, compreendemos que o debate sobre o tema tecnologias e Educação é permanente (BORBA; VILLARREAL, 2010). Entretanto, a partir do início deste século, tem ocupado lugar de destaque em consequência do acúmulo histórico de conhecimento, viabilizado por artefatos digitais que são criados e difundidos na sociedade. Pontuamos que o debate seja contemplado por uma dimensão crítica a respeito da relação entre as tecnologias

¹ Neoliberalismo refere-se a uma ideologia de orientação política econômica do Estado, cujo elemento fundante é a liberdade individual enfatizada no direito do consumidor, fortalecendo princípios como o da propriedade privada e a liberdade econômica das grandes organizações (MARRACH, 1996).

digitais e a Educação Matemática, tornando fundamental incluir a discussão da função social – condicionante na configuração das relações entre os seres humanos – que tais tecnologias possuem na organização de determinada sociedade. É necessário refletir sobre as determinações que condicionam as transformações do dimensionamento tecnológico dos ambientes escolares, em especial, os relacionados aos movimentos de inserção das tecnologias digitais nesses ambientes.

A esse respeito, podemos apontar dois fatores que engendram esse novo dimensionamento tecnológico. Um deles se refere aos interesses mercadológicos que se estabelecem na relação entre tecnologias digitais e Educação (MEZÁRIOS, 2012), orientados pela organização capitalista da sociedade. A produção em larga escala de tecnologias nas últimas décadas, principalmente as de caráter digital, levou as empresas detentoras dessa produção a projetarem, no segmento educacional, uma enorme potencialidade para expandir seu mercado de consumo.

Esse tratamento mercadológico, que condiciona a configuração dos espaços escolares, revela o quanto as determinações econômicas influenciam o debate educacional e precisam ser problematizadas. Os grandes conglomerados produtores de tecnologias digital, fazem uso do poder econômico que possuem e condicionam políticas públicas por meio de discursos que enfatizam a necessidade de modernização dos ambientes escolares, além de produzirem necessidades artificiais (DOWBOR, 2012; MEZÁRIOS, 2012; PEIXOTO, 2022) como forma de inserir os recursos tecnológicos que produzem nesses ambientes (BLINKSTEIN; BLINKSTEIN, 2021).

Um outro determinante é a presença marcante das tecnologias nas transformações objetivas da sociedade. Nas últimas décadas, as aceleradas inovações de recursos digitais, a partir de técnicas cada vez mais complexas de processamento de informações, têm, cada vez mais, definido as relações entre as pessoas. Nesse viés, o conjunto de benefícios está presente em variados domínios da sociedade que ela tem produzido, como: na produção de alimentos; na comunicação; nas relações de trabalho; nos tratamentos de saúde; nos processos pedagógicos, entre outros (LIMA FILHO; QUELUZ, 2005; SILVA, 2013).

Tais benefícios engendram transformações culturais no âmbito educacional, sinalizando que a discussão em relação às contribuições para os processos pedagógicos é fundamental, sobretudo quanto à participação das tecnologias em outros domínios como na produção, circulação, distribuição e apropriação destas para a Educação (BARBOSA; SILVA;

MERKLE, 2018). A apropriação, de maneira crítica, das tecnologias digitais para os processos pedagógicos possibilita perceber as correlações existentes entre as decisões econômicas e políticas, que definem o tipo de implementações tecnológicas realizadas e aquelas que se realizarão nos espaços escolares e na estrutura social à qual está submetida a Educação.

Nesse sentido, faz-se relevante a discussão da dimensão tecnológica e sua função social na produção da existência do ser humano, compreendida em uma perspectiva crítica da relação da tecnologia e Educação. Assim, considerar as finalidades das ações humanas de acordo com o modelo social estabelecido, é fundamental para que o debate sobre o tema tecnologias e Educação Matemática possa ser realizado de maneira crítica diante da realidade tecnológica atual. As circunstâncias reais de uma sociedade são determinantes para a apropriação social e cognitiva das tecnologias, visto que estas não são apenas consumidas pelas pessoas que as utilizam, mas, também, as reconfiguram de acordo com o contexto em que estão inseridas (PEIXOTO, 2015).

Com base no que apontamos, entendemos que a pesquisa que realizamos dialoga com uma realidade, a qual determinações econômicas e políticas condicionam mudanças na dimensão tecnológica da Educação e pautadas por influências de países que estão na vanguarda das inovações tecnológicas e que são centros da produção de tecnologias (BLIKSTEIN, 2021). Na perspectiva que consideramos, o poder de decisão, para definir qual tipo de tecnologia é melhor para as necessidades da educação brasileira, fica restrito ao que é produzido por esses países, fato esse que diminui ou até mesmo elimina a nossa soberania (VIEIRA PINTO, 2005). Tal compreensão é de influência determinante para que a temática aqui escolhida pudesse ser investigada dentro de uma perspectiva crítica, como forma de discutir as feições da realidade que constituem os condicionamentos do processo de dependência tecnológica.

A perspectiva crítica que nos orienta para um fazer científico se estabelece no método materialista histórico e dialético (MHD), o qual permite elaborar uma explicação para a realidade, não apenas para compreendê-la, mas para constituir os conhecimentos que colaborem com o movimento de transformação dessa realidade. O MHD, enquanto instrumento lógico de apropriação da realidade, postula uma percepção de mundo que nos orienta no processo de apreensão e explicação do movimento real e considera a prática social

empírica do conjunto de indivíduos da sociedade como dado imediato para revelar a materialidade histórica que compõe a totalidade de tal prática.

Segundo Kopin (1978), uma investigação apoiada na perspectiva do MHD, abordado de forma mais aprofundada na terceira seção desta tese, é caracterizada por uma prática científica que aponte os aspectos influentes que definem o objeto em estudo. Este é determinado diante dos seguintes questionamentos: quem realiza a pesquisa, quando, onde e para quê? Assim, é fundamental compreender que o pesquisador é parte desse processo de transformação, visto que é integrante do todo dessa realidade. Logo, é imperativo conhecer o caminho percorrido que condicionou nosso interesse no tema de estudo.

O tema que investigamos despertou interesse ainda da realização dos estudos do meu² mestrado, realizado no Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (Profmat), pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Nesse período, desenvolvi uma pesquisa que avaliou como estudantes do Ensino Médio da rede pública estadual de São Paulo podem aprender Matemática por meio do desenvolvimento de algoritmos e de programação de computadores. A investigação permitiu a aproximação com o tema e que logo convergiu para uma imersão nos pormenores que compõem as discussões sobre tecnologias e Educação Matemática, em especial as associadas à programação de computadores.

Com a finalização do mestrado entrelaçado ao meu ingresso como professor efetivo de Matemática no Instituto Federal de São Paulo, câmpus Bragança Paulista, atuando, principalmente, no curso de Licenciatura em Matemática, desenvolvi alguns projetos envolvendo a temática, os quais serviram de inspiração para realização de um doutorado sobre o tema em questão. Soma-se à essa inspiração, o fato de não ter sido possível, no curso de mestrado, produzir um tratamento teórico que permitisse discutir de forma mais profunda o tema, devido à estrutura de formação que o programa Profmat estabelece, mais especificamente na instituição onde cursei o mestrado. Com isso, senti a necessidade de refleti-lo a partir de uma perspectiva teórica que pudesse dar substância às inquietações geradas nesse processo, tais quais, de maneira geral, envolvem a discussão aprofundada dos

2 A primeira pessoa do singular foi usada para se referir às circunstâncias objetivas específicas da trajetória do autor desta tese. Depois dessas descrições retomamos com os pronomes na primeira pessoa do plural, considerando que a constituição do texto desta tese é resultado de um trabalho coletivo de pesquisa (FIORENTINI, 2012).

aspectos epistemológicos associados a cibernética, caracterizados pela prática de programação de computadores quando se articula com situações de ensino e aprendizagem em Matemática.

A trajetória que me trouxe até esta tese foi movida pela busca por uma perspectiva teórica que conseguisse abarcar as inquietações produzidas no íterim pós-mestrado e início de doutorado. Diante desses entrecruzamentos e já no início do doutorado, algumas aproximações e reflexões teóricas já se faziam presentes, em especial as ideias estruturantes do construto teórico seres-humanos-com-mídias (S-H-C-M) (BORBA, 1999, 2001; BORBA; VILLARREAL, 2005).

Tal construto despertou interesse, por discutir as relações entre os indivíduos e os objetos tecnológicos na produção de conhecimento em Matemática. Além disso, na realização das disciplinas do curso de doutorado e nas reuniões com o Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM), o qual passei a integrar no início do doutorado, outras teorias também foram ressonantes, entre elas a Teoria da Atividade, principalmente na vertente da psicologia russa liderada pelo psicólogo A. N. Leontiev.

Essa teoria teve papel preponderante no deslocamento da concepção de tecnologia que orientava o projeto inicial desta tese, visto que na Teoria da Atividade a dimensão social é estruturante. Os fundamentos da Teoria da Atividade, para abordar a relação que se estabelece entre o sujeito e os objetos materiais e imateriais, que o cercam na produção da sua subjetividade, revelou uma concepção distinta e crítica sobre as tecnologias que ainda não havíamos considerado, a qual se condiciona diante de preceitos marxista. No entanto, foi a partir do encontro com a obra “O Conceito de Tecnologia” do filósofo brasileiro Álvaro Borges Vieira Pinto que o caminho teórico, para abordar nosso tema de estudo, constituiu-se. O encontro com as ideias contidas na obra permitiu contemplar o tema tecnologias e Educação numa perspectiva com base na filosofia marxista e pavimentou o caminho que possibilitou compreender que as circunstâncias objetivas configuram o ser humano tanto quanto esse também as configura (MARX, ENGELS, 2019).

Assim, os fundamentos teóricos que definimos na investigação do objeto desta pesquisa se estabeleceram a partir das ideias do construto teórico S-H-C-M juntamente às considerações do filósofo Vieira Pinto (2005) na conceituação da tecnologia. Por esse caminho, foi possível compreendê-la criticamente diante da relação com a Educação e fortaleceu nosso interesse pelas discussões que tratam da temática tecnologia e Educação

Matemática. Isso se desdobrou no nosso objetivo de investigação, sintetizado pela seguinte questão: *Como professores e licenciandos produzem conhecimento em Matemática articulado e configurado pela prática de programação de computadores?*

O objetivo do trabalho que realizamos, a partir da questão de pesquisa, esteve voltado à análise de aspectos epistemológicos dialéticos associados à cibernética, articulado e configurado pela prática de programação de computadores, que caracterizam a mobilização e a produção de conhecimento em Matemática. Para isso, a investigação que realizamos parte de uma compreensão que considera que a prática de programação de computadores tem ganhado mais destaque no cenário educacional a partir dos avanços em conhecimentos derivados da evolução tecnológica. Nessa percepção, compreendemos que a teoria do conhecimento se constitui a partir da sua prática, considerando que essa envolve “a criação de máquinas cibernéticas e o trabalho de processamento de dados nelas realizado” (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 20).

Entendemos essa prática como um processo realizado por indivíduos e que se estabelece na criação de rotinas específicas para executar algum tipo de ação, tarefa ou resolver um determinado problema configurada por uma linguagem de programação, como instrução, para que possa ser processada por um computador ou outra máquina de processamento de informação (MALTEMPI; VALENTE, 2000; FORSSSTROM; KAUFMANN, 2018).

Para responder à pergunta desta investigação e, assim, alcançar nosso objetivo, traçamos a metodologia de pesquisa pautada, como já destacamos, nos fundamentos do MHD, que nos orientou no processo de apreensão e revelação das determinações do nosso objeto de estudo. Para isso, a produção dos dados se deu por meio da execução de um projeto de extensão que envolveu, enquanto sujeitos, professores de Matemática da Educação Básica e licenciandos em Matemática.

As ações do projeto envolveram a criação de um espaço em que os participantes tiveram oportunidade de produzirem práticas de programação de computadores articuladas com processos de produção de conhecimentos em Matemática. Tal articulação foi condicionada pelo software de programação Scratch³, a partir de atividades que eram propostas para os participantes envolvidos na pesquisa.

3 Scratch é um software aberto, em parte livre, que oferece uma plataforma para execução tanto offline quanto online de programação em blocos. O software foi criado pelo Lifelong Kindergarten no Media Lab do Massachusetts Institute of Technology (MIT). <https://scratch.mit.edu/>

Diante da conjuntura que apontamos, a qual condicionou nosso interesse pelo tema e o caminho que descrevemos para desenvolver esta investigação, o texto desta tese foi organizado a fim de exprimir o trabalho realizado. As considerações alcançadas, a partir do exercício reflexivo de análise e das compreensões teóricas produzidas, buscam reverberar os dados empíricos produzidos durante as ações formativas do projeto de extensão.

Cabe ressaltar, baseado nas compreensões do MHD, que o método de exposição da investigação não representa o caminho trilhado durante a investigação, porém ambos compõem uma unidade. Nesse sentido, a exposição do nosso objeto de estudo foi realizada de forma gradual respeitando as particularidades inerentes a ele (CEDRO; NASCIMENTO, 2017), o que resultou na divisão do texto desta tese em sete seções.

Nesta primeira seção, elaboramos a introdução da tese de maneira a evidenciar as nuances que deram corpo às nossas intenções de investigação. Buscamos ressaltar os entrelaçamentos que condicionaram a definição da temática da pesquisa, os aspectos gerais relacionados ao tema tecnologias e Educação e nossas escolhas teóricas e metodológicas.

Para a segunda seção – Programação de computadores e Educação Matemática – organizamos uma revisão de literatura que dialoga com a metodologia Estado do Conhecimento, a qual nos direcionou na elaboração de um balanço de pesquisas que permitiu localizar a nossa dentro de um conjunto de trabalhos realizados sobre o tema “programação de computadores e Educação Matemática”. Nessa seção, analisamos alguns trabalhos de maneira a situar esta tese diante da diversidade de questões que o tema pode desencadear, além de apontar as características e lacunas que compreendemos dar sentido original para este trabalho.

Na terceira seção – Concepções teórico-metodológicas da pesquisa – desenvolvemos algumas das noções do método materialista histórico e dialético (MHD), as quais foram necessárias para revelar o caminho que traçamos na realização desta pesquisa. Nessa seção, tivemos a oportunidade de discutir as concepções de mundo, de ser humano e de conhecimento que permearam a totalidade da nossa investigação.

Na quarta seção, encontra-se a discussão dos nossos aportes teóricos – Quadro Teórico: uma visão de tecnologia – constituída de uma apropriação filosófica da conceituação de tecnologia a partir das ideias de Vieira Pinto (2005), a qual abrangeu uma perspectiva crítica, desde um ponto de vista que a considera como um existencial do ser humano. Ademais, orientamo-nos nas disposições que o filósofo desenvolve na direção de uma

compreensão dialética de cibernética. Isso nos permitiu aprofundar nossa análise a respeito de aspectos epistemológicos dialéticos – caracterizados por situações da prática de programação de computadores – que possibilitam a produção de conhecimento em Matemática. Soma-se a isso as ideias estruturantes do construto teórico Seres-Humanos-Com-Mídia (BORBA; VILLARREAL, 2005), o qual possibilitou identificar as relações que compõem os processos de produção de conhecimento diante da unidade epistemológica formada por seres humanos e tecnologias digitais.

Na quinta seção, traçamos nossa abordagem metodológica – Metodologia de Pesquisa –, em que expomos nosso movimento de execução da investigação, cuja essência se encontra no modo de produção da existência do ser humano, a qual representa uma determinada concepção de realidade, pautada nos fundamentos do método materialista histórico e dialético. Essa seção segue ainda com a descrição do cenário de pesquisa, dos participantes da nossa investigação, bem como os instrumentos de produção de dados que foram considerados. Além disso, apresentamos nossas estratégias de análise, as quais se pautaram pelas ideias do processo hermenêutico-dialético (MINAYO, 2014).

Na sexta seção, desenvolvemos a análise dos dados – Análise e discussão dos dados – de acordo com a metodologia hermenêutica-dialética, ressaltando os aspectos que permitiram a discussão da nossa questão de pesquisa de maneira articulada com os referenciais teóricos que definimos. Essa conjuntura nos conduziu para um movimento de reflexão sobre e apreensão do nosso objeto de estudo. Esse movimento foi distribuído em três momentos, os quais se desdobraram em cinco eventos, que entendemos como potenciais. Esses eventos, por sua vez, representaram situações, evidenciadas pelas falas e produções dos participantes do projeto de extensão, que revelaram elementos que contribuíram para alcançar a resposta da questão de investigação que propomos.

Para a última seção – Considerações finais – registramos nossas considerações com a retomada da trajetória que permitiu a constituição deste trabalho. Além disso, apontamos os elementos significativos que, a partir do nosso entendimento, representaram dimensões explicativas dos aspectos epistemológicos que foram revelados. Isso permitiu identificar potencialidades que podem contribuir para pensar em processos de produção de conhecimento em Matemática mediados por situações que envolvem práticas de programação de computadores.

Por fim, a partir desta introdução, reiteramos que esta pesquisa possibilitou o aprofundamento do debate sobre o tema tecnologias e Educação, a partir da realização de uma apropriação filosófica do conceito de tecnologia e da sua função social nas relações entre os seres humanos. Dessa ação, foi possível apontar dimensões específicas da dinâmica dialética do pensamento condicionada por um circuito epistemológico. Essa abordagem se estabeleceu da relação com conceitos da cibernética, na perspectiva dialética, e da reorganização do pensamento ao analisar as práticas de programação de computadores como possibilidades de produção de conhecimentos em Matemática. Assim, na próxima seção seguimos com o levantamento de literatura que realizamos e os apontamentos que permitiram situar nossa pesquisa no quadro de produções sobre o tema.

2 PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Diante de uma crescente produção de pesquisas envolvendo o tema tecnologias, recorrente nos debates sobre Educação Matemática, podemos observar como resultado uma diversidade de investigações relacionadas com a temática: processos de ensinar e aprender Matemática a partir de situações que envolvem práticas de programação de computadores. Além disso, é fundamental compreender a Educação como um processo de transformação de consciência, em que a teoria da recepção do sabido é a raiz na pedagogia e que, sob o olhar da cibernética, oferece condições, ao processo educacional, de avaliar seu resultado a partir da “transformação que a educação imprime a consciência do aluno” (VIEIRA PINTO, 2003, p. 22).

Para avançarmos no movimento que executamos para alcançar as pesquisas que permitiram localizar a nossa no escopo de produções sobre o tema, cabe deixar indicado, o que estamos considerando enquanto programação de computadores. Entendemos que a programação consiste em uma atividade vinculada, de forma mais direta, à área da Computação e que se constitui por um processo realizado por indivíduos na criação de rotinas – algoritmos – específicas para executar algum tipo de ação, tarefa ou resolver um determinado problema e, por conseguinte, ser implementada, a partir de uma linguagem de programação, como conjunto de instruções que possam ser processada por um computador (MALTEMPI; VALENTE, 2000; FORSSSTROM; KAUFMANN, 2018). Os códigos escritos em uma linguagem de programação são chamados de programas.

Do ponto de vista filosófico, também consideramos o que Vieira Pinto (2005b, p. 314) aponta a respeito do significado de programação, desde uma compreensão a partir da condição humana de produzir sua existência. Segundo o filósofo,

[...] o homem por definição, é o animal que se programa a si mesmo [...] que o correto procedimento metodológico será aquele que empreende o exame da noção de programa em maquinaria, à luz da prévia compreensão, mais ampla, dos programas executados pelos seres que o possuem por natureza. Em sentido lato, programa significa toda indicação de atos, racionalmente concatenados, a executar para se chegar à solução de uma tarefa.⁴

4 Para as citações diretas serão preservadas a expressão “homem”, de acordo com os textos originais. No entanto, preferimos a expressão “ser humano”, como forma de desconstrução da ideologia heteronormativa, a qual tem dominado as relações sociais historicamente.

Desde esse ponto de vista, entendemos que ainda existem oportunidades investigativas sobre o tema, sobretudo para o aprofundamento em questões associadas, principalmente, à produção de conhecimento em Matemática mediada pela prática de programação. Com a intenção de contribuir com esse movimento, para identificar essas questões e analisar, dentro de um recorte limitado, o que foi produzido na temática apontada, realizamos, nesta seção, uma revisão de literatura que consideramos dialogar com o método denominado Estado do Conhecimento (ROMANOWSKI; ENS, 2006; VOSGERAU E ROMANOWSKI, 2014).

O método nos orientou na realização de um balanço de pesquisas sobre o tema, de modo que possibilitou reunir alguns estudos para obter uma visão geral sobre os conhecimentos já constituídos das articulações da prática de programação de computadores com a produção de conhecimento em Matemática. Isso, de acordo com o método, permite nos aproximarmos dos conhecimentos já produzidos e avançar em aspectos que ainda podem ser explorados. Porém, não foi nossa intenção abranger a totalidade dos trabalhos relacionados à nossa investigação, pois, de acordo com o método, o objetivo foi mapear e discutir algumas produções acadêmicas para identificar suas contribuições, avanços e lacunas (MÜLLER, 2015).

A partir dessa compreensão, elaboramos uma revisão para alcançar um panorama de pesquisas que permitiu reconhecer a pertinência e a originalidade da investigação que desenvolvemos. Nesse sentido, Alves-Mazzotti (2002) nos indica que a revisão de literatura tem como propósito contextualizar o objeto da pesquisa em questão e analisar as variações teóricas e metodológicas que tal objeto foi abordado. A partir dos trabalhos levantados foi possível situar nosso estudo dentro de um conjunto de pesquisas da comunidade científica que caracteriza nosso campo de investigação, de maneira a indicar questões e lacunas que não foram aprofundadas dentro das pesquisas analisadas (ROMANOWSKI; ENS, 2006; BORBA; ARAÚJO, 2019).

O objetivo foi apontar um panorama de pesquisas que trabalharam com práticas de programação de computadores articulados com processos de aprender e ensinar Matemática, em especial aqueles que se concentram em questões relacionadas à produção de conhecimento em Matemática. Limitamos nossa revisão focando em trabalhos que discutem o tema vinculado à Educação Básica, mais especificamente, nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio. Para tanto, a revisão de literatura que realizamos se concentrou no conjunto de pesquisas de mestrado e doutorado disponíveis nas bases de dados da Biblioteca Digital de

Teses e Dissertações (BDTD) do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (ibict) e no do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES.

Ademais, utilizamos o portal de periódicos da Capes para buscar artigos nacionais que se propuseram a investigar situações relacionadas com o tema da nossa pesquisa. Optamos por artigos nacionais, porque o que nos interessa nesse debate é a realidade brasileira a respeito da discussão do tema. Também, foram acrescentados à nossa revisão, trabalhos de autores que possuem reconhecimento no debate sobre o tema que não precisamente foram localizados nas buscas realizadas, mas que são referências que foram apropriadas durante nossa trajetória de estudo sobre o tema.

Os termos utilizados nas bases que escolhemos para buscar os trabalhos foram compostos pelas seguintes palavras ou expressões: “programação computacional”, “programação de computadores”, “matemática” e “educação matemática”. Para a realização da busca nas bases de dados indicadas, adotamos como estratégia iniciar com o termo “programação de computadores” ou “programação computacional” e depois utilizar como filtro o termo “matemática”. De maneira idêntica ao procedimento realizado com o termo “matemática”, também, procedemos com o termo “educação matemática”.

Cabe ressaltar, de acordo com uma revisão com característica do método Estado do Conhecimento, não objetivamos estabelecer um processo rigoroso e estruturado para que possa ser reproduzido por outros, visto que há uma diversidade de pesquisas relacionadas ao tema. Seria ingenuidade nossa a possibilidade de abarcar todo o cenário de produção. Nesse sentido, a finalidade consistiu em aproximar nosso objeto de estudo a um conjunto de trabalhos relacionados ao nosso tema, por meio de uma revisão restrita (VOSGERAU; ROMANOWSKI, 2014).

Para chegar aos trabalhos selecionados, foi realizado um primeiro refinamento por meio da análise do título de cada trabalho, procurando identificar os termos que elegemos para as buscas ou outros que pudessem estar associados a eles, por exemplo, o termo “codificação”. Num segundo refinamento, foi feita a leitura dos resumos de cada trabalho selecionado, a partir do primeiro refinamento, com foco no objetivo do trabalho e nos sujeitos da pesquisa. Nesse refinamento, procuramos identificar se a investigação tinha como foco a produção de conhecimento em Matemática, em seguida analisamos os elementos estruturantes, como base teórica e metodológica da pesquisa.

A partir das especificidades apontadas para nosso levantamento, elegemos alguns trabalhos que, de certa forma, contemplam nossas intenções nesta revisão diante dos requisitos indicados. Com os trabalhos selecionados, a etapa seguinte foi analisá-los, procurando elencar os aspectos convergentes com os objetivos da nossa tese, e tecer considerações que indiquem contribuições da nossa pesquisa para o tema. Diante disso, a seguir apontamos os aspectos que compreendemos serem relevantes nos trabalhos encontrados.

A teoria de aprendizagem denominada Construcionismo foi encontrada na maioria dos trabalhos. Esse aporte teórico aparece frequentemente na fundamentação das análises das situações que envolvem programação de computadores e produção de conhecimento em Matemática. Essa teoria foi elaborada pelo educador matemático Seymour Papert (VALENTE, 1999).

O educador mencionado foi um dos pioneiros e entusiasta da ideia de utilização do computador na Educação, o que o levou a desenvolver pesquisas e incentivar ações voltadas para a implementação dessa ideia. Para Papert (1985), a prática de programação, com o advento do computador, dá oportunidade ao estudante de construir conhecimentos por meio da criação de um determinado objeto que lhe interessa.

A criança, na perspectiva do Construcionismo, é um descobridor de novidades e vista como um construtor, enquanto o computador é o ambiente de criação dos seus objetos (ACKERMANN, 2001). A partir da programação, de acordo com Papert (1985), a criança pode descobrir novidades com o computador, por meio de uma linguagem específica que estabelece uma relação de comunicação entre ambos, para que seja possível criar os objetos que deseja nesse espaço, o que caracteriza a produção de um micromundo seu. A teoria da aprendizagem construcionista está direcionada para uma forma de construção de conhecimento focada em situações específicas, nas quais os estudantes possam estar engajados.

A comunicação com o computador tornou-se uma das metáforas que direcionou Papert para uma perspectiva educacional diferente das que vinham sendo adotadas à época – relativa às primeiras publicações do autor – e que consiste na essência do Construcionismo. Essa metáfora levou um grupo liderado por Papert a criar ambientes de comunicação com o computador para que a criança pudesse se comunicar de maneira mais natural possível e interagir com ele por meio de instruções para construir o objeto que desejasse. O ambiente

LOGO⁵ foi o que mais se notabilizou e, desde então, as ideias de Papert começaram a ganhar espaço no cenário educacional e serem difundidas a partir dos anos 1970 e 1980.

A perspectiva de Papert para uma abordagem educacional, sintetizada no Construcionismo, foi identificada nas pesquisas de Dalla Vecchia (2013), Marinho (2014), Rocha (2015), Pazinato (2015), Prado e Lobo da Costa (2016), Almeida (2017), Ventorini e Fioreze (2018), Lessa (2018) Machado et al (2019) e Riboldi e Richert (2020). Os trabalhos elencados tiveram como problemática analisar os aspectos do processo de ensinar e aprender envolvendo a ideia de construção de objetos por meio de programação de computadores, considerando o interesse do estudante pelo objeto a ser construído. Com a finalidade de evidenciar alguns dos elementos relativos às ideias de Papert (1985), que fundamentam as pesquisas levantadas, tomamos para discussão algumas das pesquisas citadas, considerando as que possuem proximidades com o nosso objeto de estudo.

A pesquisa de Dalla Vecchia (2013), por exemplo, associa a abordagem de ensino da Modelagem Matemática, considerada pelo autor como um processo pedagógico dinâmico de construção de conhecimento, com as compreensões filosóficas – pautadas na fenomenologia – do mundo cibernético como abrangência da realidade. Cabe destacar que, as compreensões sobre cibernética adotadas na pesquisa de Dalla Vecchia (2013) estão associadas ao processo de criação dos recursos digitais, em especial, os de comunicação. No nosso caso, entendemos a cibernética na sua totalidade, em uma perspectiva dialética, em que o ser humano é um ser cibernético por natureza e os artefatos são seres cibernéticos por construção (VIEIRA PINTO, 2005b).

A associação do autor considera ideias que remetem ao processo educacional, quais sejam: Construcionismo, objetivo pedagógico, modelo, problema e realidade. Tais ideias compuseram o campo teórico-filosófico do autor para propor atividades envolvendo criação e construção de jogos eletrônicos de maneira a produzir situações que oportunizaram um processo de modelagem realizado pelos sujeitos de sua pesquisa. A investigação de Dalla Vecchia (2013) focou no processo de Modelagem Matemática quando esse se constitui em ambientes cibernéticos, de modo que a produção de conhecimento em Matemática não é explorada pelo autor.

⁵ LOGO pode ser compreendido como um ambiente computacional de programação, linguagem Logo, e também faz referência à uma filosofia educacional, comumente expressada como Filosofia Logo ou Construcionismo, descrito em termos gerais pelo seu criador, Seymour Papert, no livro *Mindstorms*, publicado nos EUA em 1980 (PAPERT, 1985).

Por sua vez, Marinho (2014) se concentrou em identificar quais saberes docentes são importantes para a construção de uma proposta pedagógica de ensino e aprendizagem em Ciências e Matemática articulada ao desenvolvimento de jogos digitais e quais saberes são mobilizados pelos professores no processo de planejamento dessa proposta. Alguns dos aspectos, destacados pelo autor, relativos a esses saberes associados aos processos realizados durante o desenvolvimento desses jogos, foram: a possibilidade oferecida por meio dos jogos de um contexto para a promoção de conteúdos escolares; o de favorecer a cooperação entre professores e alunos e alunos entre si; o de motivar e engajar os alunos; o de contribuir para a realização de atividades integradoras e interdisciplinares de modo autêntico; e de promover a diversidade de ideias em sala de aula. Para identificar os aspectos destacados, Marinho (2014) utilizou as ideias de conhecimento pedagógico e tecnológico do conteúdo, da origem social do saber docente, do Construcionismo e da caracterização de jogos.

Os trabalhos de Rocha (2015) e Prado e Lobo da Costa (2016) se relacionam pelo fato de o primeiro ser resultado de uma tese de doutorado orientada por uma das autoras do segundo trabalho e esse problematizar um episódio recortado dos dados da pesquisa do primeiro. As pesquisas se propuseram, de maneira próxima ao realizado por Marinho (2014), a investigar como se dá o processo de integração entre o conhecimento matemático, o pedagógico e o tecnológico digital do professor quando ele desenvolve atividades de programação de computadores. O objetivo foi discutir e compreender quais conhecimentos são mobilizados e articulados pelos professores, como forma de desencadear um processo de (re)construção da sua prática, impulsionado pela apropriação de conhecimentos tecnológicos desenvolvidos a partir de atividades de programação de computadores. Os dados envolveram situações de formação com professores de Matemática que atuam na Educação Básica da rede pública de ensino do estado de São Paulo, cuja intenção foi proporcionar um espaço voltado para a apropriação de conhecimentos de programação com a utilização do software Scratch.

As pesquisas apontaram a complexidade do processo de aprendizagem dos professores e como esse pode acontecer, o que levou a considerar a construção de softwares educativos, a partir da programação de computadores, como uma forma de promover momentos em que o professor tenta prever ou antecipar as reações dos alunos durante a utilização desses softwares, possibilitando reflexões sobre a sua própria prática. Para além disso, as pesquisas sugerem que para desenvolver um software educativo, na perspectiva construcionista, o professor precisa se apropriar de conhecimentos de uma linguagem e de um ambiente de

programação (conhecimento tecnológico), de conhecimentos do conteúdo a ser trabalhado através do software (conhecimento da matemática) e de conhecimentos da forma como esse conteúdo será trabalhado com os alunos (conhecimento pedagógico).

As investigações de Ventorini e Fiorese (2018) e Lessa (2018) se engajaram em analisar problemáticas semelhantes, as quais se referem à construção do conceito de função, quando esta é mediada por situações articuladas à programação de computadores. O trabalho de Ventorini e Fiorese (2018) envolve uma síntese da dissertação de mestrado da primeira autora e consiste em discutir o conceito de função de maneira mais geral, procurando identificar, a partir da Teoria dos Campos Conceituais (VERGNAUD, 1993), como são construídas as relações funcionais mediadas pela utilização do software de programação Scratch. Já Lessa (2018) priorizou na sua investigação a manifestação de processos de representação e de compreensão de invariantes operatórios do conceito de função afim, também sob a perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais.

Como bem mencionamos, algumas das pesquisas que foram destacadas tiveram como referência e justificativa, para ações voltadas aos processos de ensinar e aprender Matemática a partir de práticas de programação de computadores, as ideias segundo o Construcionismo de Papert. No Brasil, a partir dos anos 1990, já haviam pesquisas voltadas a discutir tais ideias. Podemos citar o livro organizado por José Armando Valente intitulado “Computadores e Conhecimento: repensando a educação”, com primeira edição publicada em 1993. Essa obra abrange resultados de investigações realizadas por pesquisadores, em colaboração com escolas públicas, do Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), o qual é liderado pelo organizador do livro. Nesse livro consta uma coletânea de artigos que tiveram como intenção discutir como o computador pode auxiliar nos processos de aprendizagem, enfatizando, principalmente, atividades de programação de computadores como perspectiva de transformação das práticas pedagógicas. Os fundamentos que se fizeram presente nas pesquisas que compõem a coletânea estão relacionados com a filosofia LOGO de ensino e aprendizagem, identificada, também, como teoria da aprendizagem Construcionista de Papert (VALENTE, 1998).

Outro trabalho que aborda a perspectiva da programação de computadores, com base no Construcionismo, trata-se de Maltempi e Valente (2000). Os autores discutem aspectos da prática de programação de computadores para discutir as razões que justificam as potencialidades oferecidas por meio de tal prática para a construção de conhecimento. A

realização de atividades de programação de computadores, segundo os autores, permite inserir uma nova dimensão no processo de aprendizagem.

A nova dimensão mencionada ocorre quando o estudante resolve situações problemas a partir da construção de programas – rotinas lógicas ou algoritmos elaborados e processados por uma linguagem de programação. A possibilidade da automatização do processo por meio do computador, para que o resultado retorne de forma mais imediata, aspecto identificado como feedback, permite avaliar as ideias e conhecimentos mobilizados pelo estudante na resolução de uma determinada situação problema.

O processo mencionado constitui o que o autor denomina pela metáfora “ciclo de aprendizagem” (VALENTE, 1999), que identifica as etapas descrição-execução-reflexão-depuração para definir uma dinâmica que configura situações de aprendizagem, a partir da prática de programação de computadores como ação na construção do conhecimento. A descrição envolve as primeiras ideias do estudante na construção do programa para resolver uma determinada situação problema ou realizar uma tarefa. A execução é o processo de automatização do programa pelo computador que retorna um resultado referente ao que foi programado. A reflexão compreende a análise do resultado retornado pelo computador, do processamento realizado, quando comparado às expectativas do elaborador do programa. A depuração ocorre a partir de um resultado, que pode ser o esperado, ratificando as ideias de quem elaborou o programa, ou ser diferente, desencadeando uma apuração para levantar os possíveis erros na elaboração de ideias e conhecimentos na construção do programa.

Outros trabalhos, como os de Marcelino (2014), Souza (2016), Rocha (2017), Carvalho e Klüber (2020) e Fassarella (2020) também abordam a programação de computadores como meio de trabalhar a construção de conceitos matemáticos. No entanto, essas investigações não são conduzidas segundo as ideias da teoria construcionista de Papert. Para essas pesquisas, a prática de programação é avaliada como forma de apropriação de conceitos matemáticos inerentes a essa mesma prática.

Marcelino (2014), em sua dissertação, buscou compreender como os professores em situações envolvendo atividades sobre problemas matemáticos desenvolvem fluência para o uso da interface do SuperLogo⁶ e reorganizam seus conhecimentos de questões matemáticas a partir do emprego de tal artefato computacional. Os dados da pesquisa foram produzidos com a realização de quatro oficinas, as quais envolveram conteúdos relacionados à construção de

6 SuperLogo versão atualizada do LOGO no Brasil.

polígonos regulares e relações métricas e trigonométricas no triângulo retângulo com o uso do software SuperLogo. De acordo com o autor, pautado na Teoria das Situações Didáticas (ALMOULOU, 2007), Teoria do Ciclo (uso de tecnologias para ensinar e aprender Matemática) (OLIVEIRA, 2014), Construcionismo (PAPERT, 1986) e o construto teórico seres-humanos-com-mídias (BORBA; VILLARREAL, 2005), os professores puderam ampliar as conexões entre o conhecimento matemático de que dispunham e o desenvolvimento da fluência em relação à interface do software. No trabalho analisado, tal desenvolvimento está relacionado à capacidade de utilização com desenvoltura das ferramentas que configuram tal interface que permitiu com que os professores passassem a expressar pensamentos que indicavam a conexão de seus conhecimentos com o software.

Carvalho e Klüber (2021), a partir da pesquisa de mestrado do primeiro autor, discutiram a articulação entre a abordagem Modelagem Matemática e práticas de programação de computadores, próximo ao que Dalla Vecchia (2013) desenvolveu. Os autores também investigaram situações envolvendo tarefas de Modelagem Matemática desenvolvidas em ambientes de programação e observaram como a prática de programação de computadores pode reorganizar tarefas de Modelagem Matemática. A pesquisa em comento, condicionada por uma abordagem fenomenológica, ressalta que há um processo recíproco de alimentação entre a Modelagem Matemática e a programação de computadores, o qual permite criar um ambiente que favorece ações dialógicas, reflexivas e colaborativas. As referidas ações refletem os resultados evidenciados pelo trabalho, constituídas a partir de momentos de diálogos e debates entre alunos e alunos e professores e alunos, mobilizados diante da articulação entre a Modelagem Matemática e programação de computadores.

No caso de Souza (2015), a pesquisa se orientou pela perspectiva da Aprendizagem Situada de Lave e Wenger (1991) para discutir a aprendizagem em Matemática a partir da observação de uma comunidade de prática de programadores, ao realizar oficinas de programação. A pesquisa avaliou o desempenho em Matemática dos estudantes envolvidos diante da articulação de programação de computadores com resolução de problemas a partir das oficinas realizadas. Os resultados do trabalho apontaram para um processo de ensino e aprendizagem que favorece situações mais cooperativas e interativas, em que o tratamento do erro se coloca como natural no processo de aprendizagem.

Já, Rocha (2017) investigou a construção do conceito de ângulo por meio de atividades de programação de computadores fundamentada na Teoria dos Campos

Conceituais de Vergnaud e nas ideias de Fagundes (1986) sobre a psicogênese das condutas cognitivas das crianças na interação com o “mundo computador”. No trabalho de pesquisa realizado, os resultados identificam a existência de fases e subfases, evidenciadas a partir de esquemas elaborados pelos estudantes, na construção do conceito de ângulo por meio das atividades de programação, que para os autores caracterizam um processo de evolução na compreensão do conceito.

A pesquisa de Elias (2019) se preocupou com os conhecimentos associados a práticas de programação de computadores, como algoritmos e lógica, em atividades que envolveram conteúdos de Matemática previstos no currículo do estado de São Paulo para o Ensino Médio. Pautada nas considerações dos trabalhos de autores que discutem a articulação entre Informática e Educação, como Papert (1986; 208), Levy (1993; 1999), Prensky (2012), Valente (1999) e Kensky (2007), a autora destacou que a articulação do ensino de Matemática com a programação oportuniza produção de conhecimento por parte dos estudantes, pois colabora para garantir mais autonomia e dedicação, refletindo em maior participação em atividades propostas para o ensino de conteúdos de Matemática. Desse modo, a autora considera que as tecnologias computacionais – que se associam ao computador – contribuem no auxílio de situações para o desenvolvimento de processos de ensino e aprendizagem.

Com relação ao trabalho realizado por Fassarella (2020), esse discute como a programação de computadores pode trazer equilíbrio no desenvolvimento de situações de aprendizagem que envolvem aspectos conceituais e procedimentais da Matemática. Para o autor, processos de ensino de Matemática, geralmente, dão mais ênfase em aspectos procedimentais, acarretando um desequilíbrio no desenvolvimento de situações de ensino que visam contemplar tanto um aspecto quanto outro. Esse desequilíbrio prejudica a apropriação, pelos estudantes, do significado dos conceitos envolvidos nos conteúdos trabalhados, uma vez que, há um predomínio de atividades que trabalham aspectos procedimentais.

Fassarella (2020) constrói sua argumentação apoiado na Teoria dos Registros de Representação Semiótica (DUVAL, 2012), cujo objetivo foi mostrar como a programação de computadores pode contribuir, enquanto meio, para trabalhar ou melhorar o entendimento de um determinado conceito em Matemática. Segundo o autor, os programas construídos em situações de ensino de matemática pelos estudantes atuam como registros de representação semiótica e diminuem a necessidade de estudantes realizarem procedimentos operatórios na

resolução de problemas, de modo que possam se concentrar em compreender os conceitos envolvidos na situação de ensino.

As pesquisas que apresentamos nesta seção apontam para a diversidade de situações de investigação que podem estar associadas à temática processos de ensinar e aprender Matemática articulados com programação de computadores. Por outro lado, com base nas pesquisas que analisamos, tornou-se possível perceber que as análises das ideias relacionadas ao tema são realizadas quase sempre pelos mesmos campos teóricos, os quais se concentram em: Construcionismo, Teoria dos Campos Conceituais e Aprendizagem Significativa.

Esse contexto revela uma lacuna para nossa investigação, pois realizamos uma abordagem teórica distinta para o tema, a qual se consistiu por meio de uma análise baseada nas ideias filosóficas sobre tecnologia e cibernética de Vieira Pinto (2005). Focamos nas considerações sobre aspectos epistemológicos relacionados ao caráter dialético do pensamento, evidenciados da associação com a cibernética, a partir da prática de programação de computadores em situações de produção de conhecimento em Matemática. Ademais, ressaltamos as configurações que evidenciam situações de reorganização das atividades intelectuais de acordo com as ideias do construto teórico seres-humanos-com-mídias fundamentado nas considerações de Tikhomirov (1981).

As pesquisas que levantamos, em sua maioria, dão ênfase ao software que é utilizado para as atividades de programação de computadores, não fazendo uma discussão aprofundada dos aspectos ontológicos e epistemológicos da prática de programação de computadores. Já Valente (1998), Maltempi e Valente (2000) e Fassarella (2020) se concentram em questões que visam discutir tais aspectos como estratégias de produção de conhecimento em Matemática. Em seus estudos, como apontamos, são problematizados elementos epistemológicos da prática de programação e como esses se articulam com as situações matemáticas como forma de produção de conhecimento. No entanto, essas pesquisas se fundamentam em uma visão de tecnologia associada a uma apropriação pragmática da mesma, de maneira que não discutem a sua função social numa perspectiva histórica, ou seja, na sua dimensão ontológica. As investigações empreendidas pelos autores se concentram nos aspectos mais imediatos, funcionalidades, da prática de programação como forma de evidenciar as potencialidades técnicas da ação de programação que favorecem os processos de ensinar e aprender matemática.

Nas nossas discussões, tratamos os aspectos gerais da programação de computadores, a qual consideramos como uma prática do conhecimento. Apontamos aspectos epistemológicos mobilizados em situações que envolvem a produção e mobilização de conhecimentos em Matemática por meio da apropriação filosófica do conceito de tecnologia, correlacionada com uma compreensão dialética de cibernética. Analisamos as possibilidades de produção de conhecimento que tal prática permite, ao condicionar um processo psicológico de reorganização do pensamento. As análises que realizamos, a partir dos dados que produzimos, problematizam a prática de programação de computadores a partir das considerações de cibernética elaboradas por Vieira Pinto (2005). As elaborações do autor aborda a cibernética em uma perspectiva dialética, diferente da maioria das pesquisas que a consideram em uma perspectiva formal, a qual limita sua compreensão apenas aos artefatos tecnológicos, mais especificamente os softwares de programação.

Avaliamos aspectos que incluem processos psicológicos caracterizados no reconhecimento de situações que podem configurar a reorganização do pensamento, diante da articulação de práticas de programação de computadores com processos de ensinar e aprender Matemática. Nessa avaliação, pautamo-nos nas ideias de Tikhomirov (1981) e nas considerações estabelecidas pelo construto teórico seres-humanos-com-mídia (BORBA; VILLARREAL, 2005), as quais contribuíram para identificarmos as situações de produção de conhecimento em Matemática mediadas por tais práticas.

Entendemos que a revisão que realizamos permitiu mostrar a importância da discussão envolvendo a prática da programação de computadores articuladas com ações de ensino e aprendizagem de conhecimentos em Matemática. As pesquisas que levantamos e discutimos trazem elementos diversos para fomentar a reflexão sobre a temática, entre eles podemos apontar: a valorização da programação de computadores enquanto conhecimento para a produção de novas tecnologias digitais; o aspecto motivacional quando envolve as construções de objetos a partir da programação, especialmente jogos; a promoção de ambientes colaborativos de aprendizagem por meio de dinâmicas que favorecem ações coletivas e dialógicas; a autonomia criativa proporcionada aos estudantes quando estão realizando práticas de programação. Os elementos destacados são problematizados na maioria das pesquisas elencadas e são pontuados com muita frequência por elas para reafirmar as potencialidades oferecidas pelas práticas de programação de computadores.

Na nossa compreensão, os elementos que destacamos, a partir das pesquisas, revelam como um determinado discurso tecnológico, numa perspectiva contemporânea, tem permeado a forma que a tecnologia é tratada nas investigações. As discussões se concentram em apontar as tecnologias digitais como um meio sempre eficiente para produzir transformações nos processos de ensinar e aprender, de maneira que, implicitamente, tendemos a concluir que o fracasso na sua utilização é atribuído aos indivíduos, sejam professores ou alunos. De acordo com Silva (2013, p. 842), há uma mentalidade tecnológica com origem na modernidade, em que “tudo passa a ser julgado pela maneira como a tecnologia funciona”. Tal entendimento compõe o paradigma da racionalidade tecnológica como forma de explicar a realidade a partir de um pensamento técnico.

A correlação que as pesquisas levantadas indicam – entre os recursos tecnológicos utilizados e os processos de ensinar e aprender problematizados – tendem a evidenciar os objetos técnicos, tomando-os de um ponto de vista utilitário em primeiro lugar. Isso leva a uma supervalorização das tecnologias contemporâneas, em especial às de caráter digital, refletindo uma compreensão alienada de tecnologia, tal qual conduz a certa absolutização do momento presente.

A nossa investigação, no entanto, apresenta uma apropriação filosófica do conceito de tecnologia para discutir questões que envolvem a prática de programação de computadores articuladas com processos de ensinar e aprender Matemática. Para tanto, valemo-nos de considerações da teoria cibernética, em uma perspectiva dialética, para avaliar aspectos epistemológicos constituídos na prática de programação que podem contribuir com a produção de conhecimento em Matemática.

A posição que tomamos enfatiza a tecnologia numa perspectiva histórica e dialética, ou seja, como uma necessidade do ser humano de produzir sua existência, fato esse que permite a compreensão das tecnologias digitais como resultado de conhecimentos acumulados historicamente. As dimensões histórica e cultural da tecnologia são fundamentais para uma apropriação crítica dos objetos técnicos nos processos de ensinar e aprender Matemática.

Na próxima seção, tratamos da concepção teórica do nosso método de pesquisa, o qual estabelece os fundamentos para nossas compreensões acerca do conceito de tecnologia e das contribuições na discussão sobre a prática de programação de computadores articuladas às situações de produção de conhecimento em Matemática.

3 CONCEPÇÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS DA PESQUISA

Para a produção desta pesquisa, consideramos o percurso em que a postura do pesquisador deve estar diretamente envolvida com “[...] uma concepção de mundo, de homem e de conhecimento” (GONÇALVES, 2005, p. 86). Como forma de explicitar qual concepção de mundo permeou esta investigação, entendemos ser primordial expor as dimensões filosóficas do método que nos orientou neste percurso, as quais estão pautadas no método materialista histórico e dialético (MHD). O pesquisador da Educação, quando se propõe a realizar uma investigação orientado pelo MHD, não está apenas indicando um método de pesquisa, mas, também a sua postura ontológica, epistemológica e uma práxis (SANFELICE, 2005; GAMBOA, 2018).

Em pesquisas que lidam com seres humanos, o pesquisador não se reduz a um mero observador que pretende desvendar a realidade, esse age como ser político comprometido com a sociedade na intenção de transformá-la (RODRIGUEZ, 2014). Nesse sentido, é que encontramos no MHD fundamentos para nos conduzir no processo de apreensão do nosso objeto de estudo, o qual se revela a partir do seguinte objetivo de pesquisa: *Analisar aspectos epistemológicos dialéticos associados à cibernética em situações que envolvem a prática de programação de computadores articuladas à produção de conhecimento em Matemática.*

O MHD se identifica com esta pesquisa ao trazer nas suas dimensões estruturantes as circunstâncias materiais que envolvem o processo social de produção de conhecimento e de transformação da realidade, mostrando-nos que o pesquisador atua de forma dialética sendo produtor e produto, sujeito e objeto do fazer científico. Enquanto teoria e método, é de potencial heurístico, isso significa que seus elementos teóricos constituem ferramentas intelectuais que engendram um pensamento inventivo e descobridor, pois enfatiza que a problemática do conhecimento precisa ser avaliada a partir das dimensões ontológicas, epistemológicas e metodológicas (GAMBOA, 2018; GONÇALVES, 2005). Diante disso, compreendemos que é primordial apontar os aspectos teóricos que fundamentam o MHD, os quais nos orientaram no caminho do conhecimento produzido pela nossa investigação.

O método, constituído por Marx com contribuições de Engels, configurou-se a partir do interesse em entender a estrutura e a dinâmica da sociedade burguesa (NETTO, 2011; FRIGOTTO, 2004). Para tanto, Marx percebeu a necessidade de encontrar um caminho para a

reprodução ideal do movimento da realidade, considerando sua processualidade lógico-histórica, a qual permite apreender a constituição da sociedade burguesa na sua totalidade.

O MHD, como resultado de um processo de compreensão da dinâmica e da estrutura dessa sociedade, estabeleceu um processo lógico que orienta o investigador na superação da aparência do fenômeno da realidade estudada. Isso ocorre quando o investigador está consciente das múltiplas determinações do fenômeno estudado e busca saturá-lo o máximo possível por elas, para, com isso, aproximar-se da totalidade da realidade, a qual se expressa a partir da essência do fenômeno de investigação (NETTO, 2011; MARTINS, 2005). De acordo com Marx (2008), para que seja possível a superação do dado imediato ou da empiria do objeto torna-se fundamental entender a sociedade no seu movimento histórico, não como eventos anteriores estáticos, mas como processo de desenvolvimento e de acúmulo de artefatos e conhecimentos historicamente produzidos.

Para compreender o processo de produção de conhecimento na sua totalidade, ou seja, na sua dimensão epistemológica, é necessário, a partir do método que adotamos, considerar, a princípio, a dimensão ontológica que o orienta. A dimensão ontológica que fundamenta o MHD tem, na sua essência, a existência objetiva dos objetos e fenômenos da realidade e compreende o ser humano⁷ constituído por um processo histórico engendrado pela necessidade de produzir a sua própria existência (VIEIRA PINTO, 1969; MARTINS; LAVOURA, 2018).

O fundamento ontológico do MHD estrutura-se considerando o processo dialético evolutivo da matéria, que se manifesta, a princípio, de maneira inorgânica e que na sua condição orgânica permite a explicação da origem das espécies animais, fundamento este que justifica também as diferenças entre elas. A condição de existência imposta às espécies animais, diferentes do ser humano, constitui-se em uma relação de adaptação, isto é, a natureza é produtora da existência desses animais. Estes não possuem a capacidade de transformá-la, conscientemente, para satisfazer suas necessidades de sobrevivência, o que, no caso do ser humano, procede de maneira diferente (VIEIRA PINTO, 1969; 2005).

O ser humano, no seu processo evolutivo, milenar, dá um salto qualitativo na sua condição biológica, que modifica seu sistema nervoso central, dando-lhe a capacidade de

7 Estamos considerando o ser humano no mesmo sentido que Vieira Pinto (2005) atribui ao dizer “homem”, referindo-se à compreensão de sociedade, pois, segundo o filósofo, “Ao dizermos “homem” queremos objetivamente dizer o “homem social”, o homem vivendo em sociedade ou, simplesmente, a sociedade” (VIEIRA PINTO, 2005, P. 2:564, grifo do autor).

refletir a realidade em pensamento e isso permitiu que pudesse conhecer e apreender intencionalmente tal realidade subjetivamente (VIEIRA PINTO, 1969; 2005). Com esse salto biológico, o ser humano se torna produtor das condições necessárias para sua existência (ENGELS, 1976). A produção da sua existência, resulta da sua ação sobre a natureza, que a transforma, e dialeticamente também transforma a si.

Na produção da sua existência, o ser humano desenvolve instrumentos para a superação das contradições que se apresentam diante dele para satisfazer suas necessidades de subsistência. Os instrumentos objetivados são apropriados pelo coletivo social e vão compor a história de produção da existência do ser humano, ou seja, a sua cultura. Esta é composta de toda manifestação humana e transmitida da geração mais velha para a mais nova, por uma hereditariedade social (VIEIRA PINTO, 1969).

A objetivação⁸ e apropriação⁹ dos instrumentos pela constante produção cultural, possibilita que o ser humano também se desenvolva, sobretudo, a partir de transformações das circunstâncias objetivas, as quais são preponderantes na constituição do pensamento. A busca contínua por novas formas de existir faz o ser humano penetrar, cada vez mais, nas leis e matérias da natureza e, simultaneamente, constituir novas formas de relações sociais, que vão se complexificando à medida que o ser humano aumenta seu domínio sobre a realidade e a transforma para satisfazer suas necessidades.

A atividade de transformação da realidade, própria do ser humano, é o trabalho, que segundo Vieira Pinto (2005), consiste em um traço existencial, isto é, fundante do ser humano. Isso significa que se trata de uma atividade exclusivamente humana e que permite, pela sua capacidade reflexiva, transformar a natureza e, dialeticamente, transformar a si mesmo (RIGON, ASBABR, MORETTI, 2016).

Essa relação dialética exprime a dimensão ontológica do ser humano, pois é por meio do trabalho que ele se desenvolve de forma particular e coletiva. Nesse sentido, o método se constitui, fundamentalmente, considerando, de forma primordial, as dimensões da realidade objetiva, capturadas pelo ser humano mediante a realização do trabalho e que engendra o movimento de transformação das relações do ser humano com o mundo. A realização de trabalho pelo ser humano possibilita a ele aumentar cada vez mais o seu domínio sobre a

8 “O ser humano produz uma realidade objetiva que passa a ser portadora de características, pois adquire características socioculturais, acumulando a atividade de gerações de seres humanos.” (DUARTE, 2003, p. 24).

9 “O ser humano, pela sua atividade transformadora, apropria-se da natureza incorporando-a à sua prática social.”(DUARTE, 2003, p. 24).

natureza de forma objetiva e subjetiva, de tal sorte que possa transformá-la para satisfazer as necessidades biológicas, culturais e espirituais que condicionam a produção da sua existência (GONÇALVES, 2005). O trabalho é fundante da configuração da ontologia humana, ou seja, o dado primário, base das objetivações e, conseqüentemente, dos processos epistemológicos. O trabalho é a substância da dinâmica dialética da relação entre objetivação e apropriação, que engendra a historicidade da produção da existência humana (DUARTE, 1993).

Nesse sentido, torna-se necessário encontrar um caminho de pensamento que permita analisar, de forma mais próxima possível, esse processo dialético de existência. Isso exige um método de organização do pensamento que esteja orientado para a totalidade dessa dinâmica de produção da existência humana. Entendemos que esse caminho é o que se estabelece por meio da perspectiva filosófica marxista, o MHD.

Para pesquisas fundamentadas no MHD, mostra-se necessário tomar como pressuposto essencial a compreensão e explicação dos fenômenos e objetos da realidade investigada em suas contradições, com compromisso de desvelar como se manifestam verdadeiramente na prática (PEIXOTO, 2016; MARTINS; LAVOURA, 2018). Amparados por essa concepção, nossa pesquisa se propôs a analisar os aspectos epistemológicos dialéticos da cibernética caracterizadas por atividades mediadas por conhecimentos e recursos da prática de programação de computadores articuladas à produção de conhecimento em Matemática. O MHD, colocado de maneira geral nas linhas anteriores, para nós, oferece caminhos que permitem ao pensamento alcançar uma compreensão da realidade mais próxima possível da sua totalidade. Significa que a fundamentação e configuração do processo investigativo estruturam as ações para apreender e desvelar as feições que constituem o objeto de estudo.

Os fundamentos ontológicos, epistemológicos e metodológicos compõem um todo que possibilita apreender a realidade partindo do dado empírico na sua imediatez, na sua aparência e, desse modo constituí-lo de determinações, categorias de análises que expressam a existência do ser, para alcançar a essência do fenômeno investigado e retornar ao dado imediato como concreto pensado (MARX, 2008). Esse movimento de investigação considera que o ponto de saída do mesmo deve, também, ser o seu ponto de chegada, porém, constituído das múltiplas feições da realidade investigada.

O MHD se institui a partir de suas categorias constitutivas como totalidade, contradição, mediação e historicidade (COSTA; SOUZA; THEREZA JÚNIOR, 2020) que

permitem produzir um processo de análise das ações e reflexões realizadas por professores e licenciandos. Essas ações foram manifestadas durante o processo de produção dos dados. Tais categorias são assumidas como ontológicas, pois são elas que, no processo histórico, permitem compreender o processo de produção da existência do ser humano, sendo este engendrado por meio da objetivação e apropriação cultural que conduzem a sua humanização de forma plena (RIGON; ASBAHR; MORETTI, 2016).

A totalidade, enquanto categoria, possibilita expressar a compreensão da realidade como resultado da apreensão das determinações que compõem o todo e que se manifesta a partir da representação caótica do objeto real. A metáfora que ajuda a pensar, de forma objetiva, na totalidade é a que diz: vemos a árvore, mas não a floresta. Isso não se trata de compreender a totalidade apenas como soma das partes que a constitui. Para além disso, segundo Konder (2008, p. 36), a realidade é mais rica do que o conhecimento que temos dela e nos impõe um esforço de elaboração de sínteses, como visão de conjunto, que permitem “[...] ao homem descobrir a estrutura significativa da realidade com que se defronta, numa situação dada. E essa estrutura significativa – que a visão de conjunto proporciona – que é chamada de totalidade.”.

Por outro lado, se nos valermos da perspectiva que conhecer a realidade na sua totalidade trata-se de um processo, faz-se essencial identificar como essa totalidade é produzida, o que é possível considerando as categorias mediação e contradição, que, segundo Konder (2008), são o recheio que constitui a síntese. As contradições representam o movimento que determina a dinâmica da realidade, em que o objeto real é compreendido numa dimensão lógica de unidade de contrários, tal qual consiste numa conexão intrínseca que reflete a existência da realidade, em que o objeto só se confirma e se define pela sua negação.

A categoria mediação, nos coloca diante daquilo que transcende a realidade imediata ou realidade aparente, pois permite compreender o processo de articulação dos elementos da realidade e adentrar de maneira mais profunda naquilo que representa a essência do objeto. A dimensão mediata da realidade consiste no reconhecimento das determinações do processo de constituição da totalidade do objeto real, visto que a totalidade é mais que a soma das partes que a compõe (KONDER, 2008; PEIXOTO; 2016).

Diante das considerações indicadas, o método MHD se insere, neste contexto, como um percurso de pensamento que possibilita compreender a realidade para transformá-la. A

atitude de transformação da realidade é explicitada na Tese XI do Manifesto do Partido Comunista elaborado por Marx e Engels em 1847, na qual os autores manifestam que “Os filósofos se limitaram a interpretar o mundo de diferentes maneiras; o que importa é transformá-lo” (MARX; ENGELS, 2006). A dimensão de transformação se manifesta a partir da compreensão, explicação e modificação da realidade, em que as categorias metodológicas dialéticas permitem avaliar e analisar o objeto num movimento que vai da sua aparência à sua essência, da singularidade à universalidade, do abstrato ao concreto (GONÇALVES, 2005; MINAYO, 2014).

As considerações que realizamos sobre o MHD tiveram como incumbência apontar as dimensões teórico-metodológicas que esta pesquisa se orientou e suas categorias inerentes que, no nosso entendimento, permitem apreender o fenômeno no seu modo de ser, no seu movimento real, os traços efetivos tais quais nos interessa. Diante disso, compreendemos que a delimitação do nosso objeto de investigação não significa tirá-lo da totalidade que o constitui, mas identificar e considerar as determinações mediatas e imediatas que nos permitem entender o objeto que estamos investigando e aproximar o quanto possível dessa totalidade para explicá-lo.

Na seção seguinte, abordamos os referenciais teóricos que fundamentaram nossas discussões diante da análise do objeto de estudo desta pesquisa.

4 QUADRO TEÓRICO

Nesta seção, tratamos das considerações teóricas sobre as quais nos pautamos para fundamentar as aproximações realizadas entre nosso ponto de vista sobre a realidade estudada, tomando-a como aquilo que se encontra, como aquilo que se descobre quando se aproxima dela (VIEIRA PINTO, 1969). Para nosso caso, aquilo que nos motivou para realização desta ação de pesquisa, ao nos aproximarmos do fenômeno de investigação que estamos considerando, de acordo com nosso objetivo, encontra-se sintetizado no seguinte questionamento: *Como professores e licenciandos produzem conhecimento em Matemática articulado e configurado pela prática de programação de computadores?*

Para tanto, ao construir um movimento de apropriação da realidade, quando nos aproximarmos dela, evidentemente, desde um fazer científico – aquele que precisa ser desenvolvido por meio de um referencial teórico-metodológico –, é necessário que tal construção se faça com o apoio de teorias que deem condições para explicar a dinâmica dos acontecimentos dessa realidade.

O quadro teórico de uma pesquisa científica objetiva estabelecer os fundamentos que justificam seus resultados de forma sistemática e sintética, para que a construção do conhecimento na investigação seja problematizada, a fim de identificar as determinações lógicas que contribuirão para compreender o fenômeno investigado na sua totalidade, para que se possa representar a sua generalidade a partir da sua singularidade. Para cumprir esse objetivo, apropriamo-nos de dois aportes teóricos que orientaram na discussão de questões do âmbito da tecnologia, na sua amplitude e na sua especificidade, a partir das dimensões filosóficas, psicológicas e pedagógicas.

Um dos aportes que consideramos, aborda de forma mais ampla, do ponto de vista filosófico, na perspectiva histórico-dialético, as dimensões ontológicas e epistemológicas do significado do conceito de tecnologia. Para discutir esse conceito, embasamo-nos nas ideias compendiadas na obra “O conceito de tecnologia” elaborada pelo filósofo brasileiro Álvaro Borges Vieira Pinto. Além disso, a discussão dos dados, produzido no cenário de investigação desta pesquisa, estabeleceu-se a partir das considerações, abordadas pelo autor, para uma compreensão dialética da teoria cibernética. Compreensão essa, em que o autor propõe noções, em uma perspectiva dialética, para estabelecer um debate com concepções condicionadas pela lógica formal para expressar a constituição da cibernética.

O segundo aporte teórico que nos apropriamos para fundamentar as explicações do nosso objeto de estudo discute, de forma mais específica, as possíveis transformações nos processos de ensinar e aprender Matemática a partir da mediação de recursos tecnológicos contemporâneos, em especial as tecnologias digitais. Tal aporte denomina-se construto teórico seres-humanos-com-mídias (S-H-C-M), o qual se constitui nos movimentos de pesquisas realizadas pelo Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM), sob a liderança do educador matemático Marcelo de Carvalho Borba.

Os referidos aportes, na nossa compreensão, oferecem uma concepção filosófica de cunho histórico e social da tecnologia, o que nos possibilita compreender as dimensões ontológica e epistemológica dos aspectos que compõem a lógica de desenvolvimento das tecnologias. Essas dimensões – as quais entendemos que os conhecimentos e recursos ligados à prática de programação de computadores estão inseridos – são fundamentais para revelar os condicionantes da existência das tecnologias, enquanto meio, e as implicações dessas nas relações e práticas sociais.

No nosso caso, estamos interessados nas implicações que dizem respeito à Educação Matemática, mais especificamente, aos processos de produção de conhecimento em Matemática. Dito isso, desde já verificamos necessário esclarecer que a programação de computadores é entendida, nesta investigação, enquanto uma prática de conhecimento associada à área da Computação. A seguir, iniciamos a discussão em diálogo com considerações acerca da filosofia da tecnologia compendiada na obra “O conceito de tecnologia” produzida pelo filósofo brasileiro, comumente chamado Vieira Pinto.

4.1 Filosofia da Tecnologia de Álvaro Borges Vieira Pinto (Vieira Pinto)

Ao iniciar suas considerações sobre o conceito de tecnologia, Vieira Pinto (2005) formula alguns apontamentos no sentido de deixar consignado uma autêntica concepção de filosofia. Para o autor, a atitude filosófica se confunde com a própria capacidade do ser humano “de pensar, de refletir em ideias abstratas a realidade” (VIEIRA PINTO. 2005a, p. 30)¹⁰.

Ao propor essa concepção de filosofia, o autor supera a percepção histórica da filosofia grega que busca marcar o início de tal atitude, associando-a a um estado de afetação

10 A obra “O conceito de tecnologia” do referido autor é composta de dois volumes e vamos usar Vieira Pinto (2005), para caracterizar toda a obra, ou (2005a), para fazer referência ao primeiro volume, ou (2005b), para o segundo volume.

acometido por um maravilhamento que penetra o ser humano ao se espantar com o “[...] espetáculo do mundo, da natureza, especialmente dos céus, onde se exibia uma ordem perfeita, imutável e inexplicável. Resultava desta afetação por este estado de coisas a necessidade de descobrir a causa que o teria engendrado” (VIEIRA PINTO. 2005a, p. 30).

Com a transformação das circunstâncias objetivas pelo ser humano, de acordo com o filósofo, esse estado de maravilhamento vai se transferindo das manifestações do universo da natureza para aquilo que é produzido segundo a relação do ser humano com esse universo. A partir de então, o que passa a produzir um estado de afetação no ser humano, diferentemente do maravilhar-se antigo, “[...] é que agora o homem se maravilha não diante da natureza, mas diante de suas próprias obras” (VIEIRA PINTO. 2005a, p. 35).

Essa acepção de filosofia indicada pelo autor é logo advertida como consequência de um pensar ingênuo em relação à autêntica natureza do fazer filosófico, visto que tal estado de maravilhamento que afeta o ser humano é resultado de uma condição particular de alienação. Diante disso, Vieira Pinto (2005) desenvolve uma abordagem filosófica sobre a tecnologia com a intenção de desmistificar as compreensões e incompreensões encontradas no campo das produções tecnológicas, que, como apontado, são resultados das ações do ser humano perante a realidade, diante de um condicionamento biológico e social de produção da sua existência.

Nesse sentido, a partir da obra “O conceito de tecnologia”, (VIEIRA PINTO, 2005), estabelecemos importantes relações entre o conteúdo que investigamos aqui e o que é discutido nessa obra. As considerações do autor a respeito do conceito de tecnologia, permitiram explorar aspectos do debate que envolvem questões associadas à utilização de recursos tecnológicos na Educação, especialmente os digitais no campo da Educação Matemática. Com isso, apontamos para um caminho crítico que permite desmistificar as apropriações desses recursos pelas ações no campo educacional, as quais são afetadas por estados de maravilhamento diante do dimensionamento tecnológico da sociedade atual.

Os estados de maravilhamento, de acordo com o autor, são percepções da realidade que resultam de um processo de alienação que visa estabelecer as produções tecnológicas atuais como consequência de uma suposta “era tecnológica” sem precedentes na história. Esse processo, para o filósofo brasileiro, é a propagação, de forma intencional, de um movimento ideológico que visa absolutizar as formas de dominação vigentes na sociedade moderna. Nessa sociedade o que tem causado excitação e espanto “[...] é o conjunto dos objetos e

procedimentos artificiais que nos cercam. Daí a fácil conversão dessa atitude em ideologia.” (VIEIRA PINTO 2005a, p. 38).

O autor, em comento, mostra-nos que para elaborar uma filosofia da tecnologia que seja autêntica, é necessário que ela se estabeleça sobre as bases teóricas as quais consideram as transformações das relações sociais de produção material como fatores objetivos das realizações tecnológicas. Assim, ao considerarmos a filosofia da tecnologia de Vieira Pinto (2005), nesta pesquisa, estamos assumindo que a forma de organização da produção material da vida social responde pelo acúmulo histórico de conhecimento (HÚNGARO, 2014) e este, conseqüentemente, implica no constante processo de desenvolvimento tecnológico, cada vez mais vertiginoso, o qual, nas últimas décadas, tem influenciado diversos debates na área da Educação, sobretudo na Educação Matemática.

Assim, ao realizarmos uma pesquisa cujo objetivo se insere nos diversos debates sobre tecnologia e Educação é imperativo nos apropriarmos de uma filosofia que nos aponte o que vem a ser tecnologia e o lugar que ela deve ocupar nas relações sociais. Pontuamos, assim, a relevância de que essa direção esteja orientada a partir de um pensamento crítico, de tal sorte, que tenhamos um aporte necessário para desenvolver nossas reflexões sobre o tema deste estudo e elaborar as explicações que consigam se aproximar do nosso objeto de investigação. Isso se deve, segundo uma postura condicionada por um pensar dialético, por considerarmos que “[...] a realidade é sempre mais rica do que o conhecimento que temos dela. Há sempre algo que escapa às nossas sínteses; isso, porém, não nos dispensa do esforço de elaborar sínteses, se quisermos entender melhor a nossa realidade” (KONDER, 2008, p. 36).

Ao nos encontrarmos com a filosofia da tecnologia consubstanciada na obra de Vieira Pinto (2005), identificamos uma profunda elaboração constituída por um pensamento crítico pautado na realidade brasileira, caracterizada pelo autor como uma realidade subdesenvolvida. Ao partir das bases sociais brasileiras, Vieira Pinto (2005) nos ajuda a transcender as facetas ideológicas que revestem o significado de tecnologia, oferecendo-nos massa crítica para superar uma consciência ingênua¹¹ e alcançar uma consciência crítica. Para tanto, a obra expõe as múltiplas determinações produzidas por um processo histórico e

11 Segundo Vieira Pinto (1960, p. 83), há duas instâncias da consciência que definem a maneira de pensar: a ingênua, que “[...] é, por essência, aquela que não tem consciência dos fatores e condições que a determinam”; e a crítica que “[...] é, por essência, aquela que tem clara consciência dos fatores e condições que a determinam.”

dialético, as quais permitem nos aproximar da realidade em sua totalidade, condição fundamental para compreender o significado autêntico da tecnologia.

As considerações filosóficas sobre a tecnologia elaboradas pelo autor têm por finalidade revelar

[...] a diversidade de noções escondidas sob o mesmo substantivo abstrato e, sobretudo, alertar o leitor para a necessidade de ter presentes esses vários significados, a fim de enquadrar o nome “tecnologia” naquele mais adequado, todas as vezes que se deparar com tal expressão num texto lido ou no curso de um debate (VIEIRA PINTO, 2005a, p. 228).

Cabe ressaltar que não é objetivo desta seção analisar de forma pormenorizada as considerações sobre tecnologia elaboradas pelo autor, tampouco se tem condições para isso, visto que nossa formação passa ao largo de uma dedicação filosófica, apesar do profundo interesse pela disciplina. No entanto, buscamos trazer os elementos essenciais que possam contribuir para dar sustentação teórica às elaborações deste trabalho com relação ao que estamos considerando enquanto tecnologia e sua função social. Diante disso, nossa intenção foi trazer um olhar filosófico do seu conceito, a fim de oportunizar um debate crítico da dimensão tecnológica da realidade atual, bem como evidenciar considerações ontológica e epistemológicas desse dimensionamento.

Seguiremos, agora, com a discussão acerca dos elementos principais, no nosso entendimento, que compõem o conceito de tecnologia e que possuem relevância para esta investigação, os quais nos ajudaram na compreensão do nosso fenômeno de estudo. Assim, na próxima seção, tratamos das compreensões teóricas acerca do significado da técnica elaborado pelo filósofo.

4.1.1 A técnica como um existencial¹² do ser humano

Para apreender de maneira significativa o conceito de tecnologia, Vieira Pinto (2005a) discorre sobre o significado de técnica e sua materialização – criação de uma ferramenta, recurso ou máquina. O autor indica que os debates suscitados sobre tecnologias, nos últimos

12 Ao se referir ao conceito existencial, Vieira Pinto está considerando a condição do ser humano existir na história e de fazer-se a si mesmo na sua “[...] peculiar maneira de ser, o que chamamos de caráter existencial, que lhe permite assumir o encargo de prolongar em formas inéditas o movimento evolutivo da matéria, a saber, a criação dos modos de produção econômica de existência, com característica significação denominada cultura” (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 109).

tempos, mais especificamente no século passado, têm semeado compreensões adversas sobre o significado filosófico da máquina.

O avanço acelerado das produções tecnológicas, que tem resultado em máquinas cada vez mais autônomas, segundo o autor, tem engendrado formulações que colocam em questão a exclusividade do ser humano em relação à capacidade de pensar e, assim, também a consideração de que máquinas podem concorrer com essa mesma capacidade humana. O filósofo argumenta que a questão assume relevância ao dar oportunidade de revelar as intencionalidades contidas nesse processo de antropomorfização da máquina, que consiste em atribuir a essa uma capacidade humana. Para esse desvelar, é preciso considerar os aspectos que envolvem a natureza do problema que compreende a definição do pensamento e seus limites (VIEIRA PINTO, 2005a).

O autor, por outro lado, considera também, que para alcançar a essência da questão é fundamental que o problema seja compreendido na perspectiva da concepção histórico-dialética, a qual possui as potencialidades de nos guiar, com suas leis gerais, no enquadramento necessário para entender e explicar o problema colocado. Por consequência, para encontrar a essência da máquina, considerando as mais simples criações até aquelas que possuem um alto grau de complexidade, como temos visto no tempo atual representada pelo surgimento da aprendizagem de máquina ou inteligência artificial, é preciso considerar o seu precursor natural, o ser humano (VIEIRA PINTO, 2005a).

Diante disso, de acordo com o autor, não é possível compreender o significado filosófico da máquina levando em conta apenas a história dela, pois, por si só, a sua história não a explica. Isso significa que a história, em sua aceção cronológica, não estabelece as determinações suficientes para subsidiar a compreensão de tal significado, tal explicação só pode ser constituída a partir da história da humanidade. De acordo com Vieira Pinto (2005a, p.73),

[...] as máquinas que nos cercam, e das quais dependemos cada vez mais, não no sentido trivial da frase, mas no sentido autêntico, existencial, são o resultado de um longo processo de acumulação de conhecimentos a respeito das propriedades dos corpos, dos materiais e dos fenômenos da natureza.

Por essa razão, é resultado da ação de um ser que é social e está inserido num contexto histórico, econômico e político. Considerar todas as diversas facetas do humano ao conceber a máquina é indispensável para a entendermos. O caráter dessa compreensão precisa se dar

numa perspectiva ontológica, ou seja, buscar no progresso evolutivo do ser humano, do ponto de vista biológico e cultural, o engendramento das transformações tecnológicas ao longo da história.

Ao partir da história de evolução do ser humano, para compreender o significado existencial da máquina, o autor resgata uma ideia simples da constituição da máquina: devemos ter em conta que a máquina é sempre um produto da ação do ser humano no mundo. Isso significa dizer, que a máquina é sempre feita, ou seja, não pode apenas ser assumida como “[...] um objeto físico existente por si, e não ver nela um artefato no qual está incluída necessariamente a referência a um autor, que a concebeu primeiramente em ideia e, a seguir, a realizou em forma de estrutura material” (VIEIRA PINTO, 2005a, p. 73).

O filósofo justifica que a confusão apontada ao buscar identificar o significado autêntico da máquina acontece quando se aceita apenas o aspecto material imediato dela, sua aparência. Para superar tal confusão e, portanto, conseguir alcançar tal significado, é imprescindível assumir uma visão histórico-dialética da constituição da máquina. Tal perspectiva busca identificar – na ação humana dirigida para transformar as leis e matérias da natureza em artefatos – o processo dinâmico que possibilita visualizar na máquina a incorporação da evolução da racionalidade do ser humano.

O processo evidenciado, que envolve a ação humana e a transformação da realidade, segundo Vieira Pinto (2005a), é o de hominização. O filósofo identifica, nesse processo, as bases para resolver a questão sobre o significado filosófico da máquina e as formas de sua materialização em geral. Isso revela que

[...] a questão se resolve para toda a série da criação das máquinas, desde o mais simples utensílio, um porrete, um machado de pedra ou um tronco que permitisse o primeiro ensaio de navegação, até os dispositivos eletrônicos mais sutis e complicados da atualidade. A evolução dos maquinismos é na verdade a evolução do homem enquanto ser que os constrói (VIEIRA PINTO, 2005a, p. 74).

Nesse sentido, podemos compreender a máquina a partir da evolução do ser humano no seu processo de hominização, o qual se instala diante da inevitabilidade de realização do trabalho que o permite ingressar em condição evolutiva superior a de outras espécies animais. Condição essa que é configurada diante da dimensão social da produção existencial do ser humano, por meio da organização social, a qual é engendrada pela capacidade do ser humano de realização do trabalho. A relação com a natureza deixa de ocorrer de forma direta, mas

mediada por instrumentos criados pelas ações humanas de produção da própria existência, os quais também respondem pela capacidade reflexiva da realidade.

Diante de tais considerações, os argumentos que possibilitam explicar o surgimento da máquina devem ser elaborados a partir de uma compreensão complexa e contraditória da realidade, configurada diante de uma relação de dependência mútua do ser humano com a máquina, que se revela por meio da forma de existir do ser humano. Logo, é impossível separar a máquina do seu criador, qual seja, o ser humano. A origem e essência da criação das máquinas se constituem no engendramento da sua luta na superação das contradições com o meio o qual se insere, em que são refletidas subjetivamente pela capacidade de projetar. Ao considerar tal capacidade no ser humano, Vieira Pinto (2005) vai desenvolver o conceito de técnica, identificando-a como um existencial do ser humano.

A técnica constitui uma característica específica do ser humano que se realiza a partir da condição de ser consciente que lhe permitiu resolver as contradições com a natureza para que possa se manter vivo. Esse traço existencial do ser humano, enquanto ser criador de técnicas, só foi alcançado a partir do seu processo evolutivo biológico, a qual produziu um salto qualitativo no seu sistema nervoso que o dotou da capacidade de conceber e relacionar o mundo numa infinidade de ideias particulares, ou seja, o ser humano evoluiu para um ser constituído de consciência (VIEIRA PINTO, 2005a).

O salto evolutivo que permitiu colocar o ser humano em uma posição diferenciada de ser vivo, deu-se pelo desenvolvimento da capacidade específica que o constituiu enquanto ser consciente. Essa capacidade proporcionou ao ser humano uma mudança qualitativa nas suas relações com a natureza, que, por sua vez, passaram a ser engendradas a partir da necessidade de garantir sua sobrevivência, no sentido de que “[...] o homem, dentre todos os seres vivos, é o único a produzir sua existência” (VIEIRA PINTO, 2005a, p. 149).

A categoria conceitual de produção de existência enquadra o tipo diferenciado de animal que o ser humano se tornou, ser social, dado que a existência de outros animais se estabelece por uma relação de adaptação no mundo. Para esses, a natureza os condiciona a depender do que ela oferece enquanto recursos de subsistência, no sentido de que não são capazes de produzir as condições que os permitam sobreviver. Por outro lado, o ser humano se constitui por meio de uma relação de domínio das leis e fenômenos da natureza para produzir os meios que vão garantir a sua subsistência, o que resulta em uma relação na qual

busca adaptar a natureza às suas necessidades (VIEIRA PINTO, 2005a). O ser humano enquanto produtor da sua existência, sintetiza, dialeticamente, a relação que o coloca como produto e produtor de si mesmo (VIEIRA PINTO, 1969; 2005). Isso significa que ao superar as situações adversas que a natureza impõe ao ser humano, para a continuação da vida, este transforma a natureza e cria os recursos necessários para essa superação, o que implica ser produtor dessa realidade, ao passo que, nesse processo, ele se modifica, constituindo-se, também, o produto dessa transformação.

Segundo o filósofo, a enunciação assertiva do conceito de técnica precisa partir da formulação de uma pergunta correta que considere a forma de existência do ser humano no mundo, condicionada pelas circunstâncias da realidade, que a princípio é de caráter biológico, mas que, em estágio superior de desenvolvimento do ser humano, estabelecem-se através das determinações sociais advindas da sua condição de ser vivo social que precisa produzir sua própria existência. Sendo assim, entendemos que a técnica, conforme afirma Vieira Pinto (2005a, p. 156),

[...] não consiste, por conseguinte, num atributo dos atos vitais em geral, mas somente caracteriza aqueles que o homem executa em razão da condição existencial de produtor de si. [...] Sendo a forma de produção de algum produto material ou ideal, a técnica por natureza revela-se histórica, pois, é o aspecto de um processo humano de criação. A técnica é uma forma assumida pelo exercício da existência em sua função criadora, resultante da capacidade consciente de apreensão das propriedades objetivas das coisas, participa do processo histórico geral, desenrolando-se a princípio no plano biológico, natural e depois com o surgimento da consciência passa a ser social e ditado por finalidades.

Assim, consideramos a técnica enquanto um modo de fazer que acompanha o ser humano desde a sua existência, a princípio num plano em que suas ações são reflexos da sua condição animal primitiva, ou seja, da sua biologia instintiva. A partir da evolução biológica do ser humano, há um salto qualitativo na condição biológica em que suas ações atingem um nível maior de complexidade devido à constituição da consciência. O salto qualitativo modifica o processo de evolução biológica, que passa a ser condicionada pela evolução cultural engendrada por um processo dialético permanente estabelecido entre o ser humano e o meio natural, o qual é engendrado pela necessidade de domínio e transformação das leis e fenômenos da natureza para produzir a sua existência. Os artefatos criados nesse processo representam a materialidade decorrente da produção humana e são resultados da constante

superação das contradições que o ser humano encontra ao se deparar com o meio na produção da sua existência (VIEIRA PINTO, 2005a).

A percepção tecnocentrada, que atribui à técnica a condição de motor do processo histórico, é considerada, segundo o autor, uma compreensão ingênua da concepção de técnica, pois apenas a associa ao produto que dela se origina, imputando-lhe uma lógica interna própria, cujas consequências levam a uma relação que submete o ser humano à técnica. Tal relação tem movimentado diversos pensamentos, originando expressões do tipo "civilização tecnológica", "era tecnológica" ou até mesmo afirmações, para se referir ao estágio atual de desenvolvimento tecnológico, como sem precedentes na história humana.

Essas composições têm como objetivo separar a técnica do seu criador e instituí-la no mundo de forma independente. A constituição desses pensamentos se dá por meio de um processo que entifica a técnica, em que busca convertê-la em coisa em si, dando a essa o caráter de objeto, o que representa um modo de substantivação da técnica (VIEIRA PINTO, 2005a).

A aceção da palavra técnica é de ordem adjetiva e que só poderá ser concebida e significada pelo ser consciente, ser humano, através da sua capacidade de abstração que, inclusive, também é uma técnica. O que é de caráter fundamental desse entendimento da técnica, é que esta define, em primeiro lugar, “[...] uma qualidade do ato material produtivo; só no segundo momento do processo cognoscitivo se transfere do ato ao agente, homem que pratica os atos técnicos, isto é, produtivos de um fim bem determinado” (VIEIRA PINTO, 2005a, p. 176).

As ações técnicas de transformação da realidade produzem acúmulo de conhecimento, o que reflete a configuração do plano subjetivo da técnica, que serão mediadoras da produção de novas técnicas. Por meio desse processo, exclusivo do ser humano, este consegue projetar a técnica e dominá-la subjetivamente, visto que sua projeção se constitui de maneira intencional a partir de finalidades e interesses de acordo com necessidades humanas (VIEIRA PINTO, 2005a). As necessidades representam aquilo que falta ao ser humano e provocam a sua excitabilidade, desencadeando ações de produção da sua existência (LEONTIEV, 2017), as quais engendram a criação de técnicas.

Os interesses e finalidades condicionam as ações que são mobilizadas segundo um processo dialético, que as conduz por meio de movimentos de descobertas das leis e fenômenos do mundo natural. Esse processo configura os modos ou formas de apreender,

dominar, resolver e transformar os obstáculos desse mundo, os quais são caracterizados enquanto técnica. Conforme indica Vieira Pinto (2005a, p. 206), a técnica nada mais é do que

[...] a própria ação do homem, utilizando, nas formas históricas relativamente avançadas, instrumentos e métodos racionalizados, para corporificarem a indispensável mediação entre o agente e a finalidade, consiste no modo específico da capacidade reflexiva do animal humano de resolver as contradições com que se depara na relação com o mundo natural.

O fato essencial a ser compreendido é que a técnica representa o ato mediador executado pelo ser humano diretamente ou estando ele munido de instrumentos na obtenção de finalidades (VIEIRA PINTO, 2005a). Nesse sentido, a técnica é coetânea ao ser humano, visto que é fundante na produção de sua existência, que se realiza no processo histórico a partir das ações que precisa realizar na manutenção da própria vida. A concretização de tal produção se dá no processo de dominação e transformação da natureza de forma intencional e consciente. As ações do ser humano definem as relações de produção que conduzirão as transformações das dimensões ontológicas que compõem o processo do seu desenvolvimento enquanto espécie.

As transformações históricas que procedem dos atos realizados pelo ser humano se materializam nos artefatos e conhecimentos, os quais vão ser identificados como tecnologias. Diante das considerações tecidas sobre a técnica, na próxima seção, tratamos sobre os significados principais do termo tecnologia, indicados por Vieira Pinto (2005), e sobre a importância de compreendê-los para o debate na realidade atual.

4.1.2 A tecnologia e seus principais significados

Para desmistificar expressões do tipo “era tecnológica”, “civilização tecnológica”, dentre outras que afloraram na década de 1960 e 1970, há um empenho, por parte do filósofo brasileiro, mais especificamente na obra Vieira Pinto (2005), na elaboração de argumentos para a retomada das bases para compreensão autêntica do conceito de tecnologia. O esforço do autor tem por objetivo esclarecer as intenções ideológicas escondidas nas imagens propagadas pelas respectivas expressões (FREITAS, 2005).

O filósofo ao refutar tais expressões, procura apontar a operação ideológica transportada nelas e identificar os mecanismos e estratégias da sua propagação pela classe

dominante. As expressões visam difundir a absolutização de uma realidade tecnológica nunca antes vista pela humanidade. A instituição subjetiva dessa realidade tecnológica escamoteia o verdadeiro objetivo dessa operação ideológica: a manutenção das condições existenciais que determinam a estrutura de dominação entre as classes sociais, aprofundadas a partir da sociedade moderna e burguesa, mais especificamente no último século.

No intento de desvelar tal operação ideológica, o filósofo conduz suas elaborações sobre tecnologia a partir de quatro acepções, que as considera principais. A partir dessas, o autor mobiliza argumentos para uma compreensão autêntica do conceito de tecnologia, para que se possa denunciar as intenções operacionalizadas nas propagandas ideológicas que visam a manutenção das relações entre as classes sociais invariáveis.

As acepções abordados por Vieira Pinto (2005a) são: *tecnologia como uma epistemologia, teoria, ciência ou estudo da técnica; tecnologia igualada à própria técnica; tecnologia como um conjunto de todas as técnicas de que dispõe uma determinada sociedade; tecnologia como ideologia da técnica*. Discutimos cada uma das considerações a respeito dos quatro significados principais apontados pelo filósofo em tópicos, iniciando pelo qual o filósofo considera primordial: tecnologia como epistemologia da técnica.

- ***Tecnologia como epistemologia da técnica***

Para desenvolver uma análise sobre o conceito de tecnologia considerando-a como uma ciência da técnica, o autor considera que a autêntica compreensão do significado do conceito de tecnologia deve partir do seu significado etimológico, qual seja, “logos da técnica”. Esse significado revela o sentido primordial do conceito de tecnologia, tal qual, e assim interpretado, é fundante e nos permite apreender os demais significados, pois, segundo Vieira Pinto (2005a, p. 220), “[...] a técnica, na qualidade de ato produtivo, dá origem a considerações teóricas.”.

Para além de um sentido etimológico, o autor discute a necessidade da constituição de um campo do saber, que não só consiga reunir e unificar as considerações dispersas em obras sociológicas, filosóficas ou em outros tratados que se dedicam a analisar a técnica, mas também constituir um campo original para o estudo da técnica de maneira geral. Diante da compreensão do significado que se faz a respeito da técnica, o qual corresponde a um existencial do ser humano que o constitui enquanto animal capaz de resolver, de forma

específica, as contradições com a natureza e adaptá-la a si para produzir sua existência, o filósofo considera primordial conceber um campo teórico de reflexão racional que assuma a técnica como objeto de estudo.

Na condição de campo teórico que vai estudar a técnica, visto que a mesma “[...] configura um dado da realidade objetiva, um produto da percepção humana que retorna ao mundo em forma de ação, materializado em instrumentos e máquinas, e entregue à transmissão cultural” (VIEIRA PINTO, 2005a, p. 221), é imperativo que exista uma ciência comprometida em contemplar e investigar os conteúdos epistemológicos que a envolve. O campo científico ao qual o autor se refere é a tecnologia.

Para avançar no seu compromisso de retomar as bases de compreensão do conceito autêntico de tecnologia e oferecer um caminho que consiga elucidar as confusões difundidas, o filósofo identifica – na acepção de tecnologia como ciência da técnica – o início exato para alcançar as formulações de um pensamento ingênuo. De tal sorte, que possa refletir, a partir da base teórica oferecida, sobre as ações que realizam e por que realizam-nas, e como, conseqüentemente, contribuirão para a compreensão da sua realidade existencial (VIEIRA PINTO, 2005a).

Para essa compreensão, é necessária a percepção de que a emergência da técnica deixou de ocorrer diante da sua mediação primordial, a qual se estabelecia entre o ser humano e os fenômenos invariáveis da natureza. Essa agora, dado que a realidade é cada vez mais povoada de objetos produzidos pelo ser humano, passa a ser formulada pelos seus aspectos lógicos associados às relações sociais de produção organizadas pelo ser humano e que refletem nos conhecimentos constituídos historicamente, os quais possibilitam estabelecer os fundamentos para uma epistemologia da técnica.

A tecnologia, portanto, tem seu desenvolvimento condicionado pelas relações dos seres humanos uns com os outros. Nessa alteração, constituir-se-ão as condições de promoção da tecnologia como representação de uma ideologia social. Neste sentido, Vieira Pinto (2005a), mostra a conexão do conceito de tecnologia na primeira acepção, como epistemologia da técnica, com a quarta acepção, tecnologia como ideologia da técnica. Tal relação se institui a partir da necessidade do ser humano de se organizar de maneira coletiva, que o caracteriza como ser social.

Conforme aponta o autor, a tecnologia possui um significado ideológico, visto que as realizações tecnológicas são determinadas pelos modos de produção material da vida,

organizados pela estrutura social vigente, que no caso do advento da sociedade moderna tem imperado o capitalismo. Com base neste fundamento, o filósofo elabora uma filosofia da tecnologia “de dentro”, ou seja, a partir da realidade nacional brasileira. Neste intento, Vieira Pinto (2005a) considera fundamental compreender como as relações entre nações desenvolvidas e subdesenvolvidas são estabelecidas historicamente, ressaltando suas respectivas produções tecnológicas como circunstâncias de um processo de dominação das desenvolvidas sobre as subdesenvolvidas.

Os estados de desenvolvimento e subdesenvolvimento são consequências históricas que se constituem a partir das relações entre as nações que possuem técnicas mais avançadas e aquelas que não alcançaram tal nível, no sentido de que possuem ou não um domínio mais abrangente dos fenômenos naturais (VIEIRA PINTO, 2005a). No entanto, segundo o autor, tais determinações não são acidentes naturais do curso histórico, mas são condicionadas por uma série de ações e correlações processadas por nações, visando o domínio de outras nações mais frágeis, do ponto de vista da produção de técnicas mais avançadas. As correlações, historicamente, revelam a forma de consolidação da hegemonia das nações dominadoras. Ao explorarem as riquezas e povos das nações conquistadas, perpetuam-se na condição de dominantes e, conseqüentemente, num estado de constante desenvolvimento.

Diante das relações entre nações desenvolvidas e subdesenvolvidas, tecidas a partir das indicações de Vieira Pinto (2005a), é possível perceber o caráter ideológico que carregam as expressões “era tecnológica”, “explosão tecnológica” ou “civilização tecnológica”, visto que servem às nações desenvolvidas, de maneira intencional, para produzir uma realidade à consciência da sociedade subdesenvolvida de um mundo tecnológico capaz de modificar suas condições existenciais. A intenção das nações dominantes é depositar esperança no estado atual da realidade, servindo de âncora para essas nações manter as relações da forma como estão, ou seja, absolutizar o estado de domínio sobre as nações subdesenvolvidas.

Além disso, tais expressões também buscam ocultar a responsabilidade das nações dominantes do estado de degradação das condições existenciais das sociedades subdesenvolvidas. Isso ocorre diante da alegação de que as técnicas menos avançadas que conduzem à tal estado dessas sociedades e que as técnicas mais avançadas, produzidas pelas nações desenvolvidas, é que podem superar essa realidade. Isso direciona para a técnica, não para o ser humano, a responsabilidade da precariedade das condições de subsistência, que,

objetivamente, é resultado das relações sociais de produção configuradas pelas relações de dominação entre as nações.

Diante dessas relações de dominação, condicionamentos ideológicos são operacionalizados como mecanismos de manipulação, como os relatados, dados por uma percepção social da realidade desprovida de fundamentos lógicos, própria de uma consciência ingênua, com facilidade a dimensão tecnológica vigente ganha "[...] valor universal por ser aceita pelo grupo social, o que explica por provir do pensamento de quem tem as posições de comando, podendo levá-la à prática" (VIEIRA PINTO, 2005a, p. 229). Essa operação ideológica é colocada em prática pelos operadores da técnica, os quais respondem pela execução dos atos técnicos, inventados por outros e materializados em métodos ou instrumentos.

Conforme Vieira Pinto (2005a) indica, os operadores da técnica, diante de uma sociedade dividida por classes, estão condicionados por uma percepção ingênua da realidade. Isso ocorre, devido ao limite estabelecido pela sua relação imediata com os objetos técnicos, máquinas, ferramentas, processos, dentre outras objetivações da técnica, associadas à imediatividade de uma prática, que condiciona a forma como os operadores compreendem a realidade, não permitindo que ultrapassem esse limite. Os operadores da técnica agem a partir de uma percepção reduzida de mundo ao ficarem circunscritos aos limites da imediatividade da sua prática, pois são condicionados pelo que recebem dos especialistas das nações desenvolvidas. As propagandas ideológicas difundidas por esses especialistas ocultam os verdadeiros interesses que são transportados na promoção das produções tecnológicas oriundas dessas nações.

Tal manipulação dos operadores é configurada para conflagrar um processo de formação para promover a exaltação das criações técnicas estrangeiras, de forma a não perceberem o que, efetivamente, suas práticas e atitudes representam. Quando se apegam às dimensões imediatas dos objetos técnicos, restrito aos aspectos da sua utilização, os operadores da técnica projetam uma concepção de totalidade da realidade centrada apenas na positividade das produções tecnológicas. Com isso, incumbem-se de instituí-la ao conjunto social, compreendendo, nesse viés, um movimento inequivocamente político.

Nesse enleio, no qual os operadores da técnica estão inseridos, eles se tornam representantes legítimos da exaltação da técnica. Ao realizarem tal ação, pela natureza do papel social que representam – exercer a técnica –, ficam impossibilitados, portanto, de

ultrapassarem os limites da consciência ingênua. Tal consciência é condicionada pelos procedimentos relacionados às práticas de tais operadores, resultando na incompreensão do estado em que se encontram as técnicas atuais.

Para compreender melhor como as operações ideológicas se concretizam na prática, valemo-nos do trabalho realizado por Alves Filho, Peixoto e Echalar (2018) referente a um estudo bibliográfico de dissertações e teses relacionados à implementação do programa UCA (Um Computador por Aluno), voltado à implementação de tecnologias digitais nas escolas, com a intenção de melhorar a qualidade do processo de ensino e aprendizagem no Brasil.

O levantamento feito por esses autores mostra que as produções analisadas possuem um caráter ufanista para a tecnologia do computador e concluem, a partir dos eixos: “*Uso do laptop para a mudança da prática docente: para quê?*”, “*Naturalização da necessidade social da inclusão digital ou imposição velada para o consumo de TIC?*” e “*Ênfase na atividade do aluno: o praticismo em serviço do capital*”, que há um movimento de exaltação da tecnologia “computador” que configura um movimento ideológico operado por nações desenvolvidas, visto que é considerado como algo inevitável para a promoção de melhorias nos processos de ensino e aprendizagem.

O trabalho de Alves Filho, Peixoto e Echalar (2018) permite perceber formas do processo de dominação pela técnica estabelecidas em nações subdesenvolvidas, como é o caso do Brasil. Nesse sentido, consoante à Vieira Pinto (2005a), a exaltação da técnica – que de uma parte a sacralizam e de outra a demonizam – representa um resultado mais grave da manipulação de cunho idealista, a qual identifica na técnica o motor do processo histórico. Porém, segundo o teórico, a verdadeira impulsão do processo histórico se encontra na organização social das relações de produção. Não considerar tal fundamento significa identificar na técnica a razão dos acontecimentos e que só a partir dela é possível superá-los. Tal operação manipulativa implica condicionar o ser humano enquanto “objeto da técnica”. Assim, inverte-se a compreensão lógica da relação entre ser humano e técnica, a qual se manifesta de maneira a parecer que a técnica domina o ser humano, não permitindo revelar seu caráter existencial, em que o ser humano é o dominador da técnica (VIEIRA PINTO, 2005a).

Convém esclarecer que o autor não ignora as realizações atuais representadas pela ampliação e avanços de recursos tecnológicos com características notáveis. Porém, a inversão

em questão resulta de interesses das classes dominantes, manter o estado atual das relações de dominação, o que institui o caráter ideológico do desenvolvimento tecnológico.

De acordo com Vieira Pinto (2005a), condicionado por uma análise dialética da realidade, existem dois aspectos contraditórios do avanço da produção tecnológica da época presente: o referente ao resultado do acúmulo histórico de conhecimento e de práticas produzidas nas relações sociais; e o que é caracterizado pela lei dialética de negação da negação, a qual compreende o processo de transformação a partir da superação das tecnologias do presente, o que conduz ao surgimento das realizações futuras.

A compreensão da realidade, por uma percepção ingênua, leva a crer que no momento atual estamos testemunhando uma “explosão tecnológica”. Tal percepção da realidade conduz a uma situação que impõe a tal momento de já nascer defasado, pois se estamos vivenciando uma “explosão tecnológica”, a qual também condicionará a tecnologia vindoura, então essa também será considerada como “explosão” para os que a testemunharem. De acordo com o pensamento dialético, a “explosão” de hoje possui por si só a sua negação.

Segundo o autor, ao analisar a história a partir de uma lógica dialética, podemos observar que todas as épocas se mostraram em estados de esplêndidas descobertas e produções tecnológicas. A esse respeito, cabe ressaltar a enorme dificuldade para poder pensar na impressão

[...] causada nos contemporâneos pela “explosão tecnológica” da era das descobertas marítimas, do surgimento da imprensa, das novas teorias astronômicas subvertendo o significado do céu. A nós parecem agora efeitos naturais do crescimento da cultura, e ninguém hoje se comove com elas (VIEIRA PINTO, 2005a, p. 234).

A desmistificação desses episódios constantes de “explosão tecnológica”, segundo o filósofo, precisa ser tratada a partir da dialética das transformações qualitativas e quantitativas. Segundo tal condicionamento analítico de uma postura dialética para pensar as transformações da realidade, percebemos que as alterações nas condições de vida do ser humano são manifestações qualitativas advindas de um acúmulo de conhecimentos da realidade, aumento da quantidade, o que produz variações na qualidade dos objetos produzidos. Segundo o autor, é importante considerar que “[...] o aspecto qualitativo só é intenso e universalmente sentido quando representado por determinado volume na acumulação de novos fatos técnicos” (VIEIRA PINTO, 2005a, p. 235).

Na perspectiva dialética, é possível considerar aspectos que podem ser percebidos tanto do ponto de vista do caráter quantitativo como qualitativo. A título de exemplo, o autor destaca a percepção de transformação que pode ser observado ao analisar o surgimento da televisão, compreendido tanto pelo seu caráter quantitativo, se pensarmos no acúmulo no conhecimento sobre eletrônica, quanto pelo caráter qualitativo, se olharmos para o processo de difusão da televisão, que produziu alterações nas relações de comunicação entre as pessoas, sobretudo aquelas que produziram interferência em seus hábitos (VIEIRA PINTO, 2005a). De acordo com o filósofo, marcar uma época pelas suas produções técnicas específicas não é atitude de um pensamento crítico, visto que aos olhos de quem presenciou as transformações qualitativas, advindas dessas produções, é levado ao impressionismo da “explosão tecnológica”.

Para elucidar os aspectos sensacionalistas representados pela expressão “explosão tecnológica” e os aspectos que também servem para outras variações dessa expressão, é importante apreender a tecnologia cientificamente. O que, para tanto, só é possível mediante a elaboração de uma teoria geral da técnica que tenha como pontos de abordagem as compreensões seguintes da técnica, conforme pontua Vieira Pinto (2005a, p. 236):

a) classificação das técnicas; b) história das técnicas; c) a rentabilidade das técnicas, ou seja, o exame da contribuição trazida para o aumento quantitativo dos bens que originam; d) o papel das técnicas na organização das relações entre os homens, ou seja, a função social da técnica e sua direção, inclusive agora por meios cibernéticos, com o fim de melhores condições de vida para humanidade.

Na elaboração de uma teoria da técnica, geralmente, atenta-se apenas para compreender os produtos que dela se originam, nisso, deixa-se de lado o caráter existencial da técnica para o ser humano, pois é ignorado “[...] tudo quanto há de pessoal na individualidade, os fundamentos materiais, objetivos, sociais das determinações particularizantes que engendram o ser único e insubstituível a partir de condicionamentos coletivos e gerais” (VIEIRA PINTO, 2005a, p. 240). A dimensão ontológica da técnica, que a identifica enquanto um existencial do ser humano, precisa ser considerada na formulação de uma teoria que a tome como objeto estudo. O aspecto existencial atribuído à técnica é condição determinante para a constituição de um campo teórico que represente a acepção primordial da tecnologia.

Conforme Vieira Pinto (2005a), há que se considerar a função social da técnica nas relações entre os seres humanos e a sua condução para que essa possa prover condições existenciais melhores para a humanidade. Ao se referir à função social da técnica, o autor aponta, também, a dimensão ideológica que é compreendida pela técnica, visto que é produzida, também, nas relações entre os seres humanos. Portanto, numa sociedade dividida em classes, a sua condução está condicionada pelos interesses da classe dominante. No item a seguir, exploramos a segunda aceção proposta pelo filósofo: a tecnologia igualada à própria técnica.

- *A tecnologia igualada à própria técnica*

Para entender a tecnologia na aceção que a coloca em equivalência à técnica é importante compreender seu significado sem perder de vista a sua utilização ideológica. A aceção em comento colabora na percepção da configuração das armadilhas que confundem a apreensão do significado existencial da tecnologia. Quando esta é equiparada com as criações derivadas de determinadas técnicas, essas, por sua vez, passam a ser identificadas como as únicas representantes da tecnologia, fato esse que tem se intensificado nas últimas décadas, com o advento das tecnologias digitais.

No contexto atual, em que a produção tecnológica tem se dado de forma cada vez mais vertiginosa e que há uma proliferação cada vez maior de objetos técnicos que, conseqüentemente, de maneira gradual, encontram-se mais próximos do alcance da percepção dos indivíduos, os condicionamentos ideológicos também configuram esse contexto. A percepção correta dessa configuração precisa ser construída, principalmente para os indivíduos de regiões periféricas que, na grande maioria, desprovidos de uma consciência crítica, não alcançam a compreensão da tecnologia no seu “traço essencial concreto”, o qual consiste na produção da existência do ser humano (VIEIRA PINTO, 2005a).

A tecnologia igualada à técnica dá origem a perigosos enganos que dificultam a análise de aspectos de dimensões sociológicas e filosóficas que, por conseguinte, dificultam atingir o seu significado autêntico. Os enganos resultam de uma postura de análise desprovida de uma lógica que vá além e supere as especulações idealistas e metafísicas do objeto técnico, tal lógica, segundo o autor em comento, é a dialética.

As confusões que emergem de tal equiparação são produtos de estratégias de dominação que visam manter as relações que configuram o contexto em que as tecnologias são inseridas e que compõem a alienação cultural (VIEIRA PINTO, 2005a). Essas estratégias que se estabelecem como mecanismos ideológicos estão direcionadas ao preparo da consciência das massas trabalhadoras e de seus propagadores das nações subdesenvolvidas – operadores da técnica –, para identificar nas tecnologias produzidas pelas nações desenvolvidas aquilo que é necessário para a superação do atraso em que se encontram. O efeito dessa pernicioso manipulação constitui “[...] uma força de exploração e drenagem de recursos, dando em resultado a diminuição, quando não a completa perda, da sua soberania” (VIEIRA PINTO, 2005a, p. 257). A relação de dependência tecnológica que se estabelece entre as nações desenvolvidas e subdesenvolvidas interfere nas condições de soberania das últimas.

A submissão das nações subdesenvolvidas provoca conseqüentemente “[...] a perda de oportunidade de criação própria, de aproveitamento dos seus bens naturais para si” (VIEIRA PINTO, 2005a, 257). Diante de um estado de dependência, por não produzir suas próprias tecnologias, as nações subdesenvolvidas ficam submetidas às tecnologias estrangeiras, o que gera uma percepção de estar havendo um desenvolvimento nessas nações, porém tal estado é uma ação controlada pelas nações desenvolvidas, como forma de manter as relações de dominação, expropriação e espoliação, não permitindo que esse desenvolvimento promova transformações que impliquem na retomada da soberania dos países subdesenvolvidos.

Nesse sentido, a tecnologia, quando igualada à técnica, tem como finalidade se tornar um instrumento de dominação, pois é condicionada por um desequilíbrio provocado pelo estado de avanço de determinadas técnicas, dominadas por nações desenvolvidas. Nessa acepção, a tecnologia funciona como gerador de dependência, através dos conhecimentos e criações advindas dessa condição avançada e, por consequência, é usada como moeda de troca (VIEIRA PINTO, 2005a). Com isso, tal desequilíbrio faz com que as nações subdesenvolvidas se mantenham dependentes desses conhecimentos e produções tecnológicas.

Conforme afirma o filósofo, em determinados momentos da história a expansão tecnológica se dava pelo aspecto quantitativo da técnica. Tal aspecto é caracterizado pelas relações sociais de produção, em que há um maior aproveitamento da força muscular humana,

fato esses que impulsionou algumas nações a dominarem outras com objetivo de escravizar o seu povo. A mão de obra escrava tem a função de aumentar as forças de produção que correspondem a um aumento da rentabilidade da técnica e sua expansão. Isso mostra que a expansão tecnológica nem sempre esteve condicionada por mudanças qualitativas.

A análise histórica é fundamental para compreender que a base, que impulsiona as transformações no âmbito das produções tecnológicas, precisa se voltar às relações de produção material de cada época. Com a entrada da sociedade nos tempos modernos, as substituições tecnológicas começaram a se dar, com mais frequência, por transformações relacionadas a aspectos qualitativos, o que possibilitou acúmulos de conhecimentos mais acelerados e a uma nova dinâmica na evolução tecnológica (VIEIRA PINTO, 2005a).

Em virtude do acúmulo de conhecimentos produzidos historicamente – que na modernidade tem destaque com a valorização da razão, dando início à época das Luzes, Iluminismo –, uma nova dinâmica na produção de conhecimento se estabeleceu, o que aumentou a velocidade dessa produção, a qual vem se efetuando de forma cada vez mais acelerada até a época atual (ROQUE, 2021). Com as sociedades produzindo conhecimentos de forma mais acelerada, as transformações qualitativas das tecnologias também se intensificam, com a finalidade de ampliar o domínio sobre as leis e fenômenos naturais que, conseqüentemente, forjam novas realizações tecnológicas.

Para exemplificar como se configura essa nova dinâmica, Vieira Pinto (2005a) se refere ao domínio e às mudanças nas formas de geração de energia, como no caso do advento da energia nuclear, o que permite o emprego de outras fontes de energia na configuração das formas de produção. Mudanças nas fontes de energia são determinantes para promover saltos qualitativos nas atividades de produção, como ocorreu com o domínio da energia elétrica, possibilitando o aumento da participação de máquinas na produção. O novo dimensionamento tecnológico, configurado a partir do domínio de novas fontes de energia, revela a transformação, advinda com a modernidade, dessa dinâmica de produção material, a qual possui como essência mudanças qualitativas nas relações sociais de produção.

Para os processos educativos, isso se materializa em criações de metodologias que refletem as formas de estrutura social estabelecida, contingente aos interesses das classes dominantes. Podemos citar dessa materialização as reformas curriculares, diretrizes para elaboração de livro didático, organizações multilaterais e não governamentais estabelecendo

eixos educacionais, entre outras formas de influências, das relações de produção, na constituição do espaço escolar (ARTUSO; SILVA; SUERO, 2020).

O atual ciclo de transformações tecnológicas gerado por mudanças qualitativas mais aceleradas, em que as realizações cibernéticas têm se destacado, vem a ser o que as nações dominantes procuram difundir como suposta “explosão tecnológica” ou suas variações: “era tecnológica” e “civilização tecnológica”. Tal ciclo, caracterizado pelas expressões citadas e de interesses ideológicos, configura a nova forma de organização das relações entre as nações, delineada agora pelo estado de modificação qualitativa cada vez mais acelerado das técnicas. Isso permite que a técnica desenvolvida no nosso tempo, vista como representante da tecnologia, seja colocada como solução das questões sociais que afligem as massas trabalhadoras das nações de que não as possuem, o que, por sua vez, vai justificar a exaltação das realizações atuais como forma de manter os interesses das nações desenvolvidas de dominação e espoliação. O que vale, também, para a terceira acepção evidenciada por Vieira Pinto (2005a), que equipara a tecnologia a um conjunto de técnicas de uma determinada sociedade, tal qual tratamos na próxima subseção.

- ***A tecnologia como um conjunto de técnicas***

A apropriação de tecnologias, desenvolvidas pelas nações mais avançadas, diante da difusão das mesmas, constitui um processo de alienação, o qual não se configura na posse dos meios tecnológicos estrangeiros, mas na apropriação dos fins que constituem das tecnologias estrangeiras. Estes são sempre legítimos para as intencionalidades e finalidades das nações dominantes, pois justificam as concepções de mundo que orientam tais fins.

De acordo Vieira Pinto (2005a), a existência de um processo de alienação na apropriação de uma determinada tecnologia precisa sempre ser considerado, visto que, tal processo resulta da incorporação dos fins que originam uma dada técnica. As realizações técnicas não representam apenas os meios pelos quais as nações menos avançadas se apropriam para alcançarem outras possibilidades de existirem, são marcadas, sobretudo, pelas intenções que compõem o conjunto cultural das sociedades que deram origem a essas técnicas.

Os fins transportados com as tecnologias modificam o caráter existencial delas, esse, por sua vez, representa o modo de existir do ser humano de forma geral. Assumir a técnica

pelo seu caráter existencial, permite que ela seja entendida enquanto patrimônio do ser humano (VIEIRA PINTO, 2005a). Segundo esse entendimento, as técnicas precisam estar a serviço da humanidade, não podendo elas serem consideradas propriedades exclusivas de uma determinada nação, que se outorga detentora dos direitos de posse. Ao se valerem da condição de possuidora das técnicas mais avançadas, as nações desenvolvidas impõem barreiras para difundi-las, de modo que nações não possuidoras dessas técnicas só tenham conhecimento delas após adquirir a condição ultrapassada e, por conseguinte, sua baixa relevância nas disputas por hegemonia pelo país de origem.

Por modificarem o significado existencial da técnica, os fins imprimem valores culturais às técnicas que levam à exaltação das nações avançadas, conferindo a elas a condição de serem as únicas capazes de alcançar técnicas superiores. De maneira oposta, consequentemente, as menos avançadas se julgam – de forma manipulada e submissa – sociedades não possuidoras das qualidades ou determinações suficientes para dar origem a técnicas de nível superior, como as criadas pelos países desenvolvidos. Isso condiciona os países subdesenvolvidos a permanecerem apenas consumidores das técnicas produzidas pelos desenvolvidos. A esse respeito, Vieira Pinto (2005a, p. 269) nos indica que qualquer que seja a “[...] técnica, identificada à ação do homem sobre o mundo, não discrimina quais indivíduos dela devem ter a posse, com exclusão de outros. Sendo o modo pelo qual se realiza e se mede o avanço do processo de humanização, diz respeito à totalidade da espécie.”.

As manifestações que identificam um conjunto de técnicas mais avançadas de uma determinada sociedade como as representantes das tecnologias, decorrem de compreensões equivocadas sobre o significado existencial da técnica. A consequência de tais compreensões resulta em movimentos que identificam, na técnica, aspectos valorativos em comparação a técnicas distintas, isso resulta na classificação das técnicas em inferiores e superiores. Tal divisão corresponde a um processo de dominação, justificada pela totalidade histórica das formas sociais de trabalho.

Nesse sentido, o que verdadeiramente ocorre são graus diferentes de humanização formados ao longo do processo histórico e que se distinguem pelo fato de que nações dominadoras impõem um sistema de exploração de recursos e das grandes massas de pessoas das nações dominadas. O aspecto valorativo, impresso nas técnicas, tem como finalidade colocar a técnica, supostamente superior, como a representante do nível extraordinário de desenvolvimento da cultura vigente (VIEIRA PINTO, 2005a).

Outro fato explorado pelo filósofo se refere ao processo de controle estabelecido pelas nações dominadoras para manter a nação dominada em níveis de desenvolvimento tecnológico sempre menos avançado, em relação aos seus. Esse controle está relacionado à diferença nos graus de humanização entre nações desenvolvidas e subdesenvolvidas, condicionado por um processo de transferência de tecnologia, as nações dominantes distribuem apenas as técnicas defasadas e menos relevantes, que se encontram em fase de inutilização, às outras nações.

Os efeitos dessa operação visam deixar as nações menos avançadas dependentes das técnicas que não são mais tão rendosas no contexto do país desenvolvido. Este, por sua vez, nesse movimento, confere sobrevida a essas técnicas que estariam fadadas à inutilização, de modo que encontram na transferência para outras nações a possibilidade de obterem mais lucros com a sua venda. Já as nações subdesenvolvidas se deparam com tal tecnologia oferecida e se maravilham com ela, dada a diferença no grau de humanização entre as nações, e se apressam em adquiri-las.

Diante desse contexto, os países subdesenvolvidos ficam submetidos a uma dupla exploração: a que se realiza pelo domínio dos recursos naturais e das massas trabalhadoras; e a que ocorre diante da transferência de capitais com a compra de tecnologias já superadas pelas nações dominantes (VIEIRA PINTO, 2005a). A dupla exploração, apontada pelo autor, é responsável por gerar duas situações de dimensões distintas nos países subdesenvolvidos, uma de caráter econômico e outra de dependência tecnológica.

Do ponto de vista econômico, torna as nações dominadas países consumidores de técnicas já superadas pelos países desenvolvidos. Estes, ao conseguir arrebatar os lucros com a transferência de tais técnicas, criam ainda mais condições para se adiantarem em novas descobertas e produções tecnológicas, mantendo, assim, as diferenças nos graus de humanização entre as nações desenvolvidas e subdesenvolvidas. A relação de dependência tecnológica se institui diante de uma barreira, apenas de maneira aparente, insuperável para um processo de libertação das nações dominadas para exercerem a sua soberania e alcançarem as próprias criações tecnológicas.

Essa trama, a qual Vieira Pinto (2005) se empenha em denunciar, apesar de parecer estabelecer um ciclo vicioso, em que as relações entre as nações não se modificam e os graus distintos de humanização se mantêm, precisa ser pensada dialeticamente. O filósofo ressalta que a realidade é constituída por processos históricos de ordem progressiva condicionada por

leis dialéticas, tais quais refletem a evolução da racionalidade humana. O progresso se estabelece condicionado por leis dialéticas, pois possui na essência do seu desenvolvimento a consciência humana, principalmente as das classes trabalhadoras, fator potente para a transformação das condições existenciais caracterizadas por um aparente ciclo vicioso.

O pensamento tomado por uma consciência desprovida das categorias dialéticas na análise da realidade opera por meio da lógica formal, a qual não alcança, pelas suas limitações de categorias intelectivas, a totalidade dos processos sociais que permitem compreender a dinâmica do desenvolvimento histórico condicionado pelas contradições da realidade. Como representação dessa dinâmica dialética, Vieira Pinto (2005a) usa a “dialética do senhor e do escravo”, da obra "Fenomenologia do espírito" do filósofo alemão George Hegel, para confirmar seus argumentos sobre e para as transformações intrínsecas do processo dinâmico da história.

De acordo com o filósofo brasileiro, a classe dominante, o senhor, só poderá se transformar em sua negação, ou seja, não dominante, que representa o seu desaparecimento como classe em uma nova forma de organização social. Por outro lado, os escravizados, as classes trabalhadoras

[...] são os representantes e os proprietários do futuro, são desde já, mesmo em sua miserável condição presente, os vitoriosos da história, porque para eles a transformação consistirá necessariamente em negar a realidade atual, portanto em deixar de ser o que são, convertendo-se de classe dominada não em dominadora, porque não haverá a quem dominar, mas em humanidade finalmente livre, universalmente portadora da consciência de si (VIEIRA PINTO, 2005a, p. 282).

A compreensão do processo histórico por um pensamento provido das mediações da lógica dialética penetra nos acontecimentos de forma mais profunda e expõe a realidade na sua dinâmica causal de maneira não linear, possibilitando identificar as transformações estruturais das relações sociais que condicionam o progresso tecnológico de cada época da história (VIEIRA PINTO, 2005a). Nesse sentido, não é difícil perceber as razões que condicionam as ações que as nações dominadoras executam para absolutizar o tempo presente, sendo uma delas a exaltação das suas produções tecnológicas. Esse aspecto corresponde ao caráter ideológico da técnica, que é expresso nos bens produzidos que são consumidos pelas nações dominadas, o que consubstancia a alienação cultural do país

subdesenvolvido. Na próxima subseção, tecemos discussões sobre outros aspectos que correspondem ao significado da tecnologia como ideologia da técnica.

- *A tecnologia como ideologia da técnica*

A tecnologia como ideologia da técnica tem mais espaço de reflexão ou o que o filósofo brasileiro dedica mais atenção. Vieira Pinto (2005a) ressalta que é fundamental que a técnica seja entendida como mediação na obtenção de uma finalidade humana, em que a análise é voltada à concretude qualitativa e funcional do meio social que dá origem à criação e aplicação da técnica. Por esse caminho, o risco de tratar a tecnologia sem considerar o contexto da sua criação e sua historicidade é minorado, de tal modo, que sua compreensão não seja reduzida apenas ao exame do sentido geral e inespecífico da técnica.

A análise sem considerar as circunstâncias sociais e históricas das tecnologias distorce a noção autêntica de tecnologia, condicionando sua representação àquelas que são de caráter mais avançado no momento, as quais provocam, segundo o autor, um estado de “embasbacamento”, produzindo atitudes de veneração à tecnologia (VIEIRA PINTO, 2005a). Tal estado, acometido pelo êxtase das realizações tecnológicas da época atual, abre caminho para uma consequente compreensão enganosa, a qual conduz a uma percepção de que países subdesenvolvidos são nações desprovidas de tecnologia. Para desmistificar tal compreensão, Vieira Pinto (2005a, p. 297) argumenta que

Qualquer que seja o grau do seu desenvolvimento, todo grupo social tem uma tecnologia suficiente para enfrentar a natureza e dela obter a produção necessária para viver. A função social da tecnologia pobre não se distingue em essência da possuída pela tecnologia rica. Ambas são formas em que assenta a existência de populações humanas desiguais.

O fato de existirem formas mais avançadas de tecnologias em relação a outras, não invalida essas últimas. Independentemente de qual seja a tecnologia em questão, todas são marcadas pela essência da criação de uma determinada técnica com o fim de resolver as contradições do ser humano com seu meio na luta pela sobrevivência. O que é necessário ter em conta, é que cada sociedade resolve suas contradições de acordo com suas especificidades. No caso das mais avançadas, por possuírem um domínio mais profundo das leis e propriedades da natureza, tornam, relativamente, menos árdua a sua luta para superar as

contradições com a realidade. Assim sendo, cada nação, desenvolvida ou subdesenvolvida, tem a tecnologia referente ao estado de progresso conquistado.

Os aspectos que distorcem as compreensões existenciais da técnica, conforme aponta Vieira Pinto (2005a), resultam de processos de ideologização da técnica, pois ao identificar a tecnologia por aquela mais avançada do momento, está se produzindo um movimento de absolutização do presente, o qual só interessa às classes dominantes por serem as beneficiadas pelas atuais produções tecnológicas, assim desejam que tal cenário não se modifique. Ademais, construir a imagem de que os países subdesenvolvidos são nações não tecnológicas favorece as nações desenvolvidas, visto que condiciona o processo de desenvolvimento das nações dominadas, ao produzir nessas a necessidade de possuírem as tecnologias produzidas pelos centros produtores localizados nas nações dominadoras.

Esse condicionamento ou mecanismo de alienação é caracterizado por um mimetismo, em que “[...] o consumo de um bem de procedência estrangeira leva o consumidor a desejar incorporar-se ao mundo onde se exerce naturalmente o tipo de ação humana realizadora dos produtos dos quais aspira apropriar-se” (VIEIRA PINTO, 2005a, p. 270). O mimetismo destacado pelo filósofo pode ser verificado em ações voltadas à área da Educação, por exemplo: quando se elaboram projetos de modernização para os espaços escolares a partir da aquisição de equipamentos tecnológicos de origem de países desenvolvidos, cujo motivo está apenas no fato de que tais equipamentos são ou foram utilizados por tais países.

O fato de ser uma técnica já difundida nesses países já é suficiente para legitimar as potencialidades funcionais para a área da Educação dos países subdesenvolvidos. A condição mimética destacada pode ser identificada nas considerações encontradas na pesquisa de Alves Filho, Peixoto e Echalar (2018), que analisaram as ações do programa “Um computador por Aluno – (UCA)”. Mais à frente, discutiremos de maneira mais detalhada os aspectos que os autores ressaltam sobre o programa.

O que podemos adiantar e que é importante apontar diante dessas iniciativas, segundo Vieira Pinto (2005a), refere-se à compreensão da essência da questão envolvendo as diferenças entre os progressos conquistados pelas nações, pois o problema precisa ser abordado a partir do estado de desenvolvimento do trabalho social, o qual funda a totalidade da sociedade.

O avanço tecnológico que marca as nações desenvolvidas consiste do acúmulo de trabalho realizado em períodos anteriores à história dessas nações. Tal constatação mostra

que, para países subdesenvolvidos, é necessário o acúmulo de conhecimento para que possam superar as condições marginalizadas e estagnadas em que se encontram suas técnicas. Porém, isso não pode ser realizado com a simples transplantação de técnicas das áreas mais avançadas. Para o aproveitamento mais efetivo, no sentido próspero, das tecnologias estrangeiras mais avançadas pela nação atrasada, faz-se necessário, antes de tudo, melhorar as circunstâncias do trabalho nos quais o país importador se encontra (VIEIRA PINTO 2005a).

A percepção de que uma tecnologia é necessária para a superação de um determinado estado de atraso precisa estar assentada nas exigências materiais das nações que se encontram em tal estado. Nesse sentido, é fundamental uma apropriação histórica e crítica do seu surgimento e não apenas uma apropriação por imitação, considerando que para uma utilidade efetiva sua, é indispensável ter em conta, primeiro, a necessidade dessa tecnologia (VIEIRA PINTO, 2005a). Segundo o filósofo, para ser efetiva e eficiente a tecnologia importada deve estar associada ao nível de desenvolvimento do trabalho, visto que não há um único caminho para a conquista do progresso, outros caminhos existem.

Para chegar a tal compreensão, é necessário pensar a realidade por meio das categorias dialéticas, as quais permitem a apropriação dessa pelo pensamento crítico, tomando o processo histórico como fundamento das transformações das realizações humanas. Nessa perspectiva, o axioma primordial, segundo o pensar dialético, para uma verdadeira teoria do desenvolvimento precisa considerar que “[...] nenhum país está obrigado a seguir o caminho trilhado por outro, exclusivamente porque levou este último aos píncaros da história” (VIEIRA PINTO, 2005a, p. 302).

O autor argumenta que para uma nação atrasada alcançar suas próprias criações, é preciso ter objetivos planejados e possibilidade de realizar as ações, independentes e soberanas, para escolher os caminhos do seu progresso. Isso implica tomar as experiências e realizações estrangeiras com finalidades do ponto de vista consultivo, o qual permita que as escolhas estejam pautadas pelas necessidades objetivas da realidade do país subdesenvolvido.

Nesse sentido, é fundamental que a nação tome a direção do próprio desenvolvimento, de maneira a considerar as condições existenciais de trabalho das massas trabalhadoras, caso contrário, não haverá efetivamente um desenvolvimento, mas a configuração de circunstâncias objetivas específicas que apenas revelam um estado de crescimento (VIEIRA PINTO, 2005a). Este representa apenas um aspecto econômico superficial que se estabelece por um condicionamento de caráter mais quantitativo, enquanto que o desenvolvimento é um

processo que prioriza as determinações qualitativas, orientadas para a transformação das circunstâncias reais do país, portanto, universalmente libertador.

Para corroborar as considerações do filósofo brasileiro, na análise desse movimento que condiciona as circunstâncias objetivas da realidade dos países subdesenvolvidos, podemos associar, para efeito de dar mais ênfase a elas, as ideias de Paulo Freire. Em sua obra “Pedagogia do Oprimido”, o educador brasileiro discute o processo de superação pelas nações oprimidas, em que estabelece as seguintes categorias para analisar a consciência social que tais nações se encontram, quais sejam: a que se revela “ser para o outro” e a que se revela “ser para si” (FREIRE, 2021).

Na condição de “ser para o outro”, as transformações não interessam às nações oprimidas, mas às nações estrangeiras, às opressoras, as quais possuem o domínio das relações. Nesse caso, como ressalta Freire (2020), é importante ficar entendido que nem toda transformação implica desenvolvimento, mas todo desenvolvimento implica transformação. Ao considerar tal compreensão de desenvolvimento, o teórico alerta para que não se confunda desenvolvimento com modernização, pois este estado só interessa às nações que são os centros de produção tecnológica. A condição de “ser para si” é a transformação da consciência, da nação oprimida para um estado crítico, em que se estabelecem as direções para alcançar a condição de sociedade livre, pois estabelece os objetivos e diretrizes que condicionam seu próprio desenvolvimento.

Segundo nossas reflexões, diante das ideias de Vieira Pinto (2005), entendemos que todas as nações possuem as técnicas que lhe são úteis para as condições existenciais de cada qual. Tal constatação revela o processo libertador que se desencadeia quando a nação assume a direção de sua transformação. Desse modo, os graus de humanização distintos permitem que cada nação opere na realidade com as técnicas mais rendosas que dispõe no momento. Como exemplo de formas de operar na realidade, a depender do grau de humanização atingido pelas nações, Vieira Pinto (2005a) compara dois processos de conservação de carne, considerando regiões mais pobres em circunstâncias materiais, tomando o caso da região do nordeste brasileiro, onde a pobreza era mais extrema à época, e regiões mais ricas, do ponto de vista material, portadoras de técnicas mais avançadas.

No caso da região do nordeste brasileiro, para as pessoas conseguirem conservar a carne utilizavam de uma técnica que expõe a carne ao sol para deixá-la desidratada e assim aumentar o tempo de conservação do alimento. No segundo, em regiões mais ricas, a

estocagem da carne se dava por meio de um refrigerador, que já era a técnica utilizada, tal qual mantém a carne em temperaturas baixas e que também aumenta a conservação do alimento.

Nas duas situações, são utilizadas técnicas que representam o grau de avanço de cada contexto. Todavia, cada técnica criada exprime a capacidade inventiva do ser humano, mostrando, em termos de conhecimentos, a riqueza da sua ação para lidar com as contradições que as relações com a natureza o colocam. Isso nos mostra que as ações humanas são limitadas pelas condições existenciais de cada contexto onde estão inseridas.

De acordo com o filósofo, é evidente a necessidade de superação das técnicas menos avançadas, pois sua substituição reflete a luta que o ser humano trava com a natureza em busca de formas menos penosas de produzir as condições de sua existência. No entanto, a substituição de técnicas primárias de regiões pobres por outras mais avançadas de regiões ricas, não é o fator determinante da modificação das condições existenciais das regiões pobres. A mera substituição das técnicas por outras estrangeiras mais avançadas não implica, por si só, a alteração na essência do problema da pobreza. Para tanto, é necessária a compreensão crítica da totalidade da realidade, a qual permite identificar as determinações relacionadas a interesses outros, que são fatores determinantes para a configuração das condições de pobreza.

Ao analisar a realidade na sua totalidade, considerando suas múltiplas determinações, interesses outros, que não se apresentam de forma imediata, mostram-se condicionantes da intensificação das desigualdades nos graus de humanização. Na situação considerada, existem certos interesses que não se mostram na aparência das condições alimentares das regiões pobres. Segundo Vieira Pinto (2005a, p. 304),

[...] o que terão de fazer as forças desejosas de substituir a técnica do jabá pela da frigorificação será substituir as respectivas sociedades, isto é, tirar, em totalidade, o contexto atrasado da situação de pobreza em que vegeta, instaurar condições objetivas criadoras das exigências sociais que funcionarão como fatos compulsórios para impor o emprego de uma tecnologia avançada.

O autor nos indica que é preciso pensar primeiro na alteração substancial das condições existenciais das regiões mais pobres, a qual se dá fundamentalmente pela alteração das relações sociais de produção. Estas representam as estruturas fundantes dos processos de transformação das circunstâncias objetivas da sociedade, como no caso da conservação da

carne, significa modificar as formas de produção que privilegiam a exportação de alimentos em detrimento do abastecimento nacional.

O exemplo destacado pelo filósofo serve para elucidar situações semelhantes que são reproduzidas no âmbito da Educação. Podemos fazer relações com as ações que visam equipar escolas com recursos tecnológicos transplantados de países desenvolvidos. Tal ação não modifica, por si só, objetivamente, as condições de ensino e aprendizagem de professores e estudantes, visto que é necessário modificar as condições de produção e, conseqüentemente, a organização da sociedade em que a escola está circunscrita.

Para dar mais concretude ao que estamos destacando e aproximar mais a questão para situações relacionadas à área de Educação do Brasil, vamos retomar o caso que mencionamos sobre a pesquisa de Alves Filho, Peixoto e Echalar (2018) sobre o Programa Um Computador por Aluno (UCA), idealizado para equipar escolas com computadores. O programa foi inspirado no modelo norte-americano *One Laptop Per Child (OLPC)* como forma de introduzir tecnologias importadas – computador – no ambiente escolar. A justificativa do programa foi implementar ações de inclusão digital e produzir modificações nos processos de ensinar e aprender de professores e estudantes. (ALVES FILHO; PEIXOTO; ECHALAR, 2018).

No entanto, o programa UCA esbarrou numa questão fundamental, considerando a perspectiva apontada por Vieira Pinto (2005a), a qual indica a necessidade de modificação, primeiramente, das relações sociais de produção da realidade brasileira, que respondem pela utilização das tecnologias menos avançadas do país. Por não envolver a concretude das relações sociais de produção da realidade brasileira, isso refletiu na compreensão limitada da totalidade de tal realidade por parte dos propagadores da tecnologia alheia, pois não atentaram para as determinações produzidas pelas condições sociais vigentes no país, as quais incluem, em especial, as condições de trabalho das massas trabalhadoras. Isso revela que, para que seja fecunda a importação tecnológica e ser bem-sucedida a implantação nos espaços escolares, é necessário, antes de tudo, melhorar as condições de produção da nação, ou seja, “[...] alterar a forma das relações entre os indivíduos no ato do trabalho” (VIEIRA PINTO, 2005a, p. 301).

A partir do que foi exposto a respeito do conceito de tecnologia, nosso objetivo foi trazer algumas ideias de Vieira Pinto (2005a) para ressaltar, em dimensão mais ampla, aquelas que evidenciam aspectos relacionadas com o debate sobre a implementação das tecnologias digitais no âmbito educacional. Sendo assim, dedicamo-nos a apontar elementos que se

concentraram em caracterizar a função social da tecnologia, cujo entendimento é constituído tomando como fundamento a participação das tecnologias na organização das relações entre os seres humanos.

Os aspectos teóricos que abordamos consideramos relevantes para esta investigação como fundamentos, em uma perspectiva filosófica da tecnologia do ponto vista crítico, pois servem para abarcar as dimensões políticas, econômicas e sociais, as quais, na maioria das discussões envolvendo o tema, não são tratadas a partir de uma análise que atente para uma compreensão dialética e histórica da dinâmica das transformações tecnológicas. Isso, para nós, foi determinante para que fosse possível obter uma análise crítica sobre a dimensão tecnológica, tal qual a Educação atualmente está inserida.

A construção teórico-filosófica adotada é convergente com a pesquisa que realizamos, pois o nosso objeto de estudo tem como características ações envolvendo as tecnologias digitais, mais especificamente o computador/software, e a Educação, em especial, a Educação Matemática. De acordo com que abordamos, a respeito dos aspectos ontológicos e epistemológicos do conceito de tecnologia, foi possível nos aproximar e compreender um pouco mais a totalidade da dimensão tecnológica. Isso permitiu que pudéssemos discutir os aspectos singulares da nossa investigação sem perder de vista o todo do processo de construção da realidade tal qual ela está circunscrita. Nesse sentido, para tratar o nosso objetivo, o qual envolve a análise de aspectos epistemológicos dialéticos da cibernética caracterizados por práticas de programação de computadores articulados à produção de conhecimentos em Matemática, discutimos, na subseção seguinte, ideias outras, também a partir de Vieira Pinto (2005), que envolvem a teoria cibernética e o processamento de informação no condicionamento de processos do pensamento.

4.1.3 Cibernética e a teoria da informação

Diante das formulações consideradas para a apreciação de um pensar autêntico sobre a conceituação de tecnologia proposta por Vieira Pinto (2005), este também colaborou, de forma profunda, para uma compreensão dialética da teoria da cibernética, denominada pelo filósofo brasileiro de “nova ciência”. Suas elaborações, que resultaram numa abordagem filosófica do processo de existência da cibernética, compendiam ideias que oferecem fundamentos para os fins que definimos para nossa investigação. Por essa razão, entendemos

que as considerações do autor sobre a cibernética contribuíram com a análise das ações realizadas por professores e licenciandos em situações de produção de conhecimento em Matemática caracterizadas por práticas de programação de computadores.

Como já mencionamos, tais práticas consistem em técnicas estabelecidas pelo acúmulo histórico de conhecimento que deu origem a área que conhecemos como Computação, a qual se constitui mediante aos estudos e aplicações da teoria cibernética, principalmente aquelas que operam nos processos de organização e comunicação da informação. A prática de programação de computadores é considerada por nós como prática do conhecimento, a qual se estabelece a partir do advento da cibernética. Na constituição desse campo teórico, Vieira Pinto (2005b, p. 20) avalia que “[...] não pode haver teoria do conhecimento a não ser partindo da prática do conhecimento. Essa tese geral se aplica [...] a criação das máquinas cibernéticas¹³ e o trabalho de processamento de dados nela realizados.”.

O estudo e a discussão dos conceitos trabalhados por Vieira Pinto (2005b) – a respeito da cibernética – são relevantes para este trabalho, haja vista que colaboram na sustentação das nossas análises, no sentido de identificar – nas práticas de programação de computadores – aspectos dialéticos que nos permitam avaliar as possíveis articulações que envolvam situações de produção de conhecimentos em Matemática. A ciência cibernética e a aparelhagem que dela derivam, estão diretamente relacionados ao controle do comportamento da matéria viva e às operações do pensamento do ser humano (VIEIRA PINTO, 2005b).

O autor revela que a cibernética, enquanto ciência, representa e dá existência a uma máquina completa disponível para o ser humano. Nesse sentido, compreendida na sua totalidade, a cibernética revela-se uma máquina que retroalimenta a cognição humana, pois integra

[...] um dispositivo com o efeito de ciência que o homem incorporou a sua racionalidade para melhor compreender o mundo e modificá-lo. Com o emprego dos conhecimentos recebidos de volta, incluídos entre os conteúdos da razão, projetados na práxis da ação e confirmados em seu teor de verdade, o homem projeta novos tipos de engenhos, outros modelos de estruturas orgânicas e inorgânicas, métodos de comunicação mecânica ou eletrônicas e simulações das operações do pensamento (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 16).

13 As máquinas cibernéticas que Vieira Pinto menciona se referem às da época da escrita do livro, década de 1960 e 1970. Essas eram as que estavam sendo implementadas nas linhas de produção das fábricas chamadas de autômatos e os computadores que já se faziam presentes em situações científicas e em projeto de políticas públicas.

Ao identificar a cibernética enquanto elemento de um dispositivo que corresponde à própria ciência, o autor nos indica que esse elemento revela um processo epistemológico, o qual se constitui em uma única máquina, composta pelo ser humano e o condicionamento recíproco possibilitado pelas formas de retroação oferecida por artefatos constituídos a partir da cibernética. A dinâmica operada por essa única máquina consiste em alimentar o cérebro humano, criador da cibernética, por meio de uma retroalimentação de informações que amplia o conhecimento humano sobre a realidade. Para nós, é importante a conclusão do autor, visto que revela, enquanto característica da cibernética, aspectos que envolvem as simulações das operações do pensamento, fundamental para avaliar nossas compreensões a respeito das práticas de programação de computadores como processo na mediação da produção de conhecimento em Matemática.

Cabe ressaltar que a abordagem para essa dinâmica precisa estar organizada a partir de uma conduta subjetiva de natureza dialética. Isso é fundamental, tendo em vista a possibilidade de penetrar de forma mais profunda na concretude da realidade e representá-la racionalmente, constituindo, assim, um mecanismo ampliado na geração de conhecimento (VIEIRA PINTO, 2005b). Nesse movimento dialético cognoscitivo, os aspectos associados à cibernética permitem compreender o circuito epistemológico, tal qual é condicionado por dois polos: o ser humano, com sua capacidade de pensamento; e o mundo, que fornece uma diversidade infinita de dados para a cognição humana.

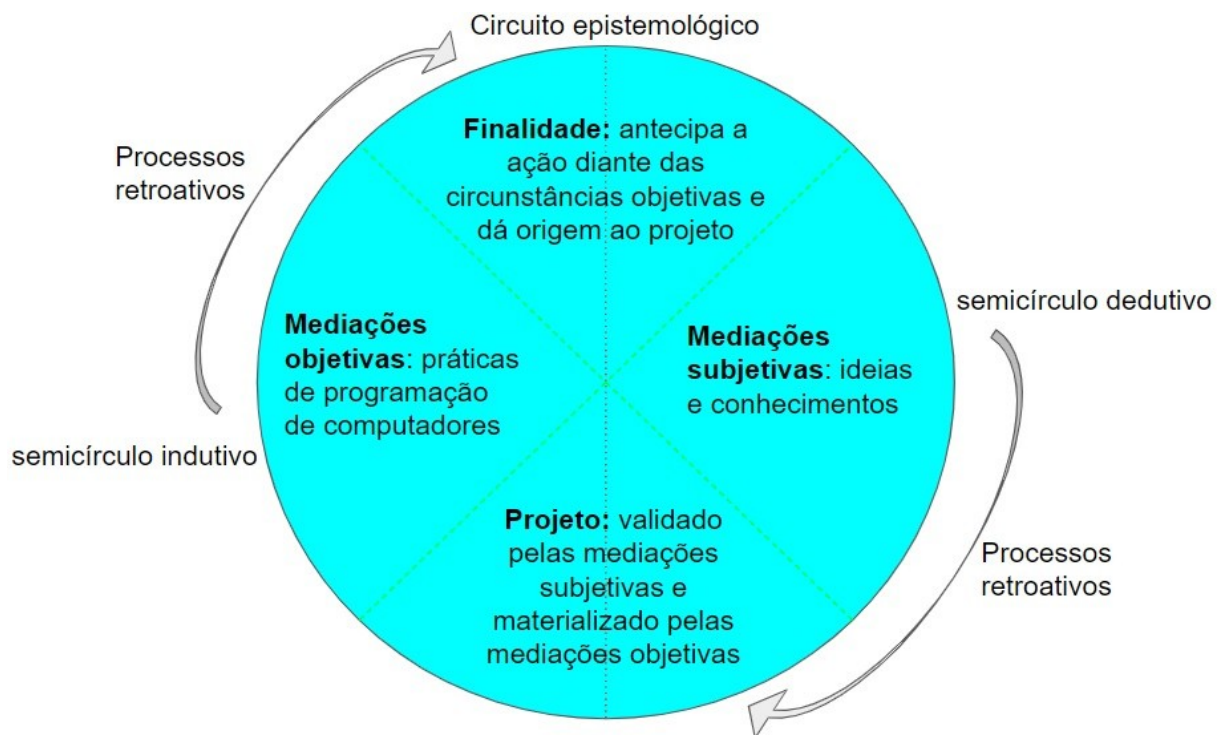
A correlação caracterizada pela cibernética amplia a capacidade cognoscitiva do ser humano e instaura outras configurações que condicionam seus processos intelectivos. Isso constitui uma ampliação das dimensões ontológica e epistemológica da prática humana que, diante da disposição de outras possibilidades de conhecer proporcionada pela cibernética, transformam as dimensões da existência do ser humano e as ações que engendram o circuito epistemológico ou do saber (VIEIRA PINTO, 2005).

O circuito representa um movimento que se constitui de dois semicírculos, que se completam e se contrapõem, representados pelos pensamentos indutivo e dedutivo, que compõem a simbiose que corresponde à máquina humano-cibernética, que se retroalimentam por processos retroativos. O ciclo de conhecimento representa a dinâmica que condiciona as operações que ocorrem no plano do pensamento humano, que operam de acordo com qualificativos que indicam processos indutivos e dedutivos, quais sejam: aferência, percepção,

ideação, generalização, conceituação, sintetização, inferência, operação, conclusão, particularização, discursivos e analíticos (VIEIRA PINTO, 1969).

A totalidade do movimento de produção de conhecimento envolve três momentos: pensamento, atividade e conhecimento. O pensamento dirige a atividade e que ao mesmo tempo condiciona o pensamento, o qual elabora o conhecimento que também o orienta (PRADO JR., 1980). Estas fases podem ser caracterizados por um fazer cibernético numa percepção dialética, em que engendram um circuito epistemológico mobilizado pelos seguintes aspectos: finalidade; projeto; mediações subjetivas e objetivas. A Figura 1, a seguir, representa um esquema que pode refletir ou exprimir de forma mais sintética esse movimento de produção de conhecimento.

Figura 1: Esquema do movimento dialético de produção de conhecimento



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 1 sintetiza o movimento do circuito epistemológico, cujo movimento dialético, que caracteriza o pensamento, se estabelece considerando os seguintes elementos principais da atividade intelectual: a finalidade da ação; as mediações subjetivas e objetivas; e a criação do projeto para resolver uma determinada contradição com a realidade. Os

elementos destacados se associam a um círculo mais amplo, este configurado pelas fases que caracterizam a atividade intelectual do ser humano, a saber: atividade, pensamento e conhecimento, que se completam mutuamente no movimento de constituição do conhecimento (PRADO JR, 1980).

Os aspectos evidenciados no esquema da Figura 1 fazem referência às três fases desse círculo mais amplo, pois são constitutivos dessas fases. A finalidade e o projeto são da ordem do pensamento, as mediações subjetivas da ordem do conhecimento e as objetivas da ordem da atividade. Esse movimento do processo de conhecer é sempre progressivo, de maneira que

O conhecimento não se faz e refaz de novo em cada indivíduo. Representa uma acumulação progressiva, no tempo e no espaço, que se acrescenta permanentemente com a contribuição de cada um e de todos em maior ou menor proporção. E o ponto de partida de cada acréscimo é sempre o realizado e acumulado anteriormente: é na base de um patrimônio cultural transmitido do passado e enriquecido no presente, que cada indivíduo traz a sua contribuição própria (PRADO JR, 1980, p. 52).

Convém explicar que a imagem em formato de círculo – representação do circuito – tem a função de sinalizar que não existe um ponto inicial para que esse movimento aconteça, visto que na percepção dialética do pensamento os processos ocorrem em conjunto e de forma permanente. Isso quer dizer, por exemplo, que mediações subjetivas ocorrem ao mesmo tempo que as mediações objetivas ou que essas últimas disparam aquelas e vice-versa, de tal maneira que se completam mutuamente.

Ao apontar as relações entre a ciência cibernética e o ser humano, é importante compreender que a finalidade dessas relações – enquanto teoria e prática – não está na máquina, mas sim nas transformações que o ser humano realiza, as quais refletem o avanço da sua racionalidade (VIEIRA PINTO, 2005b). Efetivamente, conforme o filósofo aponta, significa dizer que a máquina não representa o objetivo final da cibernética, mas que sua intenção última, entendendo que a constituição dessa ciência se dá pela incorporação e fornecimento de informações, consiste em abastecer o ser humano de novas informações, que vão se desdobrar em conhecimentos.

Com tal percepção, é fundamental localizar os processos de constituição dessa nova ciência, os quais são configurados a partir das relações existenciais do ser humano, as quais são determinantes para a formação da sua consciência. Essa, por sua vez, é o “local” em que se reflete a realidade objetiva, visto que representa o centro da racionalidade do ser humano, condicionada pelas ações recíprocas inerentes ao movimento da matéria. A esse respeito, é

importante compreender que “a ação recíproca entre os corpos naturais e as forças que põem em jogo são fundamento material, e por conseguinte lógico, da racionalidade do conceito de consciência enquanto reflexo da realidade” (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 203). O conjunto de tais ações representa o que podemos considerar, de modo mais geral, conhecimento.

As ações recíprocas, condicionantes da racionalidade humana, revela as trocas de influências entre o ser humano e mundo, refletindo a produção de novas informações. Em posse dessas novas informações, o ser humano, por sua vez, aumenta sua capacidade de penetrar na realidade e avançar no desenvolvimento da sua racionalidade. As trocas configuram o ciclo do conhecimento, pois constituem o movimento que estabelece a relação mútua entre a atividade humana, o pensamento e o conhecimento (PRADO JR., 1980).

A ciência cibernética, produto do ciclo do conhecimento, reflete a evolução do ser humano e, conseqüentemente do surgimento de novas máquinas, enquanto representação material da cibernética. Esse processo efetiva o movimento de produção da informação, porém não o modifica, permanece invariável, visto que sua finalidade é servir ao ser humano. Dessa forma, a cibernética pode ser compreendida como a ciência que se constitui a partir da organização da informação e de sua comunicação. Nesse sentido, é imperativo tecer algumas compreensões, baseadas em Vieira Pinto (2005b), sobre o conceito de informação.

O autor concentra a discussão sobre o conceito de informação na sua obra, a partir da expressão humana desse conceito. Todavia, é essencial, para a compreensão desse conceito, tomar o caminho epistemológico que define, a partir da sua manifestação primordial, ou seja, a informação como processo universal de movimento da matéria (VIEIRA PINTO, 2005b). Esse movimento não se restringe ao ser humano, tampouco a toda matéria viva, a informação se dá, a princípio, nas relações entre as matérias inorgânicas, por condicionamentos das ações recíprocas.

Com a evolução da matéria para as do tipo orgânicas, que culminam na formação das espécies animais e vegetais, as relações atingem um grau de complexidade maior, cujo nível superior se encontra representado pela formação da espécie humana. No ser humano, a informação vai adquirir uma forma mais sofisticada em relação a de todas as outras matérias, o que torna a informação um fator fundamental na produção da existência humana (VIEIRA PINTO, 2005b).

O conceito de informação, tomado na sua expressão humana, constitui-se de maneira plena a partir da ascensão da espécie à sua característica social, sobretudo condicionada pelas

relações que se estabelecem perante a dimensão social, onde a informação é empregada em caráter absoluto. A abordagem do conceito de informação se apoia nos fundamentos do materialismo histórico, os quais justificam a existência do ser humano a partir do processo de evolução da matéria. A compreensão da cosmologia¹⁴ é pautada na evolução da matéria, cuja existência, a princípio, dá-se na dimensão inorgânica, evoluindo para orgânica e esta alcança a sua complexidade e perfeição no ser humano.

A constituição da informação, em qualquer dimensão da organização da matéria, ocorre por meio da execução de um circuito informativo, o qual é determinado por processos dialéticos de ações recíprocas da matéria. Nesse sentido, Vieira Pinto (2005b) se concentra nas considerações das propriedades da informação em níveis de complexidade mais elaborados, os quais se encontram na sua expressão humana.

A informação, considerada enquanto aspecto existencial do ser humano, acompanha-o em todo seu processo de evolução. No entanto, o interesse científico, tal qual resulta em teoria matemática da informação, tem início a partir das formas mais complexas de relacionamento entre os seres humanos marcadas pela consolidação da era moderna, que produziu transformações a partir de uma mudança epistemológica de compreensão da realidade e que deu início à transformação da forma de organização da sociedade.

A era moderna estabeleceu novas formas de comércio e, por conseguinte, o interesse pela publicidade, a partir das necessidades publicitárias para a divulgação dos objetos produzidos para a venda (VIEIRA PINTO, 2005b). As relações emergentes advindas da consolidação da sociedade moderna configuram outras formas de geração de informação, como no caso da intensificação das relações de comércio. Tal compreensão reflete a influência das relações sociais de produção na consolidação de um campo da ciência, nesse caso, o da teoria da informação, que emergiu, sobretudo, com a vigência do sistema capitalista.

A informação ganhou relevância, de um ponto de vista científico, quando foram consideradas as potencialidades na produção de meios para a sua difusão, como forma de alcançar as grandes massas sociais, o que permitiu dar origem às estratégias de propaganda. Disso resulta o interesse em conhecimentos sobre o comportamento dos indivíduos, aglutinando estudos do ponto de vista lógico e epistemológico, de modo que, a informação

14 Área de estudo que busca explicar a origem e a constituição do universo.

alcança a qualidade de objeto de um campo científico. A informação, tomada na dimensão humana enquanto objeto científico,

[...] consiste na transmissão de um modo de relacionamento de um ou alguns homens com a realidade, que esses indivíduos desejam fazer chegar ao conhecimento de outros, aqueles que não experimentaram as mesmas percepções ou não conceberam iguais ideias. A informação consiste sempre na passagem de um conteúdo de saber de um conhecedor atual para outro, futuro. Com isso, só pode “descer” ou espriar-se, indo sempre do sábio ao ignorante, com o inevitável risco de distorções de clareza da mensagem no trajeto. A informação transporta um conteúdo a ser medido em uma unidade particular, o *bit*. (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 35).

A área do saber constituída com a investigação da informação corresponde a uma “[...] respeitável e valiosa criação da inteligência científica contemporânea, integrada ao campo da cibernética, constituindo um de seus componentes mais importantes e fecundos” (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 36). No entanto, o autor alerta que a compreensão da concepção de cibernética e da teoria da informação precisam estar fundadas nas relações sociais de produção, as quais determinam as dimensões econômicas e políticas da existência do ser humano.

A apreensão das formas de movimento da matéria, informação, sistematizadas pela teoria da informação e incorporadas em máquinas, materializadas a partir do advento da cibernética, referem-se ao processo de produção do conhecimento que tais máquinas permitem mediar. As condições que as máquinas de caráter cibernético, mais especificamente os computadores, fornecem ao ser humano estão relacionadas aos processos de simulação ou de modelação, os quais são determinados segundo a lógica formal, que fundamenta a criação das máquinas cibernéticas, em especial, pelo emprego do raciocínio por analogia (VIEIRA PINTO, 2005).

A cibernética, segundo o autor, constituiu-se fundamentada pela lógica formal, mais especificamente estruturada a partir do raciocínio por analogia, o qual se caracteriza pela ausência da proposição dialética da universalidade. Significa que o raciocínio por analogia se realiza na dimensão lógica que conclui a partir de uma condição particular a outra particular. A formação de um raciocínio desse tipo sempre contém o aspecto dialético que possibilita dar concretude para o pensamento, visto que toda forma de pensar tem origem na manifestação

real da vida, ou seja, nas contradições encontradas na produção da existência humana (VIEIRA PINTO, 2005).

Neste sentido, o raciocínio por analogia, mesmo na dimensão da lógica formal, possui uma contradição interna que produz a negação de um estado particular existente, como forma de comparação no processo de simulação. Isso significa, que tal raciocínio contempla as proposições de valores universais, revelando “[...] que as formas mais complexas do movimento da matéria se tornam aptas para abranger e representar as menos complexas” (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 107). Para abranger e representar as formas menos complexas, é preciso que as formas mais complexas do movimento da matéria, seres humanos, realizem as ações operativas de abstração da realidade e articulações das ideias, o que caracteriza a atividade epistemológica do pensamento. Tal atividade se constitui mediante o trânsito de um estado de movimento da matéria com leis próprias para outro de maior complexidade (VIEIRA PINTO, 2005b).

A compreensão instituída no parágrafo anterior, a qual é fundada no condicionamento dialético do pensamento, possibilita alcançar um plano mais geral, considerando a evolução da matéria no seu grau mais avançado de complexidade, o ser humano. Nesse estágio de evolução, constitui-se a consciência social, que opera por leis ainda mais complexas que ocasionam, por conseguinte, dificuldade maior para a sua apreensão. A complexidade do plano da consciência social se associa ao fato de que as leis que a operam são de exclusividade do ser humano, o qual as constitui para si e se encerram no processo de organização do plano objetivo, ou seja, as leis da história. A consciência social

[...] corresponde às formas de movimento da matéria que em relação ao indivíduo exibem um grau de universalidade superior ao da sua capacidade representativa, porquanto englobam uma dimensão temporal que sobrepassa a da existência individual e se apresentam como uma realidade permanente em constante desenvolvimento, a cultura (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 109).

A argumentação do autor com relação à formação da consciência social permite compreender a existência humana no processo histórico e revela não somente o seu caráter biológico exclusivo, mas, também, a sua forma de ser no mundo. Tal singularidade do ser humano é o que define o seu caráter existencial, o qual dá condições para ele “assumir o encargo de prolongar em formas inéditas o movimento evolutivo da matéria, a saber, a criação

dos modos de produção econômica da existência, com a característica significação denominada cultura” (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 109).

O autor chama a atenção para as leis universais que regem o movimento da matéria para mostrar as relações que se estabelecem entre aquelas de maior e de menor complexidade. Isso é importante para desmistificar as compreensões que tentam igualar a complexidade do pensamento humano, partindo de um raciocínio por analogia, com os processos realizados por uma máquina cibernética, como o computador. O que pode ser considerado lícito nessa comparação, é dizer que o ser humano constrói as máquinas cibernéticas com base em semelhanças com suas operações mentais, por meio da modulação, no computador, de características que refletem a estrutura dessas operações (VIEIRA PINTO, 2005b).

Vale ressaltar que, não é possível obter afirmações universais das máquinas produzidas, tomando a modulação do pensamento humano, pois são níveis de complexidade menores comparados ao do produtor da própria máquina. De todo modo, o que não fica evidente na constituição das máquinas é que o ser humano ao criá-las também materializa o seu modo de pensar nelas. Isso significa que a existência das máquinas cibernéticas revela o avanço da racionalidade que o ser humano atingiu, porém não por realizar simulações de processos que se assemelham ao seu pensamento, mas sim, pelo fato de serem, as máquinas cibernéticas, resultado desse próprio pensamento (VIEIRA PINTO, 2005b).

A máquina cibernética representa um enorme processo de retroação construído pelo ser humano, para que as informações que conhece da realidade retornem para si como forma de comprovação do seu pensamento. Nesse sentido, Vieira Pinto (2005b) compreende a máquina de caráter cibernético como parte do pensamento humano, que permite ao cérebro produzir observações dos resultados emanados da parte exteriorizada do seu pensamento. Diante disso, é fundamental destacar que a

[...] simulação do pensamento pela máquina será legítima se for construída sobre a compreensão de que a máquina não pensa, mas é o homem que pensa sobre aquilo que a máquina lhe transmite, porque a organizou exatamente para ter tal desempenho. O pensamento da máquina nunca deixa de ser na verdade um pensamento do homem incluído na máquina e posteriormente recolhido dela (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 115).

De acordo com o indicado pelo autor, é preciso diferenciar aquilo que representa o pensamento autêntico, produzido pelo ser humano, ser cibernético por natureza, e o

processamento realizado pelas máquinas do tipo cibernética, seres cibernéticos por construção, com complexidade inferior e desenvolvido por analogia ao pensamento. A compreensão dessa relação é relevante para localizar as dimensões dada a cada qual ser, por natureza e por construção, de maneira a identificar a ordem de dependência nessa relação, tal qual consiste em identificar a subalternidade da máquina ao ser humano.

A máquina do tipo cibernética, inclui-se, também, qualquer outro tipo de máquina, apenas executa aquilo que o ser humano exige dela, considerando as dimensões de limitação existentes do projeto de sua construção e das circunstâncias sociais as quais estão submetidas (VIEIRA PINTO, 2005b). As máquinas projetadas para determinados fins carregam as materialidades sociais que condicionam a sua existência, pois atendem a um projeto humano constituído de acordo com o modo de vida da sociedade.

A característica autônoma¹⁵ atribuída ao ser humano pela natureza – determinante do seu processo evolutivo condicionado pela necessidade de produção da sua existência – representa um dos aspectos que orienta a ação de transformação da realidade. Isso implica a construção das máquinas, o que inclui as de caráter cibernético, as quais executam, por analogia, capacidades intelectivas que são próprias do ser humano, à medida este avança na sua racionalidade. Ao construir as máquinas do tipo cibernéticas por analogia, por imitação das operações do pensamento, oferece a si mesmo situações que o permitem apreender resultados facilitados pela automatização de cálculos e de simulações de processos mentais, antes realizados exclusivamente pelo pensamento humano.

A história nos revela que a automatização de cálculos já ocorria em outras épocas, mas ganhou relevância com a mudança na percepção da realidade, advinda com a modernidade a partir do século XVIII (ROQUE, 2021). Segundo a autora, as explicações científicas começaram a ter mais valor, principalmente do ponto de vista comercial, pois na época já havia situações envolvendo a mecanização de atividades mentais – condicionada por uma transformação do processo social de divisão do trabalho –, em que pessoas eram recrutadas para realizar cálculos destinados à elaboração de cartas de navegação. As pessoas que realizavam esse tipo de trabalho eram reconhecidas por computadores humanos (ROQUE, 2021).

15 Autônomo refere-se ao domínio pela inteligência das determinações naturais que o ser humano está submetido.

A constatação da mecanização de processos mentais ao longo da história revela, também, que há um certo equívoco ao atribuir às máquinas do tipo cibernéticas a exclusividade no processamento de informação. Esse caráter também se manifesta em qualquer tipo de máquina, visto que todas processam informações, no sentido que precisam transmitir “de volta, num circuito de retroação, ao agente que a construiu e a emprega noções referentes a suas possibilidades de operação” (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 126).

No entanto, o filósofo brasileiro considera que as do tipo cibernéticas se diferenciam por ser específico da sua natureza o aspecto de processamento de informação, dado que tal operação é constituída no circuito de retroação que é produzido no interior das máquinas cibernéticas. Por exemplo, o autor se refere ao uso de máquinas elementares, como um martelo, em que o circuito de retroação fica fora da máquina e está inserido na cabeça de quem o utiliza, pois cada martelada é

[...] dirigida pela observação visual da posição do prego resultante dos golpes precedentes, num circuito de correção contínua que se passa no cérebro do trabalhador. A informação ótica da posição do prego atua como elemento de entrada no processamento da coordenação nervosa e motora que dará em resultado, à saída, nova pancada corretamente ajustada (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 609).

Considerando as ideias do autor, a respeito da essência das máquinas e o que caracteriza as do tipo cibernéticas, é possível apontar que todas são processadoras de informações, mas que, enquanto espécie, as do tipo cibernéticas possuem a qualidade de processarem informações sobre informações. Os sistemas cibernéticos inauguraram uma relação com a informação que define uma espécie de retroação de segunda ordem (VIEIRA PINTO, 2005b).

Segundo o filósofo, a relação que se estabelece com um mecanismo de retroação de segunda ordem, possibilitado por um processo cibernético, é que se realiza um tratamento de informações que gera outras informações. A transformação da informação em outra de segunda ordem é engendrada “quando entregamos ao computador uma quantidade de dados para processar, no sentido de que lhe programamos o funcionamento, os dados são informações anteriormente obtidas de uma forma ou de outra” (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 127).

O processamento cibernético é semelhante ao do processo de pensar humano, mas não podemos considerar que esse fato estabelece igualdade entre o processamento de informações do ser cibernético por natureza e o por construção. O pensamento humano opera em um nível de complexidade que não é possível ser alcançado por nenhuma máquina cibernética, porquanto “o ser cibernético por natureza, o plano humano, é autoconsciente¹⁶, enquanto o que são tal por construção não possuem essa qualidade” (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 128).

A operação que transforma uma determinada informação de entrada, primeira ordem, em uma de saída, segunda ordem, é o que estamos considerando enquanto processamento cibernético. Nessa operação são necessárias informações de entrada para iniciar o processamento, pontuamos que essas informações são de origem da ação humana no mundo objetivo, possível pela capacidade reflexiva que permite a ele abstrair as informações de primeira ordem e usá-las para produzir novas informações de grau superior, mediadas, a partir de então, pelo processamento cibernético.

A necessidade de criação das máquinas cibernéticas, as quais têm por função operar com informações que o ser humano obtém da realidade, reflete o avanço da racionalidade humana. As informações, tanto as de primeira como as de segunda ordem, são sempre conhecimentos da realidade que interessam apenas ao produtor da máquina, a saber, o ser humano. As intencionalidades das ações do ser humano, que são condicionadas pelo processo de superação das contradições que se depara no trato com a realidade, são transferidas para as informações produzidas.

O processo de superação é constituinte da essência humana na produção da sua existência, nesse sentido, o surgimento das máquinas do tipo cibernéticas revelam o processo de evolução da sua racionalidade, pois representam nada mais que um resultado, a máquina, inscrito no circuito do conhecimento humano (VIEIRA PINTO 2005b). Tal circuito se estabelece, segundo o autor, “partindo de informações iniciais em poder do homem, inicia-se um processamento que as faz retornar a ele como novas informações que, em princípio poderão sempre ser a origem de outro giro na circulação do saber” (VIEIRA PINTO 2005b, p. 130).

O circuito de conhecimento, que é abordado pelo autor para caracterizar a correlação constituída pela criação das máquinas do tipo cibernéticas e a evolução da racionalidade

¹⁶ Para Vieira Pinto (1969), a autoconsciência é entendida como a capacidade adquirida pelo ser humano, a partir de um salto qualitativo do seu processo evolutivo, de ser consciente da sua racionalidade.

humana, tem fundamentação, a princípio, na imediaticidade da representação formal do raciocínio analógico¹⁷, o qual, empiricamente, revela o movimento circular apontado no parágrafo anterior. Como primeira aproximação com o movimento circular de processamento de informação, a partir de uma apreensão analógica, é compreensível que estabeleçamos, de início, o entendimento de que as informações de primeira ordem são processadas segundo uma analogia com o que se realiza na máquina cibernética e o que ocorre no pensamento humano.

De acordo com Vieira Pinto (2005b), existe uma segunda instância que precisa ser considerada nessa conclusão por analogia, essa é apenas alcançada pelo pensamento humano, a que regula o raciocínio cibernético e é condicionado pelas leis e categorias da dialética. Tal instância, justifica-se segundo o processo histórico das realizações do campo da cibernética – teorias, sistemas e máquinas –, que nos revela o movimento evolutivo da racionalidade humana, cuja essência consiste nas transformações das condições objetivas que o ser humano se encontra e que materializam a produção da sua existência.

Ao indicar a segunda instância da compreensão do raciocínio de caráter cibernético, Vieira Pinto (2005b) reduz o ser cibernético por construção ao ser cibernético por natureza, pelo fato das informações de segunda ordem geradas pelo processamento cibernético, essencialmente dialético, presidir as compreensões de primeira ordem, que são conduzidas por um raciocínio analógico. O encadeamento formado pelas duas ordens estabelece o procedimento metodológico fundamental para uma análise do pensamento caracterizado pela cibernética. O referido procedimento permite definir as criações do campo da cibernética, assim como aquelas que não possuem esse caráter, como criações culturais.

No campo da produção do conhecimento matemático, os fatos e experiências sensíveis não aparecem objetivamente nos trabalhos e formulações conceituais realizadas por quem desenvolve essa ciência. Por outro lado, a construção das ideias do campo da matemática inicia na experiência sensível, fato que, de acordo com Prado Jr. (1980, p. 130), “O HOMEM E SUA VIDA [sic.], como em todo o conhecimento, que antes de ser conhecimento, é atividade e experiência da espécie humana, e depois dele, é a ação que ele inspira e que lhe dá sentido e razão de ser.”.

17 Quando nos referimos ao conceito de analógico, estamos considerando o processo formal do pensamento, o qual se realiza por analogias, no sentido de ser análogo, de estar associado ou de se constituir de forma semelhante.

Na constituição das máquinas do tipo cibernéticas, é possível fazer ligação entre as duas instâncias de transformação da realidade, sociedade e ser humano, e permite revelar o processo cultural de criação desse tipo de máquina. De acordo com Vieira Pinto (2005b, p. 147), por um lado

[...] significa que a ciência cibernética e seus produtos estão sempre na dependência da sociedade que os engendra, sustenta e desenvolve. São um índice de processo social, não podendo ser entendidos senão integrando-se aos demais e recebendo do modo de estruturação da sociedade, das relações de trabalho e do grau de desenvolvimento a justificação do seu aparecimento e acolhida. Por outro lado, porém, as criações cibernéticas, sendo históricas, dependem da sociedade pela intermediação do homem, sempre em última análise o portador da cultura de sua comunidade.

As duas proposições indicadas pelo autor, mostram-se contraditórias, mas se compõem em unidade dialética, que confere existência ao ser cibernético por construção pelo agente produtor, o ser cibernético por natureza. O ato de produção é condicionado pela relação de reciprocidade do ser humano com a sociedade, que impulsiona o processo evolutivo do ser humano e ao mesmo tempo da cultura da sociedade, pelo acúmulo de conhecimentos constituídos historicamente. A lógica dialética permite superar a imediatividade da relação entre ser humano e máquina cibernética, pois aprofunda a compreensão dessa relação ao localizar a cibernética “no processo objetivo universal do movimento da matéria” (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 148).

Para o autor, o movimento da matéria é dialético por natureza, logo o ser cibernético por construção, compreendido nesse movimento, revela-nos a verdadeira lógica desse ser, isto é, também dialética. O fato concreto que permite a identificação da dialética no ser cibernético por construção é a condição de existência do ser humano, que subordina a produção dos objetos pela sua mediação. Essa reflete o processo de evolução da racionalidade do ser humano e que se materializa nos objetos produzidos por ele (VIEIRA PINTO, 2005b).

Ao analisar a realidade, desde de uma perspectiva dialética, a totalidade das relações precisam ser consideradas. Nesse sentido, avaliar o ser humano e os objetos que ele produz de forma dicotômica prejudica a captura das determinações que compõem a totalidade do processo de constituição dos objetos que o ser humano cria.

O ser humano e suas criações estão ligados pelo processo histórico de transformação da realidade, cujo motor se encontra nas exigências existenciais que condicionam os atos de

produção do ser humano. A relação entre ambos, objeto e produtor, revela outro resultado dialético, compreendido da seguinte maneira: os objetos, instrumentos e máquinas substituem o trabalho (físico e mental) do ser humano, ao mesmo tempo em que esse substitui o trabalho daqueles. A busca pela superação das máquinas existentes, pelo ser humano, por outras mais rendosas, tanto numa quanto noutra relação está presente a mediação humana. Conforme Vieira Pinto (2005b, 151) ressalta, a máquina

[...] corporifica a mediação entre dois momentos sucessivos do estado cultural do homem como produtor, mais capacitado no segundo do que no primeiro, em virtude do emprego do maquinismo melhor; e igualmente o homem, pela faculdade inventiva e criadora, enfrentando uma condição que o impele à busca de soluções mais fecundas para o empenho produtivo, institui-se na condição de mediação entre dois momentos da máquina, dois modelos da mesma finalidade, um mais perfeito que o outro, ou entre dois tipos diversos, se for exigido um salto qualitativo na sequência histórica dos engenhos. Num exemplo do último caso, encontramos o surgimento das máquinas cibernéticas.

O conceito de mediação tem caráter significativo para o autor, ao passo que as ações humanas são orientadas por finalidades definidas pelo processo social da existência humana, que subordinam as ações que originam as máquinas fabricadas, de acordo com a ação útil a desempenhar. Segundo Vieira Pinto (2005b), a constituição do processo de ação de retorno reflete o caráter mediador que o ser humano transferiu para a máquina.

Nesse entendimento, a programação de computadores, enquanto prática do conhecimento, revela-se como ação mediadora caracterizada pelo processo mediador de ação de retorno, que permite engendrar o circuito epistemológico de mobilização e produção de conhecimento. A programação de computadores é uma forma de intervenção na realidade, visto que se insere na ação prática do ser humano, ou como afirma Merkle (2020, p. 8) “[...] não há computação sem as atividades do computar, sem computadores, não há concepção sem manuseio”.

A relação do ser humano com a máquina do tipo cibernética permite correlacionar o processo de evolução da racionalidade humana, que, mediada pela cultura, projeta e constrói as máquinas cibernéticas. Com o surgimento de novos recursos, a atividade do ser humano é modificada, emergindo, desse modo, novas possibilidades de ação de transformação dessa mesma realidade. Isso caracteriza um movimento contínuo da sua constituição, que se configura por um processo dialético de superação de contradições, o qual permite dar existência a cibernética.

A evolução da cibernética e sua efetivação enquanto área de conhecimento, conforme Vieira Pinto (2005b) nos indica, corresponde a um processo cultural, tal qual é engendrado pelas necessidades de produção do ser humano. A cibernética, sendo constituída a partir do estado de cultura e do modo de produção material da vida social, carrega na sua essência as condições objetivas que compõem tal estado e modo. Nesse sentido, a cibernética é regida pela lógica real do movimento da matéria, ou seja, a dialética. Por outro lado, as máquinas cibernéticas limitam-se a um processo operatório de funcionamento operado pela lógica formal, que se assim não fosse, inviabilizaria seu funcionamento enquanto ser cibernético por construção (VIEIRA PINTO, 2005b).

O autor esclarece que a máquina cibernética é dotada de um “modelo interno”, o qual tem sua origem no ambiente externo, ou seja, o ser humano. Diante disso, tal modelo se constitui, a princípio, no plano dialético, por meio do movimento da matéria e é implementado no plano formal, num movimento analógico, que operacionaliza os sistemas cibernéticos por construção. Ao ser dotado de um “modelo interno”, derivado de simulações da realidade, ambiente externo, as máquinas cibernéticas, em seus modelos, carregam as relações existenciais da sociedade, tal qual seu construtor está inserido. Isso condiciona a máquina cibernética a estar sempre ligada ao seu produtor, o qual é sempre um produto das circunstâncias objetivas da sociedade que pertence (VIEIRA PINTO, 2005b).

Para lidar com a compreensão de modelo interno das máquinas cibernéticas, o filósofo brasileiro explora o significado de programação, que representa o conceito mais significativo para a cibernética. Como princípio dessa exploração, o autor trata logo de desfazer o entendimento equivocado de que somente a partir da inauguração da ciência cibernética que o ser humano tem se voltado para aspectos do planejamento da sua existência.

Para essa questão, recorre, segundo a sua base ontológica materialista e existencial, àquilo que funda toda a evolução humana, a saber: a condição de produtor da sua própria existência. Diante de tal fundamento, o ser humano sempre esteve condicionado, ao ser dotado da capacidade de refletir a realidade, por finalidades no direcionamento da sua ação para superar as adversidades que se defronta na relação com as circunstâncias objetivas que está inserido.

Para alcançar os fins pretendidos com sua ação, o ser humano elabora subjetivamente o projeto que o orienta na execução da sua atividade de transformação da realidade. O projeto representa a programação das ações que pretende realizar para atingir as finalidades

estabelecidas a priori, que ao serem concluídas, ou seja, materializadas as finalidades, tornam-se circunstâncias objetivas para novos projetos de existência do ser humano.

A capacidade projetiva ou a faculdade de projetar do ser humano “[...] consiste no modo de ser do homem que se propõe criar novas condições de existência para si” (VIEIRA PINTO, 2005a, p. 54). Isso mostra que a razão sempre esteve presente nas suas realizações, estas condicionadas pelas imposições das lutas travadas com a natureza para a produção das condições da sua existência. Nesse sentido, é ingênuo considerar que o ser humano começou a planejar a sua existência a partir do advento do computador, pois, de acordo com o autor,

Essa atividade sempre se realizou normalmente em todas as sociedades desde a aurora da hominização, porque faz parte da realidade do homem. Os grupos humanos progrediram justamente porque programaram, com os meios intelectuais ao seu alcance, em cada instante da história o futuro que desejavam ter (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 310).

O autor assinala que o conceito de programação precisa ser considerado numa perspectiva mais ampla do que tem sido compreendido no âmbito dos pensadores da cibernética. Para tanto, deve se observar, e isso é fundamental, a distinção entre os seres cibernéticos por natureza e aqueles que são por construção, para poder alcançar o entendimento da efetiva relação entre as programações de um e de outro. No caso do ser humano, ser cibernético por natureza, a constatação que necessita ser assinalada e que o define, enquanto esse tipo de ser, que ele é o animal que se autoprograma (VIEIRA PINTO, 2005b).

A constatação essencial é de que ambos os seres em suas “estruturas desenvolvem ações em séries ordenadas segundo modelos pré-fixados” (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 313). O efeito dessa constatação está no centro do reconhecimento do papel que desempenha a programação na constituição da cibernética, tanto do ponto de vista teórico quanto da construção das máquinas de tal tipo, principalmente as de simulação de atividades humanas.

Para uma compreensão ampla do conceito de programação, é determinante que esse seja elaborado a partir da lógica dialética, visto que essa é a que corresponde ao movimento da matéria, a qual condiciona a programação que é executada pelo ser cibernético por natureza. Para o ser humano, o que efetivamente se estabelece, na sua condição de ser dotado de autoconsciência, capacidade reflexiva de si, é uma autoprogramação, pois o humano é o ser que se programa a si mesmo. De maneira mais específica, a programação pode ser

compreendida como a “indicação de atos, racionalmente concatenados, a executar para se chegar à solução de uma tarefa” (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 314).

A ideia de programação assinalada compreende como finalidade a solução de uma tarefa, a qual é realizada por ações, atos ou procedimentos que visam a superação das contradições estabelecidas na tarefa. No entanto, é possível que existam situações para a realização das ações que possuam contradições a serem resolvidas, representadas por uma incógnita, nesse caso a tarefa pode ser reconhecida como um problema. Tanto a tarefa quanto o problema estabelecem, para sua conclusão ou superação, uma série de ações sucessivas para suas realizações. Diante dessa compreensão de tarefa ou problema, o autor aponta que para a solução de ambos dentro de um processo de programação “o pensamento estabelece um algoritmo, uma sucessão de operações definidas, que se apresentam com o significado de programa” (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 314 e 315). O autor considera que a constituição do programa o caracteriza como instrumento que dirige os processos intelectuais, os quais são os responsáveis por conduzir ao resultado esperado, de acordo com a sequência de ações sucessivas.

Podemos deixar indicado, dessa maneira, uma compreensão para programação, tal qual pode ser formulada como sendo: instrumento ou técnica para operar processos intelectuais direcionados à obtenção de um resultado almejado, tomando como caminho as séries de ações sucessivas programadas. Isso permite concluir que a máquina cibernética também é resultado de uma programação ou melhor dizendo, segundo o autor, uma protoprogramação (VIEIRA PINTO, 2005b). Com isso, o autor aponta a máquina cibernética como mediação entre quem a construiu e o usuário dela. Este último é quem produz os programas para solucionar problemas que são do interesse no momento, considerando as limitações da máquina.

Cabe ressaltar que, em todos os momentos de programação, seja no projeto de construção da máquina do tipo cibernética, seja na elaboração de programas a serem executados por elas, o ser humano está presente. A sociedade em todos os momentos é o “sujeito da programação” (VIEIRA PINTO, 2005), pois em cada extremidade de produção cibernética se encontra o ser humano. Ou seja, a máquina cibernética é produzida, protoprogramação, e também é utilizada, programada por alguém, o que define o seu caráter social.

O caráter qualitativamente distinto de programação das realizadas nos dispositivos cibernéticos e daquela que se realiza pelos seres cibernéticos naturais, precisa ser considerado para compreender as interrelações entre elas. Segundo Vieira Pinto (2005), não há nada de original na programação das máquinas cibernéticas, visto que essa programação é idealizada por meio da programação que tem origem na consciência de quem elabora, nas circunstâncias sociais que está inserido. Isso revela que as programações que são executadas pelos dispositivos cibernéticos são limitadas pelos objetivos definidos pelas programações dos seres humanos, seres cibernéticos naturais. Muito embora, de acordo com o autor, “[...] nela seja possível incluir modalidades de retroação de cunho dialético” (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 318).

O destaque que pode ser concedido à cibernética corresponde à possibilidade de o ser humano – a qual é conquistada pela evolução, por via cultural, que permitiu alcançar esse estágio – poder delegar às máquinas do tipo cibernética programações que outrora eram restritas apenas ao cérebro humano. Nesse sentido, Vieira Pinto (2005b,322) considera

[...] que o homem entregou a um certo tipo de máquinas determinadas a possibilidade de auto-regulação da ação que devem executar. Com isso, o homem tornou-se a natureza para a máquina cibernética, do mesmo modo como antes a natureza era simplesmente “a natureza para o homem”. O organismo cibernético por construção, graças à mediação humana, reencontra no homem a natureza como significado do seu fundamento final.

O autor ressalta a especificidade da mediação humana na construção das máquinas do tipo cibernéticas. A referida constatação visa deixar marcado que as leis e forças que regem o ser humano também são as exercidas sobre tais máquinas e que se encontram no movimento da matéria. Isso significa que as programações executadas pelas máquinas do tipo cibernética são mediações qualitativamente diferentes de outras máquinas. Aquelas, do tipo cibernética, possuem “formas primárias de mediações dialéticas”, identificadas como “sistema de alimentação retrógrada” e “auto-regulação” (VIEIRA PINTO, 2005).

Essas mediações de características dialéticas não são apresentadas por máquinas não cibernéticas, por não possuírem a possibilidade de produzirem informações a partir de outras informações, fato esse que ocorre de acordo com processos combinatórios, operados a partir da programação executada nas máquinas cibernéticas. A ciência cibernética, por meio das máquinas que originam, ocupa-se de problemas da ordem do conhecimento, que correspondem, na sua totalidade, aos tipos de máquinas que envolvem processos de contagem,

estatísticos, manipulação e resolução de equações e tarefas heurísticas (VIEIRA PINTO, 2005b).

No tocante às tarefas heurísticas, as quais estão diretamente relacionadas a situações de simulações do pensamento, podemos acrescentar que essas são condicionadas por processos de retroação de informações, a partir de resultados parciais originados de programações executadas, que oferecem outras possibilidades para novas programações nas máquinas do tipo cibernética, pois “foi possível incluir, por construção intencional, dispositivos de ação retrógrada ou de reenvio de informação” (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 327). O autor considera que a análise do processo heurístico do pensamento precisa ter em conta, que uma das características superiores da racionalidade do ser humana está na sua capacidade de produzir problemas e simultaneamente, a necessidade, tanto no plano objetivo quanto no subjetivo, de solucioná-los. Segundo o filósofo brasileiro, a partir dessa compreensão é que se deve apreciar o autêntico significado de heurística.

Os processos heurísticos do pensamento podem ser gerados a partir de condicionamentos possibilitados pelas funcionalidades das máquinas cibernéticas. A mediação operada com os dispositivos cibernéticos muda a execução linear que é característica de outras máquinas diferentes das desse tipo. Essa modificação referida é possibilitada pela introdução de leis de ordem dialéticas, como as de alimentação retrógrada ou retroação e autorregulação. A retroação para o filósofo brasileiro é uma propriedade geral do movimento da matéria, a qual se manifesta na condição de lei da igualdade da ação com a reação. O ser humano se apropria dessa lei, pelo domínio da racionalidade, e a corporifica nas máquinas, em especial as do tipo cibernética. Para Vieira Pinto (2005b, p. 346),

Nas estruturas de retroação, conforme se verifica numa programação cibernética, a cada causa, além das possibilidades normais de produzir ou não o efeito previsto, acrescenta-se a eventualidade da ocorrência de um resultado formalmente inesperado, o retorno do efeito a qualquer dos momentos da série causal linear precedente.

As estruturas de retroação confirmam a dinâmica do processo de produção de conhecimento historicamente processados pela condição humana. O ser humano sempre foi condicionado por processos de retroação, os quais compõem o aspecto dialético do ser cibernético por natureza. No entanto, com o surgimento da cibernética e das máquinas derivadas das ideias que as configuram, sistema cibernético por construção, define-se uma

outra dimensão do processamento de informação, a qual revela um circuito de retroação de informação de segunda ordem. Esse corresponde a uma relação específica organizada com o advento das máquinas cibernéticas, analisemos como se dá essa relação no caso do computador.

O computador, enquanto máquina, possui um sistema próprio de retroação, construído pelo ser cibernético por natureza, ser humano. Desse modo, o circuito de retroação deixa de ser exercido, exclusivamente, pelo cérebro humano e passa ser composto também pelo processo de retroação gerado com a utilização do computador. O sistema próprio de retroação embutido nas máquinas se constitui de três processos cognitivos: do inventor, do construtor e do operador. Tal conjunção de cognições são reflexos da totalidade na qual as criações tecnológicas se circunscrevem, de modo a revelar o condicionamento social que define as transformações da realidade.

Embora, na imediaticidade da relação do ser humano com as máquinas cibernéticas o movimento da realidade não seja evidente, é necessário que as imbricações das consciências que compõem as modificações tecnológicas sejam consideradas, para que as contradições superadas, que deram origem à configuração dessas máquinas, possam ser apreendidas como forma de percepção dos fins aos quais esses meios estão direcionados. Isso corresponde, considerando as ideias tecidas, ao caráter cibernético do engendramento do processo epistemológico da totalidade que reflete a realidade.

Os aspectos da produção de conhecimento em Matemática, que se caracterizam pela prática de programação de computadores, configuram-se por esse movimento cibernético da realidade que deram origem as máquinas cibernéticas, no nosso caso, computadores/software. Ao considerarmos a cibernética na perspectiva dialética, avaliamos que por meio da prática de programação de computadores movimentos do pensamento são configurados, segundo uma dinâmica dialética, conforme apontado na obra. As compreensões produzidas a partir das reflexões e discussões das considerações de Vieira Pinto (2005) permitem-nos fazer interlocução com a Educação Matemática corroborando para uma percepção dialética de produção de conhecimento, a partir da cibernética, como procuramos apresentar com o esquema da Figura 1 (pag. 73).

Para colaborar na análise de produção de conhecimento em Matemática nos valem, também, do construto teórico seres-humanos-com-mídias, em que relacionamos as ideias do

construto com os apontamentos de tecnologia e cibernética abordados pelo filósofo brasileiro. A seguir, adentramos nesse segundo aporte teórico.

4.2 Construto teórico seres-humanos-com-mídia (S-H-C-M)

Como forma de contribuir com o debate educacional emergente no final da década de 1990, o qual tinha como centro o tema das TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação, atualmente mais identificada com a expressão “tecnologias digitais”) na Educação, em especial no campo da Educação Matemática, Borba (1999, 2001) propôs algumas ideias com o objetivo de abordar questões do processo de conhecer a partir de reflexões considerando a metáfora “coletivos pensantes”. As ideias sugeridas têm na sua essência a relação entre atores humanos e não humanos na atuação coletiva diante do processo de produção do conhecimento. As reflexões deram origem, posteriormente, ao construto teórico denominado seres-humanos-com-mídias (S-H-C-M) (BORBA; VILLARREAL, 2005).

As considerações sobre o condicionamento tecnológico no processo de conhecer do ser humano, que resultaram nesse construto, foram influenciadas e fundadas, principalmente, considerando as ideias contidas em Tikhomirov (1981, 1999). O aspecto teórico de tais ideias envolve formulações dentro de um espectro psicológico, em que as considerações estão direcionadas à reorganização das atividades intelectuais humanas a partir da interação humano-computador. Já as abordadas por Lévy (1993, 1999) compendiam uma visão filosófica da tecnologia, da qual são enfatizadas as tecnologias da inteligência. Estas são tratadas pelo filósofo francês como constituintes de um coletivo pensante com os seres humanos enquanto agentes transformadores das configurações sociais e que, a partir do coletivo, alteram as possibilidades de conhecer a realidade.

Para melhor compreensão dos fundamentos do construto, nas duas subseções, a seguir, dispomos uma síntese acerca das noções de “reorganização do pensamento” e de “coletivos pensantes” que o construto articula para propor as noções de produção de conhecimento em Matemática condicionado pela unidade seres humanos e tecnologias que deram origem ao construto S-H-C-M.

4.2.1 Reorganização do pensamento

Para compreender a relação, do ponto de vista psicológico, que se estabelece entre o ser humano e as dimensões das tecnologias digitais como possibilidades de transformação dos processos de pensamento, Borba (1999; 2001) e Borba e Villarreal (2005) se apoiam em Oleg K. Tikhomirov, psicólogo russo, que discute as consequências psicológicas da computerização (TIKHOMIROV, 1981; 1999). Nesse trabalho, o psicólogo propõe que as transformações advindas com o surgimento dos computadores sejam compreendidas como formas de reorganização das atividades intelectuais e fundamenta tal reorganização na concepção de mediação, de acordo com a teoria histórico-cultural da psicologia russa.

A ideia de reorganização do pensamento sintetiza os argumentos que foram elaborados em Tikhomirov (1981; 1999), no sentido de compreender como as tecnologias digitais se inserem nos processos intelectuais do ser humano. Em específico, o psicólogo russo trata do computador como uma máquina que permite modificar as atividades intelectuais na produção de conhecimento, pois as transformam quando o ser humano reorganiza suas ações cognitivas, a partir das relações que se estabelecem diante da mediação possibilitada por essa tecnologia.

O entendimento que reconhece a reorganização das atividades intelectuais mediada por tecnologias, permite confrontar perspectivas que se limitam a compreender a tecnologia a partir de dois tipos de funções articuladas a cognição do ser humano: a de substituição ou a de suplementação (TIKHOMIROV, 1981; 1999).

Considerando o ponto de vista que assume as tecnologias com função de substituição das atividades intelectuais, a crítica apontada por Tikhomirov (1981; 1999) consiste nas conclusões de que o conhecimento pode ser compreendido de forma fragmentada, cujos pressupostos estão forjados na percepção de que os processos complexos do pensamento podem ser decompostos em partes simples e aglutinados posteriormente para compor o todo do pensamento (BORBA, 1999; 2001; BORBA; VILLARREAL, 2005). Entendidos dessa forma, os processos mentais são identificados com as operações realizadas pelos computadores, de modo a reduzir a complexidade do pensamento aos processos operados por essas máquinas.

Para as perspectivas que assumem essas pressupostos, o computador possui as características autênticas do pensamento e é possível concluir que o computador também pensa. Tal alusão condiciona o pressuposto que os computadores podem substituir o ser humano ou ao menos as suas ações no âmbito intelectual. Em síntese, tal pressuposto expressa a teoria da substituição (TIKHOMIROV, 1981; 1999).

Com relação à ideia de suplementação das atividades intelectivas, segundo Aboulafia, Gould e Spyrou (1995), partindo das considerações de Tikhomirov (1981), esta é baseada na teoria informacional do pensamento, a qual corresponde, de maneira geral, a um procedimento que descreve o pensamento em processos elementares de informação e que está interessada, primordialmente, nas especificidades das rotinas que envolvem tais processos informacionais. De acordo com essa teoria, o pensamento pode ser investigado apartado das características biológicas do ser humano e que, portanto, é possível identificar rotinas semelhantes na comparação do funcionamento do cérebro com o do computador (TIKHOMIROV, 1981; 1999).

A teoria informacional do pensamento enfatiza que há processos análogos entre o pensamento e a rotina programada do computador, de maneira que este pode complementar, em termos quantitativos, as atividades mentais do processamento de informações, no sentido de aumentar o volume e a velocidade de tal processamento (TIKHOMIROV, 1981). De acordo com Aboulafia, Gould e Spyrou (1995) apoiados em Tikhomirov (1988), as operações realizadas pela cognição humana são diferentes qualitativamente, uma vez que, o trabalho reflexivo do ser humano, em uma situação problema na busca de uma solução, é muito mais complexo e não se resume, apenas, a algoritmos e estratégias.

Tikhomirov (1981; 1988) indica que os processos mentais automatizados pelo computador não devem ser compreendidos como substituição ou suplementação do trabalho humano, mas como uma reorganização. A proposta de reorganização das atividades intelectuais está interessada nas correlações entre os processos de pensamento praticados pelo ser humano, quando este lida com problemas, e, também, nas possibilidades de operacionalização que o computador oferece a partir da transformação de atividades intelectuais em processos formalizados das etapas da resolução de um problema.

Para essa correlação, há duas formas de reorganização para atividades intelectuais humanas diante de um sistema humano-computador. Uma delas ocorre quando a atividade é mediada pelo computador que liberta o ser humano de processos mecânicos, que antes da existência do computador exigiam mais esforços físicos e mentais para a realização de uma certa atividade intelectual. O computador transforma essa última, desobrigando o ser humano da elaboração de uma determinada atividade criativa, a qual já foi elaborada por outro ser humano e transformada num processo mecânico e incorporado ao computador.

Nesse caso, podemos entender que há uma substituição do ser humano pelo computador, no entanto, o que se verifica é que temos uma atividade intelectual transformada, visto que o computador não realiza a mesma atividade do ser humano, sendo essa formalizada para sua incorporação no computador. O que ocorre nesse processo é a realização de uma outra atividade – por parte do ser humano – a partir da utilização do computador, o qual possui um processo formalizado, um algoritmo, da resolução de um determinado problema que foi inserido por outro indivíduo depois de resolvido.

Nesse sentido, o processo criativo de resolução do problema é feito pelo ser humano e depois elaborado de maneira formal para ser introduzido no computador para que os usuários, interessados no mesmo problema, possam resolvê-lo sem precisar passar por etapas já resolvidas por outros indivíduos. Isso liberta o ser humano da realização dessas etapas de resolução, direcionando energia para outros aspectos do problema, possibilitando a reorganização da atividade intelectual a ser empregada.

A outra correlação indicada como reorganização da atividade intelectual do ser humano é a de quem realiza a programação do problema, ou seja, o programador que transforma a resolução do problema em um algoritmo para ser introduzido no computador. Essa correlação pode ser abordada considerando duas situações: 1) a que o programador se dedica na resolução do problema sem a utilização do computador, nesse caso ele constrói a solução do problema por meios que os processos formais não são dominantes da atividade; e 2) o caso em que o programador utiliza o computador para resolver o problema que lhe interessa, isto é, sua atividade é mediada por meios formalizados que foram introduzidos no computador pela programação prévia de etapas da resolução, como discutido na primeira correlação.

Na situação 2, não é possível afirmar que o programador está liberado da solução do problema devido a sua formalização, o que acontece, é que o programador não resolve o problema de maneira totalmente formal, isto é, resolver o problema de maneira mecânica e depois transferir essa mecânica para o computador. Na busca pela solução do problema, o programador cuida da formalização deste, transforma sua solução num processo mecânico, com vistas a diminuir a quantidade de etapas do problema, tanto para ele quanto para outros usuários que se depararem com o mesmo problema ou com outros semelhantes.

Nessas correlações, apontadas entre o computador e as atividades intelectuais humanas, o relevante identificado são as transformações que ocorrem quando os recursos

técnicos são incorporados à atividade humana. Outras disposições são criadas com o advento do computador, pois permite a automação da ação a ser executada pelo ser humano num sistema humano-computador envolvendo a resolução de problemas.

A reorganização das atividades intelectuais, nesse sistema, ocorre pelo processo de criação e formalização das etapas da resolução do problema, desobrigando o ser humano da necessidade de criá-las novamente, o que produz uma outra dinâmica a partir da redução de ações e operações na solução do problema. Cabe ressaltar, que, dialeticamente, o movimento de transformação da atividade humana, nesse caso uma atividade cognoscitiva, ou seja, a que produz conhecimento, se constitui sempre em processos contraditórios, no instante em que se estabelece uma ação humana, um objeto, um processo particular já carrega em seu interior a sua contradição.

De acordo com Vieira Pinto (2005a, p. 208), “[...] a contradição habita o coração da técnica [...] Toda técnica se revela ao mesmo tempo conservadora e revolucionária.” Ao considerar que certos conhecimentos para resolução do problema não precisam ser procurados em livros físicos em bibliotecas, pois estão disponíveis no computador, etapas do processo de conhecer deixam de ser realizadas. Tal desobrigação do ser humano da procura de um livro na biblioteca permite a reorganização da atividade intelectual para a resolução de um problema e liberta o ser humano de esforços que podem ser direcionados para outros processos de criação, que podem conduzir a outras atividades intelectuais, ou mesmo a superação destas já existentes.

Dessa maneira, a reorganização da atividade intelectual sugere que o surgimento do computador, efeito da contradição inerente à técnica, permitiu a transformação das atividades humanas por meio da criação de outras formas de mediá-las. A formalização de etapas da resolução de problemas como o advento do computador condiciona transformações nos processos intelectuais, assim como, a fala possibilita que a criança realize um falar interno que permite que ela produza novas formas de relação com o meio, a partir de um aperfeiçoamento da memória e da atenção (TIKHOMIROV, 1981). Na seção seguinte, discutimos o segundo pilar teórico que orienta o construto S-H-C-M, o qual consiste nas ideias de Lévy (1993) sobre tecnologias da inteligência e coletivos pensantes.

4.2.2 Tecnologias da inteligência e coletivos pensantes

A partir de Lévy (1993), o construto teórico S-H-C-M incorpora as ideias de tecnologias da inteligência que podem ser compreendidas, segundo o autor, como extensão da memória humana, ou seja, como técnicas de comunicação que foram modificadas ao longo da história. As tecnologias da inteligência fazem parte da proposta de coletivos pensantes que permitem abordar a unidade cognitiva entre seres humanos e tecnologias que, por sua vez, condiciona e configura as dimensões do conhecer o mundo. Essa proposta é constituída considerando que seres humanos e técnicas formam uma unidade básica no processo de produção de conhecimento, contrapondo visões dicotômicas de humanos e técnicas que não revelam o movimento histórico da humanidade, o qual sempre esteve entrelaçado com as tecnologias (BORBA, 2001). De acordo com as ideias de Levy (1993) sobre tecnologias da inteligência, podemos destacar três técnicas associadas à memória e aos conhecimentos que condicionam o avanço da racionalidade humana, por atuarem como extensão da memória, a saber: oralidade, escrita e informática (BORBA; VILLARREAL, 2005).

Segundo Borba e Villarreal (2005), baseados em Lévy (1993), as tecnologias da inteligência são mecanismos externos ao pensamento que atuam no condicionamento do processo de conhecer ao produzirem alterações nas condições de interrelação do ser humano com o meio. Para exemplificar como esse condicionamento ocorre, podemos pensar na forma como a fala ou a escrita possibilitaram a extensão da memória, o que propiciou, ao ser humano, condições diferentes que modificaram sua racionalidade.

A oralidade, ao transportar os mitos, exerce função de armazenamento da cultura que permite a transmissão para outras gerações. Na mesma direção, a escrita também teve e tem papel importante na difusão de conhecimentos. De modo semelhante, mas com dinâmica diferente, as tecnologias digitais operam como extensão da memória e transformam a racionalidade humana a partir de outras formas de armazenamento e comunicação que oferecem situações de simulação e experimentação que condicionam a produção de conhecimento (BORBA, 2001; BORBA; VILLARREAL, 2005).

A ideia de coletivo pensante ou pensamento coletivo apropriado pelo construto S-H-C-M a partir de Lévy (1993), de acordo com Borba e Villarreal (2005), representa a formação de uma rede de significados – engendrada por humanos e não humanos –, em que as conexões possíveis entre os nós dessa rede permitem produzir conhecimento por meio dos condicionamentos gerados por essa coletividade. Tal ideia remete a uma compreensão colaborativa de uma rede cognitiva, que pode combinar as ações humanas com as tecnologias

de maneira a ganhar poder em um domínio específico da inteligência, que vai compor a estrutura do que Levy (1993) denomina de inteligência coletiva (BORBA; VILLARREAL, 2005).

Ainda que tenhamos, de forma sucinta, abordado aspectos teóricos relacionados às considerações filosóficas da compreensão de tecnologia em Levy (1993), não foi nosso objetivo aprofundar nas ideias do autor, visto que se distanciam das compendiadas em Vieira Pinto (2005). No entanto, nosso interesse em trazer alguns dos aspectos teóricos é mostrar os fundamentos que direcionaram as discussões de produção de conhecimento estabelecidas pelo construto S-H-C-M.

Para o que nos propusemos nesse trabalho investigativo, as discussões levantadas pelo construto a respeito da reorganização do pensamento e da moldagem recíproca, explorada mais a frente, foram as que possibilitaram fazer conexões com as ideias de Vieira Pinto (2005), tais quais se revelaram categorias importantes para a análise dos dados desta pesquisa. A partir do que foi explorado acerca das noções de reorganização do pensamento, de Tikhomirov (1981), e de tecnologias da inteligência e pensamento coletivo, de Lévy (1993), na próxima subseção, discutimos a produção do conhecimento em matemática como desdobramento da relação entre essas noções, que constituem as ideias que caracterizam o constructo S-H-C-M.

4.2.3 Produção de conhecimento em Matemática

O foco do construto teórico S-H-C-M está nas transformações que ocorrem no processo de produção de conhecimento em Matemática operado por um coletivo pensante composto por humanos e não humanos, mais especificamente com a participação das tecnologias digitais.

O construto S-H-C-M parte da noção de reorganização do pensamento (TIKHOMIROV, 1981) para discutir, a partir do advento das tecnologias digitais, a transformação das atividades intelectuais do ser humano atreladas ao surgimento de novos tipos de problemas, decorrentes da emergência de outras situações ocasionadas pelas mediações dessas novas tecnologias. Além disso, o construto também articula às ideias de tecnologias da inteligência e pensamento coletivo (LÉVY, 1993), com o propósito de superar perspectivas que tendem a dicotomizar a relação entre ser humano e técnica, pois compreende

que ao longo da história o ser humano e a técnica sempre estiveram entrelaçados na produção de conhecimento.

Borba e Villarreal (2005) consideram que o construto S-H-C-M fornece uma forma de análise que busca capturar o processo de transformação do coletivo seres humanos com mídias através de metáforas que lançam luz sobre a ocorrência de produção de conhecimento e permitem sintetizar

[...] uma visão da cognição e da história da tecnologia que torna possível analisar a participação dos novos 'atores' da tecnologia da informação nesses pensamentos coletivos de uma forma que não julgamos se há 'melhoria' ou não, mas sim identificar transformações na prática. Em outras palavras, essa noção é apropriada para mostrar como o pensamento é reorganizado com a presença de tecnologias da informação e que tipos de problemas são gerados por coletivos que incluem seres humanos e mídias, como papel e lápis ou várias tecnologias da informação (BORBA; VILLARREAL, 2005, p. 23, tradução nossa).

No construto teórico S-H-C-M, a partir das metáforas, é possível visualizar os humanos e as tecnologias enquanto unidade básica de pensamento, pois se entrelaçam constituindo uma cognição coletiva que condiciona o processo de produção de conhecimento. A participação de diferentes tecnologias, nesse processo, fortalece o argumento de que o empreendimento de conhecer sempre é engendrado pela correlação estabelecida entre a união das condições existenciais de cada período histórico – técnicas, tecnologias e conhecimentos – e o ser humano. A união desses atores – condições existenciais e ser humano – vão formar um coletivo pensante. Nessa perspectiva, o construto teórico propõe que o pensar com mídias é o que efetivamente modula o processo de produção de conhecimento, de maneira que as tecnologias objetivas e subjetivas são consideradas atrizes constituintes desse processo.

As noções do sistema humano-computador oferecidas por Tikhomirov (1981), para pensar a reorganização da atividade humana foram apropriadas pelo construto S-H-C-M e contribuíram para a construção da ideia de moldagem recíproca de Borba (2001). Essa ideia central do construto sintetiza o movimento dialético de transformação do ser humano pelas tecnologias e das tecnologias pelo ser humano, em que esse é moldado pelas tecnologias ao mesmo tempo em que as tecnologias também são moldadas pelo ser humano. Tal ideia oferece possibilidades para compreender os desdobramentos das relações contidas nas atividades realizadas pelo ser humano na resolução de problemas quando mediadas pelas tecnologias.

Ao considerar a asserção, segundo Lévy (1993), de que mecanismos externos, em especial as tecnologias da inteligência, atuam no processo de produção de conhecimento junto ao ser humano, Borba (1999; 2001) contribui com o debate ao inserir a ideia de moldagem recíproca entre humanos e tecnologias, indicando que o ser humano – moldado pelas tecnologias – transforma seu raciocínio e suas ações. De maneira recíproca, o ser humano também molda as tecnologias quando opera com elas, promovendo modificações e ampliações nas opções de utilização delas, de modo a levá-las de uma determinada configuração a outra. A proposição da ideia de moldagem recíproca possibilita superar as compreensões dicotômicas estabelecidas entre ser humano e tecnologia, visto que a produção de conhecimento está condicionada pela interrelação entre a tecnologia ou outras circunstâncias objetivas e o ser humano. Essa é uma perspectiva central, indicada no construto, para confirmar a existência de um coletivo pensante constituído de humanos e não humanos (BORBA, 2001; BORBA; VILLARREAL, 2005).

O advento de diferentes técnicas e conhecimentos nas atividades modifica a ação do ser humano e, simultaneamente, produz outras possibilidades de realização dessas atividades, permitindo a elaboração de outras técnicas e conhecimentos. Assim, quando se utiliza um computador para a realização de uma determinada atividade, que antes se fazia por meio de lápis e papel ou outra tecnologia, a ação do ser humano é modificada pela mediação do computador que, concomitantemente, transforma ou amplia as opções de operação pela sua ação (BORBA; VILLARREAL, 2005; SOUTO, 2013).

Para melhor compreender a noção de moldagem recíproca, Borba e Villarreal (2005) tomam como exemplo a utilização de determinado software por estudantes, em que esses operam com aqueles de maneiras outras que não haviam sido previstas pela equipe que desenvolveu o software. Em contrapartida, a equipe que projeta e desenvolve o software, o faz de acordo com múltiplas situações consideradas como potenciais para serem operadas pelos estudantes em suas atividades com o software.

A ideia de moldagem recíproca oportuniza perceber que a totalidade e os limites das funções de um determinado software não são apreendidas e descritas, a princípio, nem mesmo pela equipe que o projeta, pois a totalidade e os limites são condicionados pelas circunstâncias

objetivas das experiências da equipe que o projeta. Da mesma forma, os estudantes, ao utilizarem o software, descobrem outras potencialidades e limites a partir da objetividade das demandas com que se deparam durante a utilização do software na realização de suas atividades.

O processo de moldagem recíproca se estabelece quando a equipe que desenvolve o software está sendo influenciada pelas possibilidades que o software pode oferecer aos usuários. Por outro lado, os estudantes acrescentam outras possibilidades para o software, as quais não tinham sido cogitadas até então. Isso configura a moldagem recíproca, o ser humano é moldado pela tecnologia da mesma forma que ele a molda (BORBA, 2001; BORBA; VILLARREAL, 2005).

A noção de coletivo pensante de Lévy (1993), composto por humanos e não humanos, assumida no construto S-H-C-M tem como intenção evidenciar a ideia de construção de conhecimento condicionada coletivamente. As tecnologias, de acordo com (Borba, 1999; 2001), tem o papel de modificar a dinâmica de atuação do coletivo por incorporar a ele outras possibilidades de produção de conhecimento. O coletivo não é modificado apenas pela inserção de determinada tecnologia, mas por essa, também, permitir transformar a atividade do coletivo, pois condiciona as ações dele mesmo sem a presença da tecnologia.

Antes do advento de uma nova tecnologia, o coletivo já possui uma atuação condicionada por meio das tecnologias disponíveis. Com a integração de outras tecnologias, ampliam-se as possibilidades de ação, engendrando novos processos heurísticos desencadeados a partir da integração de outras tecnologias advindas e difundidas em determinados momentos.

As transformações desencadeadas nas atividades humanas com o surgimento de outras técnicas, conhecimentos ou tecnologias, são aquilo que se revela como principal na abordagem, segundo o constructo S-H-C-M. O interesse, nas transformações, tem como objetivo olhar para o que ocorre com o processo de produção de conhecimento quando são inseridas, no coletivo, outras tecnologias que não haviam sido experienciadas como mediadoras na realização de uma determinada atividade humana. A análise das transformações, a partir das ideias do construto, busca ver as novas relações que emergem desse processo, de forma a não fazer juízo de valor das transformações, isto é, não as classificando em boas ou ruins (BORBA, 2001; BORBA; VILLARREAL, 2005).

Um exemplo de uma análise que evidencia mudanças qualitativas nas atividades humanas, sem considerar qualquer juízo de valor, pode ser notada diante do que ocorreu com o surgimento dos computadores pessoais e sua comercialização a partir da década de 1970 (BRANDÃO, 2018). O computador, até então, considerado minicomputador, ainda não era de fácil acesso, as atividades informáticas, na sua maior parte, ocorriam com computadores de dimensões que podiam abarcar toda uma sala de aula, monitores começavam a ser integrados, processadores possuíam um sistema de memória muito reduzida e por necessitar de uma quantidade de energia alta, também produzia muito calor (BRANDÃO, 2018; LÉVY, 1993; BORBA; VILLARREAL, 2005).

As ações realizadas com este tipo de computador, relacionadas às atividades do coletivo que o envolvia, eram condicionadas por tais características, de forma que: a sua utilização estava atrelada ao espaço onde o computador estaria acoplado; o retorno do computador da operação executada não era tão imediata, pois ocorria por outras interfaces, não, necessariamente, por monitores; entre outras situações condicionadas por essa estrutura do computador.

A partir das transformações que ocorreram com o computador, como redução de tamanho, maior capacidade de armazenamento no sistema de memória, a integração da interface monitor, as atividades do coletivo, diante dessa nova estrutura, tiveram modificações e outras ações foram geradas condicionadas pela inserção no coletivo. A evolução do computador ao estágio que temos atualmente provocou transformações no coletivo com o computador, de maneira que o conhecimento, a partir de tais transformações, passou a se constituir de forma diferente da que era possível com esse dispositivo até a década de 1970. A simples possibilidade do transporte do computador para outros espaços, ou seja, deixando de ter um local fixo para utilização, já é um aspecto propulsor dessas transformações.

Nesse sentido, a análise das transformações, a partir do construto S-H-C-M, permite verificar que transformações ocorrem no pensamento com o advento dessa estrutura do computador com dimensões menores, possibilitando transportá-lo para outros espaços, maior capacidade de processamento e acoplamento de outros acessórios. O ponto que é salientado nesse processo de evolução tecnológica, de acordo com (BORBA; VILLARREAL, 2005), refere-se às metáforas criadas no construto que colaboram na análise para identificar possíveis mudanças no pensamento. À medida que outras tecnologias são introduzidas no coletivo, as

ações são modificadas e busca-se evidenciar tais modificações, sem enfatizar se as transformações ocorridas foram boas ou ruins.

Segundo os autores, a proposta do construto, fundamentada nas ideias de reorganização do pensamento, tecnologias da inteligência e pensamento coletivo, é considerar humanos com mídias como unidade básica para a produção do conhecimento, pois assumem que “essa visão pode ser a base para uma epistemologia que concentra a atenção em como as pessoas conhecem de maneiras diferentes com a introdução de diferentes tecnologias” (BORBA; VILLARREAL, 2005, p. 27, tradução nossa¹⁸).

Diante da concepção epistemológica adotada no construto, a ênfase está voltada para os processos de produção de conhecimento associados às ações de ensinar e de aprender Matemática estabelecidas nas relações com as tecnologias, em especial as digitais. O conceito de coletivos pensantes de seres-humanos-com-mídias, envolvido nesses processos, constitui um meio de compreender que o conhecimento é produzido de maneira coletiva nas interrelações de humanos e não humanos, neste caso, mais especificamente, tecnologias (BORBA; VILLARREAL, 2005).

A utilização das tecnologias na Educação Matemática, de acordo com os autores, condiciona o modo como atuamos em sala de aula ou desenvolvemos pesquisas, em que exploramos não somente os recursos de uma determinada tecnologia, mas a forma que empregamos suas potencialidades com base em uma perspectiva educacional.

As variações tecnológicas introduzidas em coletivos de S-H-C-M – que atuam em práticas pedagógicas – podem modificar o modo como lidamos com determinados problemas, de maneira a reorganizar nosso pensamento e alterar “a natureza da produção do conhecimento, uma vez que coletivos de humanos-com-mídia são transformados qualitativamente pela entrada de novos membros” (BORBA; VILLARREAL, 2005, p. 56, tradução nossa¹⁹).

De acordo com os autores, o surgimento de outras tecnologias e a inserção e utilização em situações científicas e contextos educacionais corroboraram para a emergência de novos problemas de caráter matemático. O advento de tecnologias diferentes, que até então não circunscreviam as condições materiais do ambiente escolar, como o computador, possibilitou

18 “this view can be the basis for an epistemology that focuses attention on how people know things in different ways with the introduction of different technologies.”

19 “the nature of knowledge production as collectives of humans-with-media are altered qualitatively by the entrance of new members.”

novas representações dos conhecimentos, em especial, diferentes formas de experimentação e visualização nos processos de ensinar e de aprender em Matemática (BORBA, 1999; BORBA, 2001; BORBA; VILLARREAL, 2005).

As possibilidades que emergiram, diante dessa dimensão tecnológica constituída com a criação das tecnologias digitais, condicionam e transformam as ações e a maneira como a construção do conhecimento passou a ser desenvolvido, o qual, de acordo com considerações contidas no construto, ao concentrar em cenários pedagógicos, direciona-se às reflexões para análises voltadas ao pensar-com-tecnologias (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2018). Para os autores, as tecnologias disponíveis, em determinado contexto histórico e coletivo com seres humanos, configuram e determinam o tipo de conhecimento a ser gerado. Isso indica que o pensar-com-tecnologias estabelece a simbiose que estrutura a natureza do problema e da atividade do ser humano.

O Quadro 1, a seguir, sugere alguns aspectos do processo de produção de conhecimentos matemáticos condicionados por situações que envolvem o pensar-com-tecnologias.

Quadro 1: Situações que emergem do processo de pensar-com-tecnologias

Aprendizagem matemática	Investigação matemática	Experimentação com tecnologias
<ul style="list-style-type: none"> • Produção de conhecimentos matemáticos; • Pensamento matemático; • Produção de significados matemáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exploração matemática; • Elaboração de conjecturas; • Testes e refinamento de conjecturas; • Demonstração e avaliação; • Caráter investigativo; • Design investigativo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso investigativo de tecnologias; • Complexidade do pensamento matemático; • Conexões entre representações; • Visualização; • Caráter experimental; • Design experimental.

Fonte: Adaptado de (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2018, p. 60).

O quadro apresentado aponta alguns elementos principais que revelam e sintetizam caminhos de análises que permitem investigar atividades que envolvem conhecimentos em Matemática, pautados por situações que mobilizam as relações do pensar-com-tecnologia no contexto educacional. Os três eixos propostos, exibidos no quadro anterior, ajudam no

vislumbre de particularidades das ações de produção de conhecimento condicionadas por coletivos de S-H-C-M, quando essa produção é analisada considerando as correlações do processo de pensar-com-tecnologias.

De acordo com Borba, Scucuglia e Gadanidis (2018), as tecnologias dão caráter experimental ao desenvolvimento de atividades de ensino e aprendizagem, condicionada pelas potencialidades de visualização do problema de maneiras diferentes e permite caminhos diversificados para encontrar as soluções. Assim, “[...] essas possibilidades emergentes com a realização de atividades oferecem caminhos propícios para os processos como formulação de conjecturas, realização de testes, refinamentos de conjecturas, familiarização com notações, dentre outros (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2018, p. 59).

Para Borba e Villarreal (2005), o pensar é um empreendimento coletivo de atores humanos e não humanos, que atuam nas atividades intelectuais do ser humano no condicionamento e na reorganização das ações cognoscitivas, que correspondem ao processo de produção de conhecimento. O construto teórico S-H-C-M dá ênfase às interrelações entre os seres humanos e as tecnologias, indicando que o pensamento sempre está associado com as tecnologias disponíveis, que não apenas de maneira individual ou por coletivos de humanos que conhecemos, mas por uma relação mediada por tecnologias.

Na seção seguinte, apresentamos as convergências e divergências que estabelecemos entre a concepção filosófica de Vieira Pinto (2005) sobre o conceito de tecnologia, discutida nas páginas anteriores, e a postura adotada pelo construto teórico S-H-C-M para compreender as inter-relações que definem o coletivo pensante composto de seres humanos e tecnologias.

4.3 As relações entre a filosofia da tecnologia de Vieira Pinto (2005) e o construto teórico S-H-C-M

A partir da nossa apropriação crítica dos referenciais que constituíram o corpo teórico desta pesquisa, entendemos que existem aspectos que os aproximam e os distanciam em relação a concepção de tecnologia. Nesse sentido, realizamos algumas considerações que nos ajudaram a pensar sobre aspectos relacionados às ideias do nosso quadro teórico que nos orientaram na análise do nosso objeto de estudo. Para tanto, torna-se fundamental apontar aquilo que os aproximam e os distanciam, que entendemos ser consequências das orientações e concepções teóricas que dão fundamento as ideias de cada referencial. No caso de Vieira

Pinto (2005), na análise para a conceituação sobre tecnologia e da teoria cibernética, e das do construto teórico S-H-C-M, as quais relacionam os processos de ensinar e aprender Matemática condicionados pelas tecnologias.

Diante disso, na sequência, apontamos as possíveis aproximações e distanciamentos, em que os dois referenciais que adotamos se encontram correlacionados, de acordo com aquilo que interessa para fins desta pesquisa.

4.3.1 Aproximações possíveis

O primeiro aspecto que ressaltamos, que consideramos ser convergente entre as ideias que compõem os dois referenciais, está relacionado às discussões que correspondem aos movimentos de transformações envolvendo o processo cognitivo humano e as tecnologias utilizadas na sua ação com a realidade. Em relação a isso, o que Vieira Pinto (2005) indica, refere-se ao processo dialético de transformações da tecnologia, que se estabelece entre o ser humano e o meio, em que as ações humanas são condicionadas pela necessidade de domínio e transformação das leis e circunstâncias do meio que pertence, como forma de produção da sua existência.

O processo dialético que conduz a produção da existência do ser humano configura o engendramento que estabelece a criação ou modificação dos artefatos. Esse movimento de criação ou modificação é de caráter contínuo e representa a dinâmica da evolução cultural da humanidade, que retorna para o ser humano como acúmulo histórico de conhecimento que condiciona novas criações ou modificação, resultando em novos artefatos.

Com essa mesma dinâmica dialética, porém não de maneira explícita, o construto teórico S-H-C-M discute ideias que nos permitem associar ao que Vieira Pinto (2005) aponta sobre o movimento de transformação da realidade. O construto institui a “moldagem recíproca” (BORBA, 1999) como metáfora para representar a dinâmica desse movimento de transformação, o qual revela a base para a compreensão da noção de seres-humanos-com-mídias (BORBA; SOUTO; CANEDO, 2022).

A metáfora representa a relação entre o ser humano e as tecnologias, em que a ação de produção de conhecimento daquele mediado por essas engendra modificação em ambos. Como ressaltado por Souto e Borba (2016), as criações do ser humano ao longo da história são formas de se adaptar às adversidades do meio e garantir sua sobrevivência. Isso ocorre,

considerando que o “processo de criação e interação com o ambiente é dialético, pois, faz com que, ao mesmo tempo que o ser humano transforma o ambiente, seja também transformado por ele.” (SOUTO; BORBA, 2016, p. 223).

O processo de moldagem recíproca, no sentido de condicionamento, ocorre a partir das influências do ser humano constituída na e pela sua formação histórica, ao operar com as tecnologias propondo novas formas de mediação das mesmas. De modo dialético, as possibilidades que são constituídas com o advento das tecnologias influenciam as ações humanas, pois introduzem novas opções de operacionalização da realidade, dado que se inserem nessa como novos artefatos que reconfiguram as circunstâncias objetivas que o ser humano se encontra (BORBA; SOUTO; CANEDO, 2022). Essa dinâmica revela aspectos dos processos contraditórios estabelecidos entre o ser humano e as tecnologias com as quais ele lida, provocando movimentos de superação dessas contradições.

A convergência apontada é correlacionada considerando a compreensão dialética de transformação da realidade que ambos referenciais são conduzidos, no sentido de pensar as configurações tecnológicas constituídas no processo histórico. Tanto nas considerações de Vieira Pinto (2005) quanto para Borba (1999) e Borba e Villarreal (2005), as configurações tecnológicas são estabelecidas de acordo com as circunstâncias objetivas que o ser humano está inserido. Essas circunstâncias condicionam as ações humanas na superação das contradições que se impõe no trato com a realidade e engendram novas possibilidades de agir nela, ou seja, são responsáveis pela produção de novas tecnologias. Ao mesmo tempo, ao transformar a realidade a partir da criação de novos artefatos, o ser humano também se modifica, pois na superação das adversidades evolui sua racionalidade ao penetrar mais profundamente nas leis e fenômenos da natureza.

Para além da criação de novas tecnologias, os referenciais apontam para o processo epistemológico que é modificado a partir de um outro dimensionamento tecnológico. O processo de construção de conhecimento é modificado com o advento de novas tecnologias, visto que outros meios são inseridos como mediadores na relação entre o conhecimento e as ações cognitivas do ser humano, provocando transformações nas suas atividades intelectuais.

As transformações possibilitam outras formas de conhecer que medeiam a dinâmica da realização do pensamento, ou seja, provocam uma reorganização do pensamento, de acordo com o construto teórico S-H-C-M. De maneira semelhante, Vieira Pinto (2005) considera a mediação a partir de novos mecanismos que se intercalam com os processos de pensamento

humano, constituindo-se em uma única máquina para melhor conhecer as leis e fenômenos da natureza.

Um outro ponto que estabelece uma aproximação entre os dois referenciais consiste na dimensão histórica do processo de constituição da realidade. Tal dimensão se apresenta como fator fundamental para entender as determinações que dão existência às tecnologias e provocam transformações nas atividades humanas. O histórico tomado pelos referenciais adotados compreende, não os fatos mortos que se encadeiam numa cronologia linear, mas a dinâmica das situações reais que configuram os processos de constituição das novas formas de existir do ser humano.

Nesse sentido, cabe ressaltar, segundo Vieira Pinto (2005), que a dimensão histórica da realidade se institui a partir das necessidades do ser humano de melhor conhecer as circunstâncias em que habita. Isso revela que a relação que liga o ser humano à natureza não é de caráter técnico, mas sim existencial. Logo, a historicização da constituição da realidade é condicionada diante das ações que o ser humano estabelece para sua transformação, que, dialeticamente, ao criar os meios dessa transformação produz a si mesmo, ou seja, a sua própria história.

A esse respeito o construto teórico S-H-C-M considera a ideia de transformação recíproca entre seres humanos e tecnologias, condicionado por um processo dialético ao longo da história. Segundo Villarreal e Borba (2010) e Souto e Borba (2012), as tecnologias são criações do ser humano como forma de desenvolvimento de um processo histórico para adaptar a si o meio em que está inserido, de acordo com as necessidades para que possa manter a sua existência. A condição de adaptação do meio a si ocorre de forma dialética, em que a sua ação transforma as circunstâncias objetivas da realidade, natureza, o que resulta na criação de técnicas, ao mesmo tempo que a realidade modificada condiciona as ações humanas, ou seja, também transforma o próprio ser humano.

Nesse movimento ontológico de constituição do ser humano e da realidade em que o circunscreve, também estão incluídos as disposições epistemológicas para apropriação das determinações que configuram a sua existência. Segundo as considerações de Vieira Pinto (2005), a dimensão epistemológica desencadeada nesse movimento se estabelece condicionada pelas circunstâncias objetivas advindas com as transformações que o ser humano engendra na realidade.

O domínio das leis e fenômenos da natureza revela a evolução da racionalidade humana, a qual permite elaborar subjetivamente as explicações, cada vez mais assertivas, do movimento da realidade. As tecnologias, dialeticamente, são o produto que reflete e o meio que permite o avanço dessa racionalidade, visto que ao mesmo tempo podem ser um bem de produção ou de consumo do acúmulo histórico de conhecimento (VIEIRA PINTO, 1969; 2005).

Em convergência com essas ideias do construto S-H-C-M, Borba e Villarreal (2005) e Villarreal e Borba (2010) consideram que as tecnologias têm afetado, ao longo da história, as formas de produção de conhecimento científico. De acordo como os autores, diferentes artefatos desenvolvidos historicamente têm moldado a maneira que o conhecimento é produzido. Ao tratarem, mais especificamente, do conhecimento em Matemática, observam que historicamente a atividade do matemático tem se modificado diante do advento de novos artefatos, visto que o modo de fazer matemática é condicionado e reorganizado pelo coletivo de seres humanos com os novos artefatos.

O movimento histórico, contemplado pelos dois referenciais teóricos, tem como característica intrínseca o aspecto dialético na sua constituição, que é revelado a partir do processo de transformação recíproca entre seres humanos e tecnologias ao longo da história. Esse processo configura, tanto para Vieira Pinto (2005) quanto para o construto S-H-C-M a evolução da racionalidade do ser humano, no sentido que as tecnologias, enquanto resultados do domínio racional do movimento da realidade, possibilita novas formas de produção de conhecimento, que, indefinidamente, gera um acúmulo histórico desse.

Diante dessa compreensão de tecnologia que alcançamos, possibilitada pela articulação das ideias de Vieira Pinto (2005) e as do construto teórico S-H-C-M, as quais se aproximam às do filósofo, podemos afirmar que o conhecimento produzido mediado por tecnologias tem um caráter autêntico. De acordo com tal compreensão, a perspectiva de produção de conhecimento em Matemática que constituímos para esta pesquisa considera as ações que o indivíduo realizada a partir de um processo de reorganização da sua atividade intelectual, configurado pelos aspectos epistemológicos dialéticos da sua prática de programação de computadores associados aos conhecimentos em Matemática mobilizados por ele durante sua prática.

4.3.2 Aspectos que se distanciam

Para os aspectos que se colocam enquanto percepções que distanciam os referenciais adotados, podemos apontar as considerações a respeito da identificação das tecnologias no processo de constituição das circunstâncias existenciais do ser humano. Para Vieira Pinto (2005), as tecnologias são constituintes do ser humano, um existencial, aquilo que é de caráter humano e que sem o qual não existiria. Nessa abordagem da relação da tecnologia com o ser humano, a criação de novas tecnologias está condicionada pelas necessidades existenciais humanas, as quais direcionam os tipos de tecnologias a serem criadas. De acordo com o autor, isso justifica as realizações tecnológicas de cada período histórico, pois dependem das condições objetivas de cada período condicionada pela produção material da vida social vigente, ou seja, o advento de uma técnica ou tecnologia só se realiza diante das necessidades que se constituem a partir da produção material da vida social de cada época.

Segundo as considerações contidas no construto teórico S-H-C-M, as tecnologias atuam como protagonistas do processo de transformação da realidade e formam um coletivo pensante com os seres humanos, o qual responde pela forma como o conhecimento é produzido. Nesse sentido, as tecnologias são compreendidas como motor da história, de maneira que elas também atuam na constituição de novas formas de apreensão e modificação da realidade. Isso significa que as tecnologias ganham poder de ação na transformação da realidade ao mesmo tempo que são partes constitutivas do ser humano, pois agem na transformação desse.

Nesse sentido, no construto, entende-se a técnica como propulsora da história humana, como enfatizado em Borba e Penteado (2019), que creditam certas transformações nas relações com a realidade ao surgimento de determinadas técnicas, como no caso da informática. De acordo com Vieira Pinto (2005), as transformações da realidade são efeitos da busca constante do ser humano de superação das resistências exercidas pela natureza para garantir sua existência. Isso revela que o propulsor da história do ser humano é ele próprio, como forma de produzir as condições materiais necessárias para se manter vivo, ou seja, é o que estabelece o pressuposto de toda história (MARX, ENGELS, 2019).

De acordo como os pressupostos do MHD e deslizando na direção do que nos indica Vieira Pinto (2005), consideramos que assumir que a tecnologia possui um poder de ação de transformação da realidade, pode produzir uma forma de mistificação da tecnologia ou até

mesmo, de acordo com o filósofo brasileiro, uma espécie de maravilhamento, que não permite revelar os verdadeiros protagonistas do processo de transformação da realidade e de constituição da história, a saber, o ser humano. Os objetos técnicos, aparentemente, podem passar uma percepção de que possuem autonomia para influenciarem as ações dos seres humanos, no entanto, ao apreendermos esses objetos numa perspectiva histórico-dialética, o poder de ação atribuído à tecnologia é, na verdade, a ação humana materializada nela, pois são incorporados os desejos e intencionalidades quando da sua criação e sua legitimação nas relações sociais.

Do ponto de vista da compreensão de uma relação imediata com a tecnologia, pode-se admitir, como justificativas metodológicas, que as tecnologias possuem poder de ação no processo de desenvolvimento humano. No entanto, a condição de agir na constituição do ser humano não consiste num atributo da tecnologia em si mesma, mas um atributo da dimensão existencial humana, consubstanciado pelos modos e instrumentos que são criados (VIEIRA PINTO, 2005). Para alcançar essa análise, é fundamental considerar a dimensão ontológica na apreensão dos determinantes que configuram a realidade na sua totalidade, visto que é no ato de produção da existência, superação das contradições entre o ser humano e a natureza, que a técnica e os artefatos que dela derivam se configuram.

Nessa direção, consideramos que os aportes teóricos que fundamentam esta pesquisa se distanciam, visto que diante das elaborações de Vieira Pinto (2005) a respeito do conceito de tecnologia, as determinações que as constituem se fundam na produção da existência humana. Portanto, as tecnologias são configuradas nessa produção, a qual se estabelece pela luta travada entre o ser humano e a natureza, no sentido de criar as condições menos penosas para satisfazer suas necessidades. Logo, as técnicas constituídas da ação humana, perante a realidade objetiva, são a materialização do seu modo de existência e engendram o arcabouço cultural da humanidade constituído historicamente.

Com relação ao construto S-H-C-M, esse movimento de constituição da realidade não fica evidente ou é desconsiderado, de maneira que a apreensão das determinações que dão existência às técnicas, de maneira geral as tecnologias, não é suficientemente realizada como forma de superação de uma percepção imediata ou uma metafísica de tecnologia. Isso pode ser observado a partir da noção de coletivos pensantes, em que seres humanos e tecnologias atuam como protagonistas no processo de produção de conhecimento. O protagonismo atribuído à tecnologia, no nosso modo ver, revela uma percepção aparente a respeito da

tecnologia, deixando de apontar o único responsável por esse processo de produção de conhecimento, a saber, o ser humano. Nesse ponto, há um distanciamento entre as teorias, pois para Vieira Pinto (2005) o ser humano é o protagonista da sua história e no construto S-H-C-M, o ser humano divide esse protagonismo com as suas criações.

Considerando o que foi exposto nesta seção de apontamentos teóricos para compreender o conceito de tecnologia, nas dimensões ontológicas e epistemológicas, consubstanciados pelas considerações de Vieira Pinto (2005) e reflexões abordadas pelo construto teórico S-H-C-M, na seção seguinte, descrevemos os procedimentos metodológicos realizados para a produção dos dados da nossa investigação.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

A partir do MHD que fundamenta nossas escolhas teórica e metodológica, esta investigação se associa à perspectiva crítico-dialética, a qual considera que os fenômenos são partes de um movimento histórico mais amplo e que o conhecimento é produzido a partir do empírico presente (GAMBOA, 2018).

[...] num primeiro momento, elaboramos uma imagem sincrética do todo, quer dizer, caminhamos buscando suas partes constitutivas por meio de análises e a partir delas recuperamos o todo por meio da síntese que expressa num segundo momento uma dimensão mais rica e complexa das múltiplas determinações que constituem o fenômeno, objeto da investigação. Quando falamos de síntese de múltiplas determinações, nos referimos à construção do objeto determinado pelos contextos, quer dizer, pelas condições materiais e históricas que permitem sua existência e sua manifestação como fenômeno. Na realização desse processo, caminhamos do empírico concreto (todo sincrético) ao abstrato (categorias diversas de análises) e deste ao concreto no pensamento (GAMBOA, 2018, p. 106).

Pautados por tal compreensão de pesquisa e construção de conhecimento, consideramos necessário produzir as condições de investigação que permitam o acesso aos dados imediatos, para que seja possível acompanhar os sujeitos da pesquisa ao realizarem suas ações durante um período de tempo suficiente e produzir os dados que ofereçam potencialidades para discutir o objeto de estudo (RIGON; ASBAHR; MORETTI, 2016). Na pesquisa crítico-dialética, segundo Gamboa (2018, p. 92), quando investigamos fenômenos da Educação é fundamental considerar as relações com os aspectos econômicos, sociais e culturais, para que consigamos “[...] compreender a dinâmica da sociedade onde os processos educativos se realizam e adquirem sentidos.”

No nosso caso, para essa compreensão do fenômeno que nos interessa e buscar localizá-lo na sua constituição histórica, desenvolvemos ações formativas a partir de um projeto de extensão direcionado a professores e licenciandos em Matemática da Educação Básica dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio. Para essa configuração de cenário, guiamo-nos pelo que estabelecemos enquanto interrogação a ser investigada, qual seja: *Como professores e licenciandos produzem conhecimento em Matemática articulado e configurado pela prática de programação de computadores?*

A nossa postura no cenário de investigação como pesquisador, constituiu-se de acordo com as características da observação participante, entendendo que ao organizarmos e

desenvolvermos ações formativas com os professores e licenciandos nos colocamos como parte do cenário de pesquisa que observamos e membros do conjunto de participantes das ações formativas (GIL, 2008). Além disso, consideramos que o período de tempo, o qual possibilitou a realização de treze encontros com os participantes, corrobora a perspectiva da observação participante, que, de acordo com Bogdan e Biklen (1999), tal período de tempo está condicionado pelas limitações do investigador e o objeto que lhe motivou interesse.

Para nós, o período de tempo permitiu uma aproximação efetiva com os sujeitos da pesquisa nas realizações de suas ações, em que essas foram orientadas para a realização de práticas de programação de computadores articuladas com conteúdos de Matemática. Segundo Gil (2008, p. 104), o que precisa ser considerado na observação, é que ela possa permitir acessar as “[...] palavras de esclarecimento que acompanham o comportamento dos observados”. Na subseção seguinte, descrevemos os detalhes da constituição do cenário de investigação, tal qual possibilitou a produção dos dados.

5.1 A constituição do cenário de produção dos dados e suas características

Na perspectiva do MHD, o fenômeno, na sua manifestação empírica, é o ponto de partida e de chegada para compreensão da sua essência (MARX, 2008; NETTO, 2011; GONÇALVES, 2005). Como forma de apreender nosso objeto de investigação de maneira empírica, na sua imediaticidade, foram organizadas e realizadas ações formativas vinculadas a um projeto de extensão executado entre os meses de fevereiro e dezembro de 2020, contemplado por um edital da Pró-Reitoria de Extensão (PROEX) da Unesp, voltado para a “difusão de conhecimentos científicos e humanísticos”.

As ações planejadas a partir do projeto de extensão aprovado, de acordo com edital 02/2019, tiveram como objetivo trabalhar com conhecimentos de programação de computadores e robótica e estabelecer relações articuladas com a produção de conhecimentos em Matemática. Os conteúdos foram direcionados para a apropriação, por parte dos participantes, de conhecimentos de programação por meio de interações com o software *Scratch*²⁰ e de situações de robótica pela plataforma de prototipação virtual *Tinkercad*²¹

20 Sobre o software Scratch ver Apêndice E.

21 Sobre a plataforma *TinkerCad* ver o Apêndice E.

utilizado para produzir circuitos elétricos, operacionalizados por meio da simulação virtual da placa de microprocessamento Arduino, para a manipulação de alguns componentes robóticos.

Como aporte financeiro para a realização do projeto, este foi contemplado com uma bolsa de auxílio financeiro para um estudante de graduação, mais especificamente, direcionado para licenciandos em Matemática, além de recursos para a aquisição de materiais necessários para a execução do mesmo. A princípio, estava planejado desenvolver ações de formação com escolas públicas estaduais, de maneira a propor um ambiente para que professores de Matemática²² que atuam no Ensino Fundamental e no Ensino Médio da cidade de Rio Claro, estado de São Paulo, pudessem se apropriar de conhecimentos de programação de computadores e robótica articulados com conteúdos da Matemática.

A intenção inicial para as ações formativas, era que estas fossem realizadas de forma totalmente presencial no ambiente escolar, pois consideramos que essa atitude possibilita uma dimensão da realidade mais próxima das circunstâncias reais do professor, já que são nessas circunstâncias que realiza suas atividades de trabalho. Para nós, essa condição exprime uma postura de pesquisa orientada pelo MHD, o qual entende que as circunstâncias reais são determinantes para a formação da consciência (MARX, 2019; LEONTIEV, 1984). Tal condição se alinha, também, às compreensões de que a formação do professor é parte do seu trabalho docente e que reconhecem a escola como espaço privilegiado de desenvolvimento profissional do professor (RICHIT; MALTEMPI, 2013; HOBOLD, 2018).

As primeiras conversas, para que o projeto pudesse ser executado nas escolas, foram realizadas com a Diretoria de Ensino de Limeira, SP, ainda quando estávamos elaborando o projeto. Nossa proposta era oferecer o projeto às escolas por meio da Diretoria como parceria entre a Universidade Estadual Paulista (Unesp), câmpus de Rio Claro, e as escolas da cidade onde está localizado o câmpus da universidade. No entanto, as conversas não avançaram e decidimos fazer o contato diretamente com as escolas, o que se deu após o projeto ser aprovado pela PROEX e iniciado, então, a partir de fevereiro de 2020.

Após definirmos os modos de operacionalização do projeto, contatamos por telefone algumas escolas de Rio Claro, SP, para consultar se havia interesse no projeto. Algumas foram muito receptivas, outras não, por motivos diversos. No entanto, no ano de 2020 a sociedade, em escala global, foi acometida pela pandemia do Covid-19, com os primeiros casos, a princípio, encontrados na China e se espalhando para outras nações.

22 Ao dizermos professores de Matemática, estamos incluindo também os professores que não possuem a formação em licenciatura em Matemática, mas que ensinam Matemática na Educação Básica.

No Brasil, os primeiros casos foram identificados em fevereiro de 2020. No mês de março, a Organização Mundial de Saúde (OMS) declarou estado de contaminação à pandemia da Covid-19. Com o estado de pandemia e o aumento de casos no nosso país, foram adotadas medidas de distanciamento/isolamento social, em que as pessoas foram orientadas a ficar confinadas em suas residências. Diante de tais medidas, a partir de março de 2020, todas as atividades presenciais das instituições de ensino, de todos os níveis, do infantil ao superior, tiveram que ser suspensas.

Com uma realidade afetada por uma emergência sanitária, decorrente do quadro da pandemia de Covid-19, tivemos que repensar as ações do projeto e considerar se as mesmas poderiam ser executadas ou não. Decidimos dar seguimento ao projeto de extensão, no entanto, foi necessário promover alterações na sua forma de execução, a qual havia sido planejado para ser realizado no ambiente escolar. Diante do quadro pandêmico, que exigiu que medidas sanitárias fossem adotadas, a solução para continuar a execução do projeto e desenvolvimento de suas ações foi considerar a sua realização por meio de ações com a mediação de ambientes virtuais. Com o entendimento estabelecido para a continuidade do projeto, demos início novamente às conversas com as escolas e professores que já havíamos nos aproximado e definido como o público-alvo no nosso planejamento inicial.

Torna-se importante ressaltar que, nesse período, também, os responsáveis pela gestão das instituições de ensino de todos os níveis buscavam estratégias que pudessem assegurar e reestabelecer as atividades de ensino de alguma forma. Com isso, emergiram diversas situações que foram colocadas em prática, as quais resultaram numa situação emergencial de ensino, que foi disseminada como ensino remoto emergencial (SAVIANI, 2020). A adoção da estratégia de ensino de caráter remoto foi implementada de maneira unânime em todos os níveis, variando os recursos empregados para sua implementação, de modo que estudantes e professores passaram a realizar as atividades escolares a partir de suas próprias residências. Nessa nova configuração de desenvolvimento das atividades de ensino e aprendizagem, as aulas foram retomadas e plataformas virtuais de ensino e aprendizagem foram disponibilizadas pelas redes de ensino.

Diante dessa realidade do contexto da Educação, professores tiveram que adaptar as suas práticas e se apropriarem de ferramentas necessárias para conduzir os processos de ensino nessa dinâmica remota. O período de adaptação e apropriação que o professor teve para realizar essa transição foi breve, quase que inexistente, o que trouxe como resultado um

aumento no volume de trabalho para eles. As implicações derivadas desse novo contexto refletiram na adesão, pelos professores, no projeto de extensão que estávamos oferecendo, os quais, no planejamento do projeto, anterior à pandemia, seriam os que havíamos considerado como participantes.

A retomada da execução do projeto se iniciou pelo contato com as escolas, que ocorreu com cerca de um mês após as instituições de ensino suspenderem suas atividades presenciais devido à situação da pandemia no Brasil. A primeira atitude, nesse sentido, foi entrar em contato com os coordenadores pedagógicos das escolas os quais já havíamos conversado antes da pandemia. Eles voltaram a conversar com os professores, principalmente os da área de Matemática, e o retorno que nos deram, no contexto exposto, foi de que não tinham condições, no momento, para participar do projeto. As justificativas apresentadas estavam relacionadas com o tempo, o qual havia ficado mais comprometido, devido a um volume maior de trabalho para se adaptarem a nova configuração da realidade educacional com o ensino remoto.

Diante do aumento da quantidade de trabalho dos professores, oferecemos apoio para pensar atividades que pudessem ser desenvolvidas com alunos no modelo de aula remota, como estratégia de aproximação e, também, a fim de compreender melhor o quadro que estavam enfrentando. Tal apoio poderia ou não envolver programação de computadores e robótica. Nossa intenção foi construir um diálogo e nos solidarizar com o momento, através da nossa contribuição, mostrando compreensão com as circunstâncias objetivas do seu trabalho.

Mesmo nos disponibilizando para dar apoio nas ações, que não necessariamente estavam associadas ao projeto de extensão, os professores preferiram continuar desenvolvendo as suas atividades de ensino conforme já vinham se organizando, seguindo as orientações vindas da secretaria de educação e da diretoria de ensino. Com isso, não foi possível contemplar a participação deles no projeto de extensão. Essa situação nos impôs um replanejamento para implementação das ações do projeto, com relação à definição dos seus participantes, visto que foi necessário buscar outros sujeitos participantes. A solução foi considerar que poderiam participar das ações formativas professores de matemática da rede pública ou privada de qualquer localidade do estado de São Paulo e também estudantes de licenciatura em Matemática.

Nesse sentido, diante da definição dos novos sujeitos participantes, a nossa tarefa foi divulgar as ações de formação do projeto para buscar interessados em participar. Para tanto, utilizamos como estratégia: a divulgação do projeto nas redes sociais; e a colaboração de orientandos vinculados à orientadora desse trabalho, de modo a ampliar a divulgação por meio de seus grupos de mídias sociais.

No processo de divulgação, foi disponibilizado um formulário online, via plataforma *Google Forms*, que se encontra no Apêndice B, para o preenchimento, pelos interessados, com os dados para contato posterior. Com um pouco mais de cinco dias a partir do início da divulgação, que foi em meados de agosto de 2020, tivemos um retorno bastante expressivo de interessados em participar do projeto, com um total de 32 formulários preenchidos.

A partir dos formulários que recebemos, o passo seguinte foi disponibilizar um outro formulário online, novamente pela plataforma *Google*, que também se encontra no Apêndice C, para levantar as disponibilidades de dia e horário para participação nos encontros síncronos e outras informações para melhor identificar os sujeitos que manifestaram interesse em participar das ações do projeto.

O segundo formulário se configurou como instrumento de produção de dados, tal qual possibilitou, entre outras, “[...] complementar informações, sobretudo na fase inicial e exploratória da pesquisa” (FIORENTINI; LORENZATO; 2012, p. 117), com dados mais específicos dos interessados, por exemplo, as escolas e séries/anos que estavam trabalhando. Nesse segundo formulário, tivemos o retorno de 15 dos 32 interessados que haviam se manifestado através do primeiro. Mesmo com a quantidade menor de interessados em participar, entendemos que já era significativa para nossos propósitos, até porque, estávamos diante de uma realidade bastante caótica, devido às formas pelas quais o retorno das atividades de trabalho dos professores e de formação acadêmica dos estudantes vinha se efetivando.

Como já apontamos, o retorno das atividades escolares estava se efetivando através da incorporação da condição de trabalho ou situação de ensino remoto, com o emprego de recursos para a realização de atividades de forma virtual. No entanto, esse processo de retorno, foi caracterizado pela falta de preparação ou formação dos professores para lidar com esses recursos, o que exigiu um emprego maior de tempo para se adaptarem e se apropriarem dos recursos demandados para a preparação e realização de suas práticas de ensino, em especial de professores da rede pública e de estudantes universitários. Com essas condições,

organizamo-nos para encontrar o melhor dia e horário, diante das informações obtidas pelo segundo formulário e contemplar, assim, as disponibilidades que nos foram fornecidas. Para garantir a participação de todos ou da maioria nas ações formativas planejadas para serem realizadas virtualmente de forma síncrona e assíncrona, os encontros síncronos tiveram que ocorrer às quartas-feiras, no período noturno com início às 19h30 e término às 21h30.

Com a definição do dia e horário, foi possível contemplar doze interessados em participar do projeto de extensão. A partir de então, definimos a data de início das atividades do projeto, a qual aconteceu no dia vinte três de setembro de 2020. Diante dessas definições, enviamos e-mails para todos que preencheram o primeiro formulário, mesmo àqueles que não haviam preenchido o segundo, com as informações sobre o início das atividades e com orientações sobre as plataformas virtuais *Google Meet* e *Google Classroom*, as quais foram utilizadas para os encontros síncronos e participações assíncronas respectivamente. Na subseção seguinte, descrevemos os participantes do projeto, os quais também se constituíram enquanto sujeitos dessa pesquisa.

5.2 Os participantes da pesquisa

Como pontuamos anteriormente, o projeto iniciou suas atividades de ações formativas com a participação de doze interessados. Dentre eles, quatro estudantes de licenciatura em Matemática, todos da Universidade Federal de São Carlos, SP, sete professores da rede pública estadual de São Paulo de escolas localizadas nas seguintes cidades: Engenheiro Coelho (um), Limeira (um) e Rio Claro (cinco) e dois da rede particular de Rio Claro. Um dos professores da rede pública estadual de Rio Claro também atuava na rede particular da mesma cidade.

Entre os professores haviam cinco com formação em licenciatura em Matemática, destes quatro já atuavam há mais de dez anos como docente. Outros dois possuíam formação em engenharia de automação e tecnologia e processamento de dados e atuavam como professores há menos de cinco anos. Com relação aos professores, também, quatro deles, três com licenciatura e o da engenharia, já desenvolviam práticas de programação e robótica nas suas respectivas escolas, tanto por meio de projetos elaborados pelo próprio professor como por ações implementadas pelas escolas. Tais ações estão concentradas na formação de grupos de estudantes para participação em olimpíadas de programação e robótica ou atuando em

disciplinas específicas voltadas para tecnologias digitais, as quais envolvem práticas de programação e robótica.

Ao longo dos encontros, o número de participantes nas ações formativas do projeto diminuiu devido às desistências, o que resultou com uma presença regular, até o final das ações formativas do projeto, de cinco participantes. No entanto, para esta pesquisa consideramos todos os professores e licenciandos que participaram das ações, desde de seu início, independentemente da quantidade de encontros que estiveram presentes. A seguir, apresentamos como se deu o planejamento das ações formativas e a escolha das plataformas virtuais utilizadas nos encontros síncronos e nas situações assíncronas.

5.3 Planejamento das atividades

As ações de formação, dado o contexto apresentado, foram replanejadas para serem desenvolvidas inteiramente no formato virtual. Para isso, tivemos que explorar algumas plataformas virtuais que pudessem dar o suporte necessário para a realização das atividades e contemplar, o quanto possível, o que havíamos proposto inicialmente no projeto. A princípio, consideramos a utilização da rede social Facebook, como espaço de interação e como meio para disponibilizar os materiais e atividades produzidas, tanto por nós, quanto pelos participantes do projeto.

A ideia de usar o Facebook tinha como fundamento a nossa experiência com seu uso, por acreditar na facilidade em acessá-la e pelas suas potencialidades de comunicação e interação que poderiam contribuir com os participantes envolvidos nas atividades do projeto. Pensamos em criar um grupo fechado nessa rede para que só os participantes pudessem acessar as produções que ficariam disponíveis e as interações que ocorressem durante a dinâmica de participações no grupo.

No entanto, explorando o *site* de mídia social e analisando as suas possibilidades, percebemos que poderiam surgir algumas dificuldades no processo de organização das atividades, considerando que tal rede social não foi desenvolvida, especificamente, para finalidades educativas. Por outro lado, também, não tínhamos muito tempo para nos organizarmos e nos apropriarmos dessa ferramenta para melhor aproveitar suas potencialidades e organizar um espaço que pudesse contribuir de forma efetiva no

desenvolvimento das atividades do projeto. Diante disso, optamos por descartar a utilização dessa rede social para o desenvolvimento das atividades.

A partir de então, direcionamo-nos para as plataformas de ensino que estavam sendo ‘mais utilizadas’ no momento. O ‘mais utilizadas’ se deve aos dados que foram levantados por meio do segundo formulário preenchido pelos professores interessados e pelas nossas constatações nas experiências de atividades que vinham ocorrendo de forma remota na Unesp, especialmente as do Programa de Pós – Graduação em Educação Matemática que esta pesquisa está vinculada. As plataformas que escolhemos para desenvolver as ações do projeto de extensão foram o *Google Meet*, para realização das atividades síncronas, e o *Google Classroom*, como espaço para as atividades assíncronas.

Pedimos licença para o leitor para, antes de continuar no detalhamento do cenário de investigação, fazer uma reflexão crítica sobre o domínio dos grandes conglomerados responsáveis pela produção destas plataformas digitais, as chamadas *big techs* (DOWBOR, 2020), visto que esta pesquisa, em alguma medida, foi condicionada por elas. Não é nossa intenção fazer uma reflexão pormenorizada, mas apontar, como exercício de reflexão, alguns aspectos que acreditamos ser influentes nesse movimento de escolha, e que direta ou indiretamente, foram instrumentos relevantes dentro dos procedimentos metodológicos assumidos para a produção dos dados empíricos desta pesquisa. Nesse intento, concordamos com as considerações de Javaroni, Santos e Borba (2011), quando ressaltam a influência na natureza dos dados e nos resultados obtidos pelo pesquisador, quando optamos por um ou por outro procedimento ou instrumento como meio de produção de dados. Os apontamentos referem-se ao quanto a nossa escolha está condicionada, principalmente, pela hegemonia que tais empresas *big techs*, como *Google*, *Facebook*, entre outras, têm construído ao redor do mundo (DOWBOR, 2020).

Ao escolhermos uma dessas plataformas, torna-se importante compreender que não são escolhas livres. Isso, porque, há um domínio do mercado mundial estabelecido por parte dessas corporações, as quais são responsáveis pela produção da maioria dos recursos tecnológicos disponível para realização de trabalhos de forma virtual e que são consumidos por uma grande massa de usuários. Entre eles, as plataformas de aprendizagem virtual e de conferência que utilizamos para realização das ações formativas no período que desenvolvemos o projeto de extensão.

O domínio dessas empresas tem dimensionado as circunstâncias objetivas – já estabelecidas há alguns anos – que demandam produtos advindos de um processo de transformação das relações sociais, que estão, cada vez mais, permeadas por situações configuradas por uma dinâmica envolvendo processos virtuais. Diante do estado de pandemia, essas situações deixaram mais evidentes a hegemonia das *big techs*, pois, ao serem adotadas medidas de distanciamento social, diversas ações foram implementadas para que atividades desenvolvidas presencialmente pudessem ser realizadas de forma não presencial, cujo caminho foi a utilização de ferramentas tecnológicas associadas ao formato de ensino virtual, o que se caracterizou como ensino remoto. Com isso, as instituições de ensino iniciaram um processo de implementação das suas atividades condicionadas por ações pautadas por esse formato de ensino que desencadeou uma alta procura por recursos que pudessem dar suporte a essa dinâmica de ensino emergente na realização das atividades.

O poder econômico e, conseqüentemente, a influência dessas empresas *big techs* são aspectos determinantes no condicionamento da escolha da maioria dos recursos tecnológicos empregados nas atividades escolares. Com o advento da situação de ensino remoto, produziu-se a necessidade de implementação de ações condicionadas por esses aspectos. Isso refletiu no aumento da utilização de recursos tecnológicos, de propriedade dessas empresas, por uma grande massa de usuários e que inclui as interessadas e os interessados em participar das ações formativas do nosso projeto de extensão.

Assim, podemos afirmar que o domínio dessas *big techs* foi elemento determinante na escolha dos recursos que foram utilizados para a realização do projeto e que também se constituíram nos instrumentos utilizados nos procedimentos que produziram os dados empíricos desta investigação. Nesse sentido, diante do exposto, a hegemonia desses grandes conglomerados, produtores dessas tecnologias contemporâneas, influenciaram diretamente na realização desta pesquisa. Com isso, nossa intenção foi deixar apontado o quanto o pesquisador é influenciado pelas circunstâncias de realização da pesquisa.

Entendemos que seja importante fazer tal constatação, por considerar que a realidade é composta por uma totalidade de determinações que estão relacionadas e que compõem as circunstâncias objetivas desta pesquisa, tal qual nos possibilitou compreender nosso objeto de estudo. Sobretudo, ao assumirmos a perspectiva do MHD, entendemos que a totalidade da realidade se manifesta nas partes, e que estas carregam a essência do todo ao qual pertencem (MARTINS; LAVOURA, 2018; GONÇALVES, 2005).

Após a escolha dos recursos, plataformas virtuais de comunicação, para realização das ações do projeto, avançamos para a organização e estruturação destas ações, que foram planejadas para serem realizadas por meio de encontros síncronos com a ferramenta *Google Meet*. Ao todo, foram realizados treze encontros, com o primeiro desses no dia 23/09/2020 e o último no dia 16/12/2020, conforme apresentamos no Quadro 2:

Quadro 2: Encontros síncronos para a realização das ações formativas do projeto

Data	Atividades e conteúdos trabalhados
23/09	Realizamos a apresentação do projeto, apresentamo-nos enquanto responsáveis pela execução e pedimos para que os participantes fizessem um breve fala sobre si. Em seguida, fizemos uma atividade de ambientação na plataforma <i>Google Classroom</i> e explicamos a dinâmica das ações formativas com a utilização da plataforma.
30/09	Para esse dia, fizemos uma atividade de ambientação no software de programação Scratch. Para isso, foi pedido aos participantes que elaborassem programações para trabalhar com comandos de movimentos, de sons e de aparência.
07/10	Nesse encontro, iniciamos as atividades direcionadas para o nosso objeto de estudo, associadas com conteúdo de geometria plana. Antes desse encontro, compartilhamos uma orientação para a realização da atividade, em que foi pedido para os participantes a elaboração de uma programação com alguns blocos de códigos, já determinados, de modo que fosse possível construir um quadrado. Complementar a isso, depois de realizada essa primeira parte, pedimos para modificar a programação que elaboraram para permitir a construção de outros polígonos regulares. Também, solicitamos o acréscimo de outros blocos para que a programação gerasse um polígono regular a partir de uma informação de entrada requisitada pelo programa elaborado, por exemplo: quantos lados possui o polígono regular que deseja construir?
14/10	Nesse encontro, com a mesma dinâmica do encontro anterior, pedimos para os participantes elaborarem uma programação em que fosse possível produzir a sequência dos 18 primeiros números ímpares positivos. Depois, acrescentar outros blocos de comando, para modificar a programação elaborada, de maneira que o resultado fosse o mesmo para os números pares e os múltiplos de 5. Para concluir essa atividade, pedimos para acrescentar outros blocos para que, ao construir os termos das sequências, pudesse ser implementado para que a soma dos termos também fosse visualizada.
21/10	Para esse encontro, pedimos para elaborarem uma programação com utilização dos blocos de comando do grupo “meus blocos”, para que tivesse como resultado um polígono regular qualquer ou uma circunferência. E que em ambos, também, fosse possível inserir o tamanho do lado ou raio desejado. Como complemento desta atividade, pedimos para acrescentar outros blocos para que a programação retorne como resultado polígonos regulares concêntricos ou circunferências concêntricas.
28/10	Solicitamos nesse encontro, para elaborarem um plano de ensino para desenvolver algum conteúdo, situação ou conceito matemático, em que o processo tivesse como recurso a realização de situações com práticas de programação de computadores.
04/11	Nesse encontro, em uma parte dele, realizamos uma ambientação no aplicativo de web <i>Tinkercad</i> e, na outra, trabalhamos juntos na construção de um circuito elétrico para acender uma lâmpada de led.
11/11	Para esse encontro, pedimos para construírem um circuito elétrico e programá-lo para acender e apagar uma lâmpada de led de 1 em 1 segundo e de 0,5 em 0,5 segundos; Depois, complementamos a atividade, em que pedimos para inserir uma segunda lâmpada de led no circuito, para que as duas juntas acendessem e apagassem alternadamente de 0,3 em 0,3 segundos.
18/11	Pedimos, nesse encontro, para construírem um circuito elétrico em que fosse possível acender uma lâmpada de led apertando um botão. Depois, acrescentar outro botão e modificar o circuito para que a lâmpada led acendesse por um dos botões e apagada pelo outro. Finalizar com a construção de um circuito elétrico representando um sistema de semáforo em um cruzamento com veículos podendo trafegar apenas em dois

	sentidos.
25/11	Nesse encontro, pedimos para construírem um circuito elétrico para acender 12 lâmpadas de leds, uma após a outra, e apagar da mesma forma, só que inversamente à que foram acesas. Pedimos para modificar a programação do circuito elétrico construído para que as lâmpadas acendessem e apagassem de maneira aleatória.
02/12	Pedimos, nesse encontro, para construírem um circuito elétrico, ligando 4 servos motores para que serem acionados por um monitor serial. Nessa atividade, foram discutidas algumas situações na programação dos servos motores e no seu funcionamento relacionadas com ideias matemáticas envolvendo análise combinatória.
09/12	Para esse encontro, pedimos para elaborarem um plano de ensino, poderia ser algo que já realizaram em sala de aula, que contemplasse algum conteúdo, conceito ou situação de matemática que possa ser problematizado com o ambiente de construção de circuitos elétricos do aplicativo Tinkercad enquanto recurso de ensino. Pedimos para destacar o conteúdo a ser trabalhado e os recursos necessários para desenvolver a atividade.
16/12	Finalização das atividades e encerramento das ações formativas do projeto.

Fonte: Elaborado pelo autor.

No Quadro 2 foram descritas, de maneira detalhada, as ações formativas e os conteúdos envolvidos em cada encontro síncrono, ressaltando que a atividade proposta era disponibilizada com uma semana de antecedência da ocorrência da sua discussão no encontro. A dinâmica dos encontros foi organizada de maneira que os participantes pudessem ter espaço para falar sobre sua prática em sala de aula de ensino de matemática, como forma de criar um ambiente dialógico para relatarem sobre suas práticas, aproximações e experiências relacionadas com programação de computadores ou robótica.

Com a nova configuração do projeto de extensão, o objetivo ainda se manteve, o qual buscou desenvolver atividades para contribuir com os professores e licenciandos na apropriação de conhecimentos relacionados à programação de computadores e robótica articulados com situações de conhecimentos em matemática. As ações do projeto permitiram criar um espaço colaborativo para que os participantes pudessem discutir e refletir sobre os conhecimentos e práticas de programação de computadores e a articulação desses com situações de conhecimentos em Matemática. A dinâmica se estruturou por meio de atividades planejadas por nós, executores do projeto, disponíveis nos Apêndices F, com o intuito de problematizar os conteúdos de matemática quando esses são mediados por situações associadas à elaboração e execução de algoritmos, por meio do software *Scratch*, complementadas com a montagem de circuitos elétricos pelo aplicativo web gratuito *TinkerCad*, envolvendo esses conteúdos.

Nos seis primeiros encontros, foram desenvolvidas atividades com programação de computadores de forma mais específica e nos demais, os outros seis, considerando que o

último encontro foi destinado à finalização das atividades, as ações do projeto foram voltadas para trabalhar com situações envolvendo montagem e programação de circuitos elétricos. As atividades foram planejadas e postadas no ambiente *Google Classroom* com uma semana de antecedência do encontro síncrono seguinte, de maneira que a atividade pudesse ser discutida a partir das elaborações realizadas pelos participantes. Tal dinâmica buscou incentivar os participantes no envolvimento das atividades antes do encontro e compartilhar na plataforma *Google Classroom* até uma hora antes da realização do mesmo.

5.4 Procedimentos e instrumentos considerados na produção dos dados

Como já ressaltamos, a produção dos dados desta pesquisa se constituiu caracterizada pelo procedimento metodológico de acordo com a observação participante, tal qual envolve, além da observação em campo do objeto de estudo, um conjunto de procedimentos como: questionários, entrevistas, atividades propostas e desenvolvidas pelos sujeitos da pesquisa, filmagem, entre outros (FIORENTINI; LORENZATO, 2012). Nesse sentido, também concordamos com Borba, Almeida e Gracias (2012) ao afirmarem que os procedimentos metodológicos precisam estar em consonância com a concepção de conhecimento adotada na pesquisa.

Diante dos preceitos que adotamos para a produção empírica desta pesquisa, as ações formativas que realizamos tiveram, como uma das dinâmicas, a elaboração de atividades pelos participantes, que se constituiu enquanto procedimento de produção de dados. Com esse procedimento, nosso intuito foi obter dados relacionados à prática de programação de computadores desenvolvidas pelos participantes e compará-los com suas falas nos encontros síncronos e questionamentos sobre as dificuldades encontradas e as situações relacionadas com o ensino de matemática. Os dados possibilitados por esse procedimento nos permitiram avaliar as programações realizadas pelos participantes e como o conhecimento em Matemática foi articulado nesse processo que, para o objetivo do nosso estudo, permite-nos observar aspectos epistemológicos dialéticos da prática de programação de computadores articulado à produção de conhecimento em Matemática.

Outro procedimento de produção de dados que se configurou nas ações formativas foi o fórum de dúvidas que foi disponibilizado pela plataforma *Google Classroom*, em que pedimos aos participantes para compartilharem as dificuldades ou alguma curiosidade na

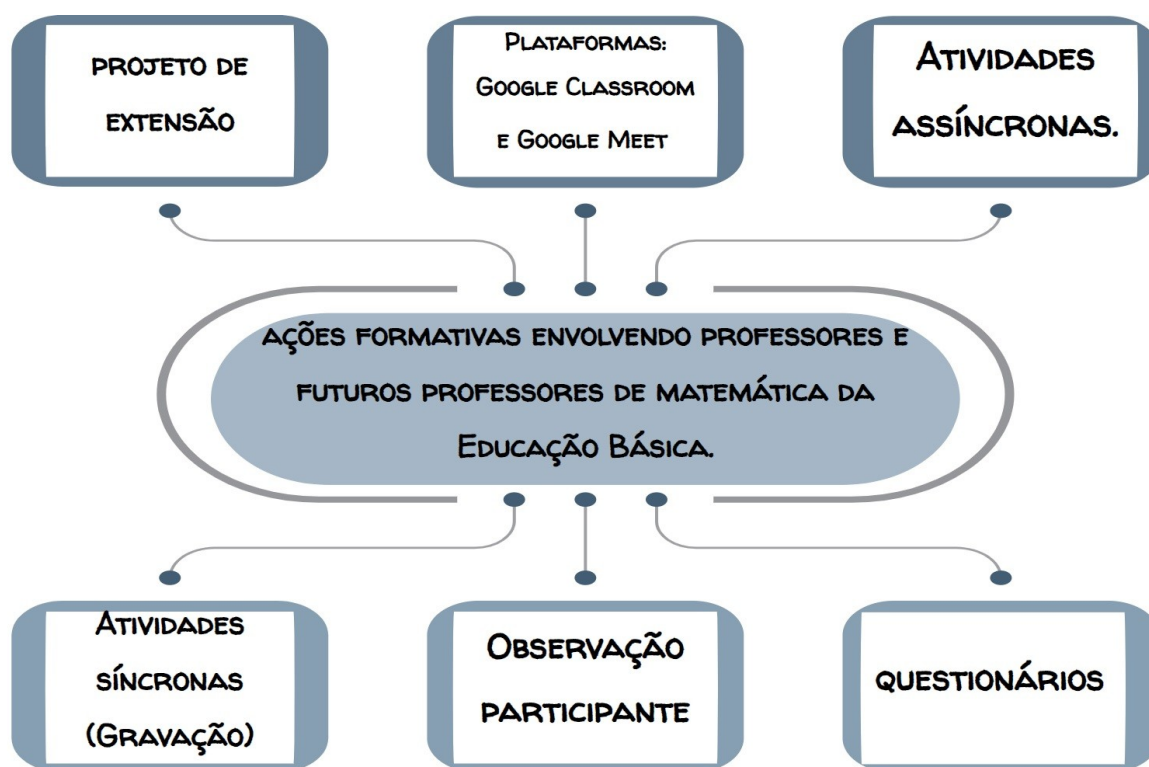
realização da atividade. Nossa intenção foi mobilizar o diálogo entre os participantes, em outro espaço, para discutirem as construções propostas e contribuírem com as dificuldades uns dos outros, constituindo assim outros dados para análise das ações de produção de conhecimento em Matemática articulado com a prática de programação computadores.

Com essa estratégia, esperávamos uma diversificação dos dados para compor nosso corpus de análise com os das gravações dos encontros síncronos, bem como, com os das atividades postadas. No entanto, essa dinâmica não se efetivou na prática, mesmo com a nossa participação em alguns momentos buscando sensibilizá-los em compartilhar suas dificuldades no ambiente. Com isso, a maior parte da discussão se deu nos momentos síncronos, o que foi fundamental para dialogar sobre as atividades postadas na plataforma.

Como mencionamos, os momentos síncronos, dimensionados pelo procedimento metodológico caracterizado pela observação participante, configuraram-se como outro procedimento metodológico. Esse espaço teve como objetivo a observação e a mobilização dos participantes no compartilhamento de suas atividades, de modo a exprimirem como foi a experiência em relação aos processos de programação, bem como as estratégias e conhecimento matemáticos que possibilitaram ou não a realização da atividade proposta. Quando tínhamos dificuldades em mobilizar os professores e licenciandos para participarem apresentando o que realizaram, fazíamos algumas falas sobre as atividades de alguns, buscando provocar a fala deles sobre o que produziram. Todos os encontros síncronos foram gravados com o recurso de gravação disponibilizado pelo *Google Meet*, que consistiu numa ferramenta relevante para esse procedimento de produção de dados caracterizado pela nossa observação nos encontros síncronos. O objetivo da gravação dos encontros foi captar as falas e imagens dos acontecimentos durante todo o processo de discussão. Outro procedimento realizado para a produção de dados se deu por meio de dois questionários disponibilizados aos participantes, Apêndices B e C, um antes do início das ações e outro durante. A finalidade foi produzir dados específicos da prática ou experiência na escola ou em outros espaços relacionados a situações que pudessem associar a programação de computadores e robótica a possíveis articulações como o conhecimento em Matemática. Tal procedimento colaborou para alcançar uma compreensão mais próxima da totalidade das relações e circunstâncias objetivas, em que cada participante está inserido, corroborando o método MHD, que nos indica que as partes sempre são expressões de uma totalidade mais rica em determinações (NETTO, 2011). Assim, os procedimentos utilizados para a produção dos dados desta

pesquisa foram: a observação nos encontros síncronos que teve a ferramenta de gravação disponível na plataforma *Google Meet* como suporte na captação das imagens e falas dos participantes durante o encontro; desenvolvimento de atividades ssíncronas disponibilizadas na plataforma *Google Classroom* com o software *Scratch* e a plataforma virtual *TinkerCad*; e Questionários. A Figura 2, a seguir, representa o esquema que sintetiza o movimento das ações de produção de dados elaborados por esta pesquisa.

Figura 2: Esquema sintético do movimento metodológico de produção de dados



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os procedimentos apresentados possibilitaram a apreensão empírica do nosso objeto de estudo e possibilitou a produção de um corpus significativo de dados. As atividades desenvolvidas foram planejadas considerando dois ambientes de programação de computadores, o software *Scratch* e a plataforma virtual *TinkerCad* e que se inseriram como instrumentos de produção de dados. Esses instrumentos foram definidos considerando as características voltadas para práticas pedagógicas interessadas em desenvolver conhecimentos de programação de computadores e construção de circuitos elétricos. Embora tenhamos planejado e desenvolvido atividades considerando esses dois instrumentos, delimitamos a

nossa análise apenas as estratégias que professores e licenciandos em Matemática realizaram para o processo de produção de conhecimento em Matemática articulado com a programação de computadores por meio do software *Scratch*. Com isso, o corpus de dados, para fins de análise desta pesquisa, restringiu-se aos seis primeiros encontros do projeto de extensão, nos quais foram desenvolvidas atividades, de maneira mais específicas, articuladas com práticas de programação de computadores.

Essa delimitação se deu de acordo com o nosso objeto de estudo, que envolve práticas de programação de computadores, por considerar que as atividades desenvolvidas com a plataforma virtual *TinkerCad* não produziram dados significativos para os objetivos desta pesquisa. A decisão, de limitar o corpus de dados a apenas situações específicas de programação de computadores, ocorreu por considerarmos que as atividades planejadas e realizadas nos encontros envolvendo robótica não acrescentaram dados que pudessem contribuir na compreensão e explicação da nossa questão de investigação. Notamos, nas atividades com a plataforma *TinkerCad*, que houve uma certa concentração dos participantes nas ações relacionadas a montagem do circuito elétrico e componentes robóticos. Fato esse, que entendemos não ser contributivo para compreender o objeto dessa pesquisa, o qual é caracterizado pela prática de programação de computadores, que não fica evidenciada diante da atenção voltada para a montagem dos componentes robóticos e do circuito elétrico. Essa percepção pode ser melhor investigada em outros trabalhos, com foco na organização da atividade de robótica que de mais ênfase à prática de programação.

Dito isso e de acordo com o que foi exposto sobre nosso movimento de produção de dados, a seguir, descrevemos o processo de análise dos dados produzidos, tomando as concepções teóricas consideradas nesta pesquisa como princípios que possibilitam nos conduzir a um movimento de apreensão do fenômeno na sua totalidade.

5.5 Procedimento para análise dos dados

Para o movimento de apropriação do nosso objeto de estudo, o processo de análise foi orientado respaldado pelas concepções teóricas e metodológicas assumidas por esta pesquisa, as quais são fundamentadas nos preceitos do paradigma teórico e metodológico do materialismo histórico e dialético (MHD). Com intenção de dar coerência e lógica a esse

processo de apropriação e análise dos dados, tomamos como sistemática analítica as concepções da hermenêutica-dialética (MINAYO, 2014).

O processo de análise considerado teve por função sistematizar os dados obtidos da realidade num movimento dinâmico-lógico-histórico das relações sociais, que visa contemplar suas múltiplas dimensões econômicas, sociais e culturais (MINAYO, 2014). Para nós, o processo de análise considerado teve como propósito fazer a melhor aproximação possível da realidade singular do nosso objeto de estudo, o qual objetivamos compreender e explicar, de maneira a discutir os dados dentro de seu contexto sócio-histórico.

O caminho de pensamento que o processo hermenêutico-dialético nos permitiu construir, nas estratégias de análise utilizadas, foi ao encontro dos “[...] sentidos das falas dos sujeitos, em seus consensos e dissensos, face ao contexto histórico onde e pelo qual foram produzidos (CARDOSO; BATISTA-DOS-SANTOS; DE LIMA ALLOUFA, 2015, p. 83). As estratégias de análise, a princípio, estabeleceram-se em um movimento de identificação com os dados empíricos, procurando organizá-los, tomando a hermenêutica como processo de apropriação dos dados e, em seguida, busca-se as contradições através da dialética, promovendo a crítica ao objeto estudado.

A hermenêutica, na sua tarefa de compreender e se apropriar do fenômeno na sua totalidade, colabora para o processo de busca das determinações que o constituem. O todo e as partes se relacionam numa dinâmica dialética, em que as partes completam o todo e o todo se manifesta nas partes (MINAYO, 2014). Portanto, é essencial o movimento do todo às partes e vice-versa, numa constante ampliação do círculo hermenêutico, que corresponde a um movimento de idas e vindas ao objeto para a sua compreensão (MINAYO, 2014).

Há que se considerar, na medida que avançamos no exercício reflexivo de apropriação da realidade, que existem limitações da liberdade humana na ação de explicação dessa realidade. Isso se deve aos eventos que se manifestam na realidade e que estão sempre entrelaçados na sua complexidade, ou seja, não existem eventos independentes, no sentido de que são, a todo momento, mediados por outros acontecimentos. O que significa que a liberdade individual ou coletiva é condicionada por circunstâncias que são produzidas historicamente, tais quais se manifestam em termos das necessidades constituídas nesse processo histórico.

A abordagem histórica é o que vai proporcionar possibilidades de construção de um processo reflexivo, pois permite considerar as dinâmicas sociais e culturais como bases para o

engendramento das conexões das relações produzidas nessas dinâmicas e que são fundamentais para o movimento de compreensão. A hermenêutica tem como tarefa preparar o espaço composto por aquilo que é familiar e o que é estranho, criando condições para que a dialética estabeleça vínculos que permitam construir aproximações com a realidade na sua totalidade (MINAYO, 2014).

A dialética pode ser entendida como um movimento que é inerente à realidade, pois, ela é seu próprio processo de transformação, pois as coisas e os fenômenos não são estáticos, possuem um movimento contínuo engendrado pela luta dos seus contrários (VIEIRA PINTO, 1969; GADOTTI, 1995). Em outras palavras, a realidade nunca é, mas está sempre sendo. Nesse sentido, o que engendra esse processo contínuo de mudança são as contradições presentes naquilo que se manifesta como real. A contradição, enquanto categoria da dialética, permite a apreensão da realidade a partir das oposições entre as situações objetivas que se tornam percebíveis num olhar aprofundado da realidade estudada (KONDER, 2008; MINAYO, 2014).

A partir da aparência do fenômeno que se deseja apreender da realidade, dá-se início ao processo de compreensão, em que suas determinações, encobertas pela aparência e que se manifestam de forma caótica, são abstraídas pela identificação das contradições existentes (KONDER, 2008). Saturar o fenômeno real de suas determinações é o que vai permitir que consigamos nos aproximar, cada vez mais, da sua essência e, dessa forma, apropriarmos-nos da realidade na sua totalidade. A análise a partir de um pensar dialético pode se organizar por meio dos seguintes princípios: cada coisa é um processo; há um encadeamento dos processos; cada coisa traz em si sua contradição; e a quantidade se transforma em qualidade (MINAYO, 2014).

A interação entre a hermenêutica e a dialética possibilita um amálgama que toma como princípio a práxis (MINAYO, 2014). Tal encontro conduz a um processo de análise que permite, de forma conjunta, compreender e criticar a realidade. A hermenêutica está direcionada para a captura dos sentidos que estão no interior das ações comunicativas, tomando a linguagem como um processo de comunicação e geração de intersubjetividade. No entanto, é necessário reconhecer que tal processo é limitado na sua dimensão de apreender a totalidade que envolve a realidade aparente.

Nesse sentido, a análise dialética é fundamental na busca pela superação dos limites das ações de comunicação, visto que opera na apropriação da totalidade da realidade, ao

condicionar a análise dentro de uma concepção crítica. Na dialética, a compreensão é um dos fatores para a aproximação com a realidade, porém a análise dialética busca transcender a compreensão, pois, ao mesmo tempo que compreende também permite a contestação, que possibilita a realização da crítica (MINAYO, 2014).

Para operacionalizar o processo de análise de dados pautados na concepção hermenêutica-dialética, Minayo (2014) sugere três fases: 1) a de *ordenação dos dados*, constituindo uma parte do processo hermenêutico, no qual foi separado o corpus de dados que efetivamente foi utilizado na análise; 2) a de *classificação dos dados*, que pode ser compreendida pela realização das ações: de leitura exaustiva dos dados, como forma de apropriação dos dados produzidos possibilitado por um processo de imersão; de leitura transversal procurando construir as unidades de sentidos derivadas de recortes dos dados produzidos em determinados momentos das ações formativas realizadas; 3) terceira, e última fase, refere-se à *análise final*, a qual buscou as ligações entre as ações realizadas pelos participantes com o nosso objeto de estudo juntamente às teorias para as compreensões e explicações possíveis de acordo com a nossa questão de investigação.

Para o objetivo desta pesquisa, foram ressaltadas três situações que identificamos como *Momentos*, em que o primeiro momento destacado foi dividido em dois *Eventos*. Os Momentos foram selecionados dos seis primeiros encontros com os participantes do projeto de extensão, o qual configurou nosso cenário da pesquisa. Os Momentos selecionados são recortes dos diálogos ocorridos nos encontros entre nós (investigador e demais executores do projeto), o participante protagonista do momento, que relata as ações e estratégias de programação realizadas para elaboração da atividade proposta, e com os demais participantes presentes no encontro.

Os momentos, selecionados dos encontros, destacaram-se por revelar potencialidades proeminentes emergentes para discussão de nosso objeto de estudo, tal qual, refere-se aos aspectos evidenciados da produção de conhecimento em Matemática articulados e configurados pela prática de programação de computadores. Os Eventos, presentes em dois dos três Momentos analisados, são manifestações do objeto de estudo que fazem parte de um mesmo Momento, mas que se diferenciam por envolver estratégias diferentes, utilizadas durante a realização da atividade proposta no encontro pelos protagonistas.

As ações formativas que realizamos se concretizaram por meio de treze encontros síncronos. No entanto, o corpus dos dados analisados ficou restrito aos seis primeiros, por

considerarmos que esses permitiram a emergência de dados que representaram, mais diretamente, os objetivos da nossa investigação. A escolha desses momentos, para análise e discussão nesta pesquisa, consolidou-se por entendermos que neles emergiram aspectos mais representativos do nosso objeto de estudo.

Como estratégia de identificação dos participantes que protagonizaram um determinado momento, como forma de preservar sua identidade, usamos o codinome "*Participante X*", em que o X representa uma letra que corresponde ao participante protagonista do momento analisado. Todo evento considerado na análise foi organizado em um quadro de maneira a dispor melhor os dados, o qual foi estruturado por quatro colunas, com as seguintes informações:

1. a primeira, da esquerda para a direita, refere-se a um código associado às falas do evento em questão, nomeadas por trechos, que serão usadas como identificação ao longo da análise das falas selecionados, quando da necessidade de nos referirmos a algumas delas e entendermos que não agrega em compreensão para o leitor citar as falas diretamente. Por exemplo, (T13) significa a fala localizada na linha do quadro que contém o número 13 (usaremos T como abreviação de trecho da fala recortada que compõe o momento analisado);
2. A segunda coluna identifica sujeito da fala, que pode ser o participante protagonista do evento, outro participante que interagiu durante a fala do protagonista ou nossa participação, quando dialogamos com os participantes;
3. A terceira contém os excertos das falas mobilizadas durante o evento considerado;
4. A quarta e última coluna contém comentários nossos para explicar o excerto da fala contida na terceira coluna, de acordo com o contexto que foi considerado.

Na sequência, apresentamos, no Quadro 3, um exemplo do que descrevemos nos itens anteriores.

Quadro 3 – Modelo de quadro para organização dos dados para análise

Trecho	Sujeito	Falas	Comentários
1	Participante C	<i>Perguntar assim, por exemplo, se eu juntasse já o "use a caneta" não era para fazer um risco? Se eu pegar um comando movimento com "use a caneta" para fazer um risco?</i>	Nesse momento, há um reconhecimento do software. A participante buscava entender como utilizar o bloco de comando que faz

		<i>Ahh...Por quê que o meu não está indo?</i>	o personagem do software desenhar na área de execução do programa, denominada de cenário ou palco.
--	--	---	--

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com que o tecemos a respeito dos fundamentos e procedimentos de análise dos dados da nossa investigação, apresentamos, na seção seguinte, os desdobramentos do processo de análise realizado, organizados pelos seguintes Momentos/Eventos:

- **Momento I – Atividades Iniciais de Programação com o Software Scratch: construindo um polígono regular**
 - Evento I: Práticas de programação para a construção de um quadrado;
 - Evento II: Construindo um triângulo equilátero;
- **Momento II – Construindo polígonos regulares e circunferências concêntricas**
- **Momento III – Prática de Programação: a problemática emergente da construção de polígonos regulares**
 - Evento I: Resolução da situação problemática pelo “Bolsista”;
 - Evento II: Resolução da situação problemática pelo “Participante V”;

6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Nesta seção, abordamos as situações que emergiram do processo de produção empírica do fenômeno que investigamos, análise e discussão dos aspectos significativos delas, que nos permitiram constituir explicações para questão que sintetiza o objetivo deste trabalho: *Como professores e licenciandos produzem conhecimento em Matemática articulados e configurados pela prática de programação de computadores?*

Para tanto, ressaltamos três situações que identificamos como momentos, em que dois desses foram subdivididos em eventos. Os momentos se constituíram a partir dos dados produzidos nos encontros síncronos com os participantes como parte das ações formativas do projeto de extensão que executamos, o qual consistiu em nosso cenário de produção de dados. Os momentos que evidenciamos foram selecionados por revelar potencialidades proeminentes da manifestação do fenômeno que investigamos, tal qual refere-se a aspectos da produção de conhecimento em Matemática articulados/configurados pela prática de programação de computadores. Os eventos considerados configuram manifestações de estratégias realizadas por protagonistas que se deram de maneira diferente no mesmo momento.

A análise realizada da apreensão do fenômeno se deu a partir das lentes teóricas da filosofia da tecnologia com ênfase nas considerações sobre cibernética (VIEIRA PINTO, 2005) e também pelo construto teórico seres-humanos-com-mídias (S-H-C-M) (BORBA; VILLARREAL, 2005), destacando os aspectos que apontam para o processo de reorganização do pensamento.

Para melhor organização do processo de análise, com objetivo de apreender a totalidade do objetivo de estudo e apresentar os resultados obtidos, esta seção é composta de três subseções, em que cada uma representa um momento que foi selecionado das situações que foram desenvolvidas durante os encontros formativos. Porém, buscamos manter a compreensão de totalidade da seção por interligações entre as subseções.

Os dados analisados ficaram concentrados nos seis primeiros encontros realizados na execução do projeto de extensão. Os encontros subsequentes a esses estiveram voltados para situações que envolveram a produção de circuitos elétricos por meio da plataforma virtual de prototipagem TinkerCad. Os dados produzidos, referentes a esses encontros, não se mostraram significativos à discussão do objetivo desta pesquisa, pois deram mais evidência a montagem dos circuitos elétricos, enquanto que a prática de programação de computadores foi

menos explorada. Portanto, para abordar nosso objeto de estudo por meio da nossa estratégia de análise, exploramos os dados produzidos nos seis primeiros encontros realizados, em que os participantes desenvolveram atividades que resultaram na produção de conhecimento em Matemática articulada e configurada pela prática de programação de computadores. Isto posto, seguimos com a discussão do Momento I da nossa análise de dados.

6.1 Momento I – Atividades Iniciais de Programação com o Software Scratch: construindo um polígono regular

Nesta subseção, denominada de “*Momento I*”, analisamos os dados produzidos no segundo encontro síncrono que ocorreu no dia 30 de setembro de 2020. Neste, realizamos com os participantes do encontro algumas aproximações com programação de computadores por meio do software de programação Scratch. Para tanto, iniciamos com a apresentação da organização da interface do software, as funcionalidades dos comandos de programação e, em seguida, propusemos uma atividade para que os participantes pudessem manusear o software a partir das funções que havíamos explorado até o momento.

A atividade que foi proposta teve como objetivo oportunizar algumas práticas de programação a partir do que havia sido desenvolvido até o momento com o software. Diante disso, pedimos aos participantes para que elaborassem uma sequência de comandos para construir um polígono regular. Essa atividade consistiu, também, em oportunizar a exploração da interface e outras funções do software utilizado e situações que pudessem configurar a produção de conhecimento em matemática.

O Momento I, que estamos considerando nesta parte da análise, constituiu-se a partir dos dados recortados da situação que relatamos anteriormente. No entanto, para efeito de evidenciar as práticas realizadas pelos protagonistas do Momento em questão, este foi dividido em dois eventos, “*Evento I*” e “*Evento II*”. Cada evento se diferencia por envolver situações que mobilizaram estratégias distintas utilizadas pela “*Participante C*”, protagonista do “*Evento I*”, e “*Participante K*”, protagonista do “*Evento II*”. Os codinomes que identificam os protagonistas do evento são usados por nós para que a identidade dos participantes seja preservada.

As falas que foram destacadas para análise dos respectivos eventos, correspondem, também, às intervenções que realizamos e às falas dos demais participantes que não estão na

condição de protagonistas. Na sequência, discutimos as situações que representam o “*Evento I*” intitulado “Práticas de programação na construção de um quadrado”.

6.1.1 *Evento I: Práticas de programação para a construção de um quadrado*

O evento destacado, enquanto categoria, para análise, é caracterizado pelos excertos de falas contidas no Quadro 4, configurou-se por intermédio de uma situação desencadeada pela “*Participante C*”. As suas ações, mediadas por práticas de programação de computadores, estavam direcionadas para construir um programa cuja sequência de comandos pudesse ter como resultado a construção de um quadrado.

Para uma dimensão mais ampla da totalidade da realidade, tal qual pertence à participante, de acordo com nossa postura metodológica pautada no método MHD, é relevante acrescentar alguns determinantes relacionados às circunstâncias objetivas dela que podem contribuir para compreender e apreender, para além da imediaticidade dos dados, as ações e possibilidades de pensamentos compreendidos a partir das suas falas, destacadas neste evento.

A “*Participante C*”, protagonista deste evento, é licenciada em Matemática e na ocasião da realização dos encontros era estudante de pós-graduação, em nível de mestrado, na área de Educação Matemática e, também, professora da Educação Básica nas disciplinas de Matemática e de Tecnologias em uma escola pública estadual de São Paulo. Dentro da dinâmica dos encontros síncronos realizados pelo nosso projeto de extensão, ela teve a oportunidade de participar de quatro dos treze. Nos encontros e em questionários respondidos pelos participantes, a “*Participante C*” nos informou que não possuía nenhum conhecimento ou experiência com programação de computadores. No Quadro 4, a seguir, destacamos as falas referentes à situação que gerou os dados analisados, que definimos como Evento I.

Quadro 4 – Evento I do Momento I: Programando a construção de um quadrado

Trecho	Sujeito	Falas	Comentários
1	<i>Participante C</i>	<i>Perguntar assim, por exemplo, se eu juntasse já o “use a caneta” não era para fazer um risco? Se eu pegar um comando movimento com “use a caneta” para fazer um risco? Ahh...Por que que o</i>	Nesse excerto, a participante estava buscando entender como utilizar o bloco de comando que faz o personagem ²³ desenhar na área de execução do programa, a

23 Quando nos referimos ao personagem nessa ocasião e também em outras, estamos dizendo do ator virtual do software de programação Scratch, o qual executa a sequência de comandos do programa elaborado.

		<i>meu não está indo?</i>	qual é denominada de cenário.
2	<i>Participante C</i>	<i>Eu tentei a primeira vez com o mova, aí não fez, aí eu tentei com deslize... Eu coloquei primeiro o movimento e depois a caneta. Deslizar e usar a caneta.</i>	Nessa ação da participante, o que conseguimos perceber é que ela está realizando tentativas para verificar a forma de usar o bloco de comando “use a caneta” e depois explica como dispôs esse com o bloco de comando “deslizar”, formando uma sequência para seu programa.
3	<i>Nós</i>	<i>Imagine que você agora, você quer usar a caneta. Pensa no que é usar a caneta.</i>	Nesse momento, fizemos uma interação com a participante, para que ela conseguisse perceber a lógica para usar o bloco de comando “use a caneta”.
4	<i>Participante C</i>	<i>Fazer um risco, no caso seria riscar usar caneta.</i>	Nessa fala, mostra indícios de que ela ainda parece estar com dúvidas em como usar o bloco de comando “usar a caneta”.
5	<i>Nós</i>	<i>Personagem usar caneta significa segurar a caneta no papel.</i>	Interagimos mais uma vez para tentar ajudá-la a perceber a lógica de funcionamento do bloco de comando.
6	<i>Participante C</i>	<i>Ah... Então primeiro ele segura e depois ele anda</i>	Nesse momento, parece haver indícios de que tenha compreendido a lógica de operação do bloco de comando.
7	<i>Nós</i>	<i>Essa é a ideia. Porque não vai fazer o risco porque você não pediu para andar com a caneta e só pediu para usar, precisa andar com a caneta para fazer o risco, por que só tá com a caneta como se fosse no papel mas ainda não tá fazendo nenhum movimento para poder riscar. Entendeu a lógica?</i>	A nossa fala nesse momento procurou confirmar o pensamento dela, acentuando que a sua forma de pensar agora está de acordo com a lógica de funcionamento do bloco de comando.
8	<i>Participante C</i>	<i>Mais ou menos. Vou continuar aqui. Vamos ver se ele anda.</i>	Nesse momento, parece ainda não estar confiante no que havia pensado.
9	<i>Participante C</i>	<i>Riscou! Mas eu não sei nem que que eu fiz.</i>	Aqui, após algumas tentativas sem êxito, conseguiu fazer com que o personagem fizesse um risco no cenário, ao executar o programa elaborado com o bloco de comando “usar caneta”.
10	<i>Nós</i>	<i>Você fez uma figura geométrica plana?</i>	Interagimos, nesse momento, para ela nos dizer o que ela conseguiu construir, com o programa criado, para saber se havia realizado a figura geométrica plana que desejava, que no caso era o quadrado.

11	Participante C	<i>Eu estou tentando fazer um quadrado utilizando, mudando as coordenadas para ele se mexer. Por enquanto, só consegui fazer a parte de cima, só um lado, agora vou ver se ele desce.</i>	Aqui, a participante está nos falando sobre sua estratégia usada na elaboração do seu programa, em que diz utilizar blocos de comandos de coordenadas cartesianas para construir um quadrado, que, nesse intento, aparentemente, obteve êxito em parte.
12	Nós	<i>Ta bom. Continua fazendo. Depois você conta pra gente quais objetos você usou, ou quais comandos melhor dizendo.</i>	Neste trecho, pedimos para que a participante observe suas ações ao produzir o programa.
13	Participante C	<i>Gente eu fiz uma escada, mas não consegui fazer um quadrado.</i>	Nesse momento ela fala, de maneira surpresa, o que realizou, dizendo que a sua programação não conseguiu resultar em um quadrado e sim em uma figura com formato de escada.
14	Nós	<i>Você quer compartilhar com a gente?</i>	Nesse momento, pedimos para que ela nos mostrasse o programa que elaborou e resultou na figura que descreveu com formato de escada.
15	Participante C	<i>Eu compartilho, mas nosso Deus. Uma coisa super confusa que nem eu sei que eu fiz, mas eu fiz sem querer. Eu queria fazer um quadrado e virou uma escada. Ai eu aproveitei e coloquei o bonequinho ai em cima.</i>	Mais uma vez aqui, fala com surpresa do resultado que obteve a partir da sequência de blocos de comando que elaborou na sua programação, sem entender muito bem a lógica dessa sequência.
16	Nós	<i>Se você quisesse fazer isso você não conseguiria fazer?</i>	Essa nossa interação a partir da indagação, quis explorar alguma reflexão realizada pela participante e verificar que conhecimentos podem ter sido produzidos na prática realizada.
17	Participante C	<i>Não, quer dizer agora eu sei porque eu sei o que eu fiz errado. Mas querendo...</i>	Nesse momento, ela indica que sabe o que foi realizado para chegar no resultado apresentado, no entanto não afirma que o ocorrido foi intencional.
18	Nós	<i>Pensa lá. O que que você programou pra dar isso?</i>	Interagimos, aqui, para explorar e saber mais das estratégias de programação realizadas para que esse resultado fosse possível.
19	Participante C	<i>Eu tava na intenção de fazer um quadrado.</i>	Mais uma vez, a participante reafirma a sua intenção de programação. A finalidade da sua ação.
20	Nós	<i>Não tudo bem. Vai lá descreve seus comandos pra gente pensar e ver o que você mandou ele fazer...</i>	Pedimos que ela falasse sobre a sequência de comandos que foi utilizado para chegar ao resultado encontrado.

21	Participante C	<i>Eu coloquei pra ele usar a caneta adicionar 10 no X e tira -10 do Y, sem esses dois. E aí eu coloquei pra ele usar a caneta de novo, não sei porquê. Aí quando eu comecei a clicar ele foi fazendo isso.</i>	Aqui, começa a descrever suas estratégias de programação para chegar ao resultado encontrado. Ela explica como utilizou os blocos de comandos que deslocam o personagem usando as coordenadas (X,Y) do plano cartesiano em que está localizado o personagem que executa a sequência de comandos do seu programa.
22	Nós	<i>Percebe o que você está falando pra ele? Pensa lá no plano cartesiano...</i>	Nessa parte, estamos fazendo com que ela consiga identificar a lógica de programação que possibilitou a construção da figura e os conhecimentos matemáticos usados para o feito.
23	Participante C	<i>É eu tô mandando ele ir para frente e descer ir pra frente e descer. O certo eu mandar agora ele voltar e depois subir. Aí dava certo. Agora eu acho que eu vou conseguir fazer certo.</i>	Nesse momento, parece conseguir identificar a lógica de programação que vai possibilitar a construção do quadrado.
24	Participante C	<i>Ah eu coloquei aqui use a caneta aí eu queria fazer um quadrado, aí eu coloquei ele para andar 50 na direção X, - 50 na Y, - 50 na X e 50 na Y. Aí fez o quadrado.</i>	Nesse momento, retorna-nos relatando as estratégias que possibilitou chegar ao resultado esperado, um quadrado. Quais blocos de comandos utilizou no seu programa e que conhecimentos utilizou para alcançar o feito.

Fonte: Dados da pesquisa.

Nesse recorte, que deu origem ao evento apresentado no Quadro 4, partimos do instante em que a “Participante C” está manuseando o software de programação para entender o funcionamento de alguns blocos de comandos necessários durante a sua prática de programação. Um deles, é o bloco de comando “usar a caneta”, que tem a função de riscar na área em que o personagem realiza a sequência de comandos programados, identificado como cenário ou palco. Para que se realize traços a partir da programação elaborada, é necessário que se utilize esse bloco. A lógica de utilização desse bloco consiste em construir uma sequência, em que o bloco de comando “usar caneta” venha seguido de um bloco de comando que faça o personagem se movimentar no cenário, como o bloco “mova x passos”.

De acordo com o que observamos, a partir do T1 até o T9 – usamos T como abreviação de trecho e o número representa a linha que as respectivas falas aparecem no Quadro 4 –, a “Participante C” se empenhou em compreender a lógica envolvida no processo de execução do bloco de comando “use a caneta”. Para contribuir no entendimento

desse processo, fizemos algumas intervenções, no sentido de apontar reflexões na forma de operação desse bloco.

A partir do T9, *“Riscou! Mas eu não sei nem que eu fiz.”* (PARTICIPANTE C), em que ela manifesta seu êxito na operacionalização do bloco de comando *“use a caneta”*, porém, ainda não muito segura com a forma que isso se deu, a participante começa a revelar as estratégias da sua prática de programação de computadores para realizar a construção de um quadrado. Com a apropriação de alguns blocos de comandos e da estrutura lógica da sua utilização, a *“Participante C”* começou a elaborar a sequência de blocos do seu programa com o objetivo de construir um quadrado, como é ressaltado no T11, *“Eu estou tentando fazer um quadrado, utilizando, mudando as coordenadas para ele se mexer [Mexer se refere ao personagem]. Por enquanto, só consegui fazer a parte de cima, só um lado. Agora vou ver se ele desce.”* (PARTICIPANTE C).

As falas, a partir do T11, indicam-nos situações que apontam para a produção de conhecimento em Matemática da *“Participante C”*, condicionada por práticas de programação de computadores. Sua fala sobre utilizar coordenadas nos permite inferir que temos alguns conhecimentos matemáticos que estão se manifestando como forma de produção de conhecimento articulado com tais práticas.

Nesse sentido, partindo das considerações de Viera Pinto (2005), é possível apontar aspectos epistemológicos caracterizados por situações configuradas por processos dialéticos associados à cibernética. Tais elementos caracterizam o circuito epistemológico composto por operações cognitivas indutivas e dedutivas. Esse processo se constitui a partir da mobilização de informações de primeira ordem, de origem do ser cibernético por natureza, *“Participante C”*, que utiliza conhecimentos de coordenadas cartesianas.

O movimento do circuito é realizado pelo retorno de informações, processos retroativos, que ocorrem quando a *“Participante C”* executa as sequências de comandos que realizou, o que gera informações agora de segunda ordem, produzidas pelo ser cibernético por construção, software/computador. Tal circuito se estabelece, segundo Vieira Pinto (2005b, p. 130), “[...] partindo de informações iniciais em poder do homem, inicia-se um processamento que as faz retornar a ele como novas informações que, em princípio poderão sempre ser a origem de outro giro na circulação do saber.” Esse movimento, evidenciado pelo processamento cibernético, mobiliza constantemente o circuito epistemológico, gerando novas informações configuradas com a mediação das práticas de programação, possibilitando

à participante desenvolver outros processos de pensamentos, indutivos e dedutivos, engendrados pelas informações geradas.

A associação feita pela “*Participante C*” com uma escada, T13, referindo-se ao que foi apresentado como resultado da sequência de comandos da sua prática de programação, revela que uma informação de segunda ordem foi gerada. Tal processo de produção de informações, inerente à natureza cibernética, é caracterizado pela prática de programação de computadores, a qual estabelece um circuito de retroação (VIEIRA PINTO, 2005b).

De acordo com as considerações de Vieira Pinto (2005), os elementos identificados nesse movimento de produção de conhecimento, desencadeado da relação da “*Participante C*” com o software/computador, possibilitam-nos compreender a essência da tecnologia ao refletir sobre a dinâmica gerada pelas mediações constituídas com o seu surgimento. O processo de retroação não consiste em uma técnica própria da tecnologia em si, mas em consequências das ações de resolução das contradições que se interpõem entre o ser humano e a realidade objetiva, ao passo que é necessária a superação dessas contradições para satisfazer suas necessidades. Ou ainda, considerando

A relação de carência pertence à base objetiva material. Do reflexo subjetivo dela é que partirá a necessidade de procurar conseqüentemente a solução das contradições com o mundo natural, cujo resultado virá a ser o equipamento de conhecimentos que se transformarão em técnicas de ação produtiva (VIEIRA PINTO, 2005a, p. 306).

O ser humano, ao projetar uma técnica e objetivá-la de modo material ou imaterial, está transferindo para estes o processo lógico-histórico das suas ações de transformação da realidade. Os processos retroativos do processamento cibernético representam o avanço da racionalidade humana engendrada por conhecimentos acumulados historicamente diante da produção da sua existência. A manifestação desses processos, no caso da nossa investigação, se encontram corporificados em conhecimentos e recursos associados a programação de computadores.

Na situação em que a “*Participante C*” elabora algumas sequências em forma de programas no software, ela é condicionada a verificar se seu pensamento está correto, ou seja, fazer o teste de uma ideia e esperar o resultado. Não acontecendo o esperado, faz-se o teste de outra ideia e novamente espera o resultado, até que se consiga realizar o que deseja, no caso, que apareça no “*Palco*”, espaço visual do software, o desenho de um quadrado.

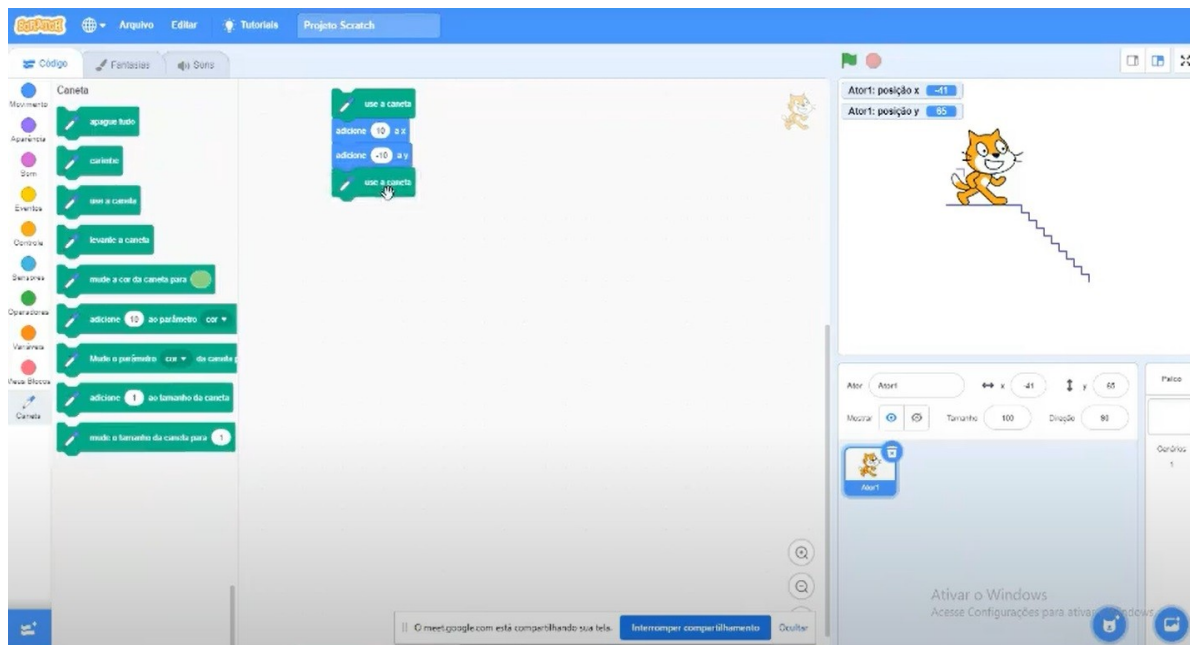
Esse movimento cibernético colabora com a ideia de moldagem recíproca discutida no

construto teórico S-H-C-M, em que as tecnologias são meios que condicionam o pensamento, e, reciprocamente, a partir das novas ideias as ações humanas condicionam os usos que se faz das tecnologias (BORBA, 1999; BORBA 2001; BORBA; VILLARREAL, 2005). Diante dessa situação, o construto considera a dinâmica de produção de conhecimento envolvida na metáfora seres-humanos-com-mídia, visto que discute as potencialidades dos processos retroativos oferecidos pelas tecnologias digitais.

O movimento cibernético, caracterizado por processos retroativos, e de moldagem recíproca, é possível de ser verificado a partir da sequência de ações realizadas pela “*Participante C*”, que projeta suas ações condicionadas pelos conhecimentos que possui – acumulados historicamente da realidade – de coordenadas cartesianas. Tais conhecimentos representam, segundo nossa compreensão, mediações subjetivas que atuam na constituição do projeto de solução da situação problema que está envolvida.

A partir do que analisamos, é possível perceber aspectos epistemológicos nos processos de organização condicionados pelas suas ideias e que foram mediadas por suas práticas de programação na tentativa de construir um quadrado, polígono regular desejado. Com o retorno oferecido pelo resultado da execução do seu programa, como mostra o T11, permite a participante em questão verificar que havia conseguido produzir partes de um quadrado. Isso mobilizou nela a ação de reelaboração do seu programa, condicionada pelo retorno da informação oferecido pelo software de programação. Devido à reorganização do seu pensamento, produziu modificações nas estratégias utilizadas na elaboração da sequência de comandos do seu programa, cujo resultado pode ser observado na Figura 3, a seguir, o qual foi caracterizado como um formato de escada pela participante.

Figura 3: Construção da representação de uma escada pela “Participante C”



Fonte: Dados da pesquisa.

Nas suas primeiras ações, a participante não obteve êxito, a princípio, como ilustra a Figura 3 e o T13, “*Gente eu fiz uma escada, mas não consegui fazer um quadrado*” (PARTICIPANTE C). Diante das informações de segunda ordem que condicionaram seu pensamento, que engendraram um circuito epistemológico de processos indutivos e dedutivos, ela retroalimentou, com as novas informações, a sequência de comandos do programa que elaborou.

Nas falas dos T11 e T13, é possível perceber como a estratégia de ensaios faz parte da dinâmica das ações realizadas pela participante. Tal estratégia reflete a dinâmica dialética do pensamento evidenciada por aspectos epistemológicos da cibernética, neste caso, as tecnologias digitais como computador e o software utilizado na programação. Estes atuam como elementos mediadores, mediações objetivas da ação de quem elabora o programa, pois organizam o processo de pensamento, materializam-no e, de maneira instantânea, mostram o resultado após a execução dos comandos da sequência elaborada.

Conforme a estratégia que acabamos de discutir, a elaboração da sequência de comandos do seu programa ocorre de acordo com os resultados dos ensaios executados, o que possibilita que o pensamento seja reorganizado a partir da análise da sequência de comandos que foi produzida. Isso pode ser visto no T17, “*Não, quer dizer, agora eu sei porque eu sei o*

que eu fiz errado. Mas querendo!” (PARTICIPANTE C). Essa fala ocorreu logo após o questionamento que fizemos, referindo-nos sobre a intenção em realizar aquilo que obteve como resultado, ao executar o seu programa. E, como podemos perceber nesse trecho, não era sua intenção conseguir realizar de forma tão imediata como aconteceu.

Os trechos que seguem refletem os conhecimentos, mediações subjetivas, que a “*Participante C*” considerou para elaboração da sua programação e que resultaram na figura que ela descreveu no T13. Esses conhecimentos são destacados no T21, “*Eu coloquei pra ele usar a caneta adicionar 10 no X e tirar 10 do Y, sem esses dois [Blocos de comando que estava desconsiderando]. E aí eu coloquei pra ele [sequência de comandos do seu programa] usar a caneta de novo, não sei porquê. Aí quando eu comecei a clicar ele foi fazendo isso*” (PARTICIPANTE C).

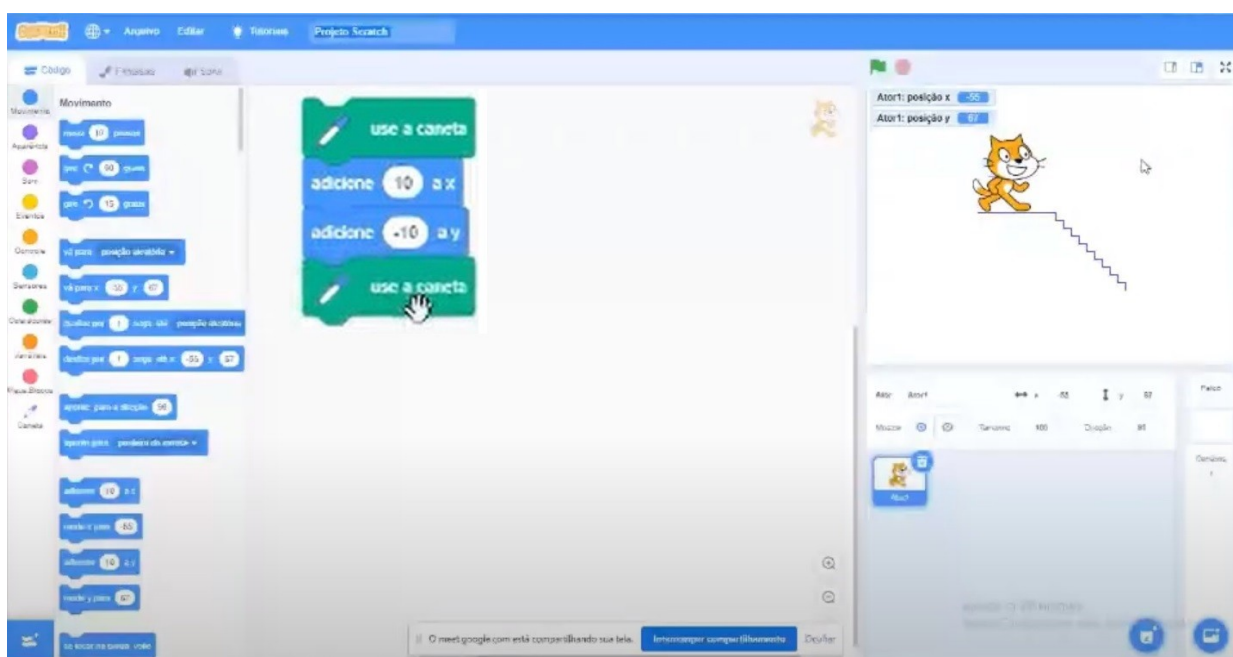
Nessa prática de programação, é possível identificar que a “*Participante C*” está trabalhando com as ideias de paralelismo e de perpendicularidade do plano cartesiano. Isso é perceptível a partir da elaboração da sua sequência de comandos, em que o personagem se desloca de uma coordenada para outra ao traçar os lados do polígono regular que deseja construir. Os conhecimentos produzidos, nesse caso, podem ser apreciados observando a lógica de utilização dos blocos de comandos para o deslocamento desejado, tal qual envolve: um deslocamento, paralelo a algum dos eixos do plano cartesiano, quando modificado o valor da coordenada relativa a um dos eixos que se quer traçar um segmento paralelo, acrescentando ou subtraindo uma determinada quantidade e mantendo constante o valor referente à coordenada do outro eixo.

Assim, a estratégia para construir o polígono desejado, pela “*Participante C*”, em sua prática de programação de computadores, foi manter o valor das ordenadas constante e seguido do comando para aumentar a quantidade em dez no valor das abscissas. Logo após essa ação, inverte-se a situação, mantendo o valor das abscissas constante e aumentando em dez o valor das ordenadas. Com isso, o personagem se desloca no “*Palco*” uma linha de tamanho dez na horizontal, paralela ao eixo das abscissas, e, também, um deslocamento traçando uma linha de tamanho dez na vertical, paralela ao eixo das ordenadas.

Essa situação resultou na construção de segmentos de retas perpendiculares com extremidades numa coordenada qualquer (x, y) que depois se desloca para a coordenada $(x + 10, y)$, em seguida para $(x + 10, y - 10)$. A execução da sequência de comandos elaborada pela participante é realizada a partir de um clique dado em qualquer bloco de comando da

sequência. A cada clique, a sequência é executada uma vez, então, por exemplo: se o personagem está localizado na origem do plano cartesiano, ou seja, na coordenada $(0, 0)$, ao clicar sobre qualquer bloco o personagem se desloca para a coordenada $(10, 0)$ e depois para $(10, -10)$, clicando, novamente, o personagem se desloca para a coordenada $(20, -10)$ e depois para $(20, -20)$, assim sucessivamente. A representação gráfica de tal situação pode ser visualizada na Figura 4, a seguir, a qual foi gerada a partir da gravação do encontro síncrono possibilitado pela plataforma *Google Meet*, no momento do compartilhamento de tela da “*Participante C*”.

Figura 4: Tela da “*Participante C*” que mostra a construção da figura “escada”



Fonte: Dados da pesquisa.

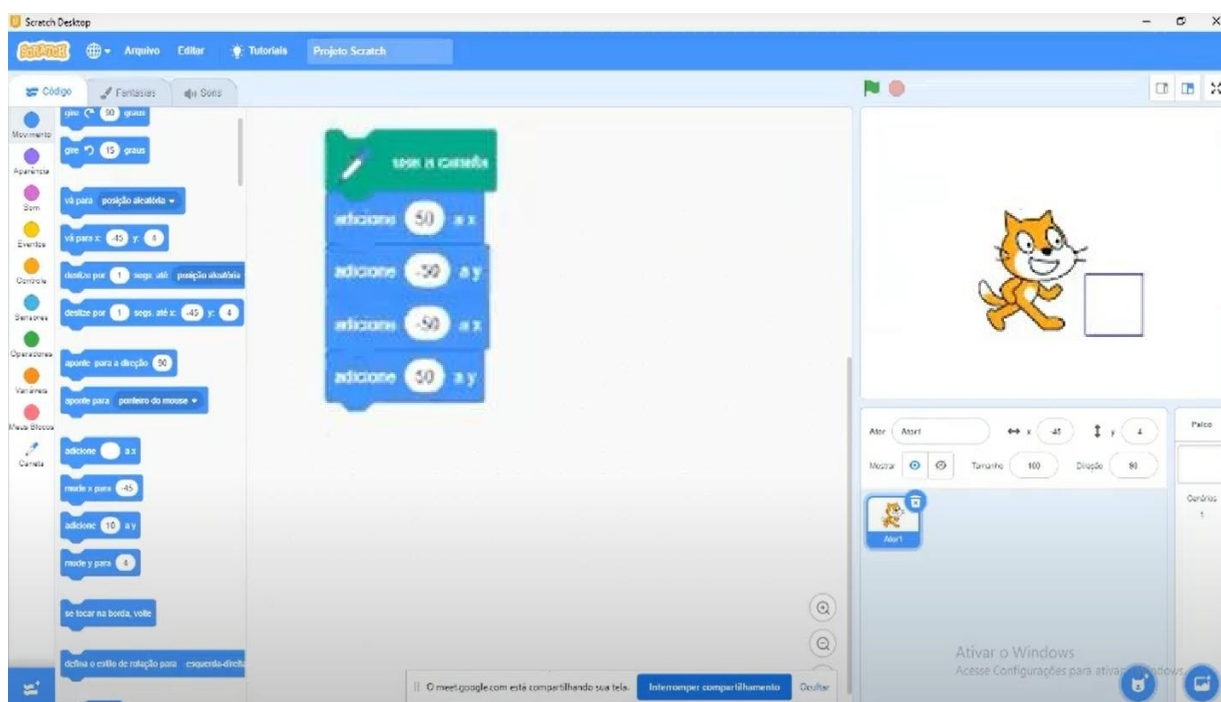
A Figura 4 apresenta a interface do software Scratch com a sequência de comandos do programa elaborado pela “*Participante C*”, composta pelo bloco de comando de cor verde “*use a caneta*”, seguido de dois blocos de comandos azuis, “*adicionar 10 a x*” e “*adicionar -10 a y*” e finaliza a sequência com outro bloco de comando verde “*use a caneta*”. No “*Palco*”, área de execução do programa, aparece a figura construída ao executar algumas vezes sua sequência. A figura resultante foi comparada pela participante com a representação de uma escada. É possível notar os pontos que representam a relação de perpendicularidade entre os segmentos traçados.

A partir do resultado encontrado nessa situação e pelas nossas contribuições durante a prática da “*Participante C*” sobre o que havia elaborado, como no T22, ela mostra ter encontrado a lógica necessária para elaborar a sua sequência de comandos e construir o polígono regular desejado, qual seja, o quadrado. Isso é identificado no T23, “*É eu tô mandando ele ir para frente e descer ir pra frente e descer. O certo eu mandar agora ele voltar e depois subir. Ai dava certo. Agora eu acho que eu vou conseguir fazer certo*” (PARTICIPANTE C).

Com esse trecho, é possível perceber que a protagonista do evento conseguiu identificar as etapas necessárias para finalizar a construção do quadrado desejado, a partir das deduções e induções caracterizados pelos ensaios realizados. A verificação da superação do obstáculo, que permitiu ela construir o conhecimento necessário para o seu objetivo, é caracterizado ao apontar que é preciso acrescentar na sua sequência de comandos, dois blocos que façam o movimento no sentido oposto do que foi feito, ou seja, fazer o personagem se deslocar traçando linhas no sentido oposto do que foi realizado na horizontal e, depois, realizar o procedimento similar na vertical.

Após essa compreensão, sua sequência é reelaborada com a inclusão de comandos para a realização dos deslocamentos que resultaram na construção do quadrado. Isso pode ser verificado na fala do T24, “*Ah eu coloquei aqui use a caneta aí eu queria fazer um quadrado aí eu coloquei ele para andar 50 na direção X, - 50 na Y, - 50 na X e 50 na Y. Ai fez o quadrado.*” A Figura 5, a seguir, mostra como ficou a sequência do programa elaborado pela “*Participante C*” e o polígono regular construído.

Figura 5: Construção do quadrado elaborada pela “Participante C”



Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 5 consiste em uma captura de tela no instante que a “Participante C” compartilha o que realizou no encontro síncrono em que a discussão ocorreu. De acordo com a fala do T24 e a Figura 5, podemos identificar alguns conhecimentos e estratégias utilizados na elaboração da sua sequência de comandos para realizar a construção desejada. Nela, são visualizados os seguintes comandos: traçar um segmento de comprimento 50 paralelo ao eixo das abscissas ao usar o bloco de comando “*adicione 50 a x*”, que desloca o personagem na horizontal no sentido positivo do eixo; traçar um segmento de comprimento 50 paralelo ao eixo das ordenadas ao usar o bloco de comando “*adicione - 50 a y*”, para deslocar o personagem na vertical no sentido negativo do eixo; traçar um segmento de comprimento 50 paralelo ao eixo das abscissas, quando usa o bloco de comando “*adicione - 50 a x*”, para deslocar o personagem na horizontal no sentido negativo do eixo; traçar um segmento de comprimento 50 paralelo ao eixo das ordenadas, quando usa o bloco de comando “*adicione 50 a y*”, para que o personagem se desloque na vertical no sentido positivo do eixo.

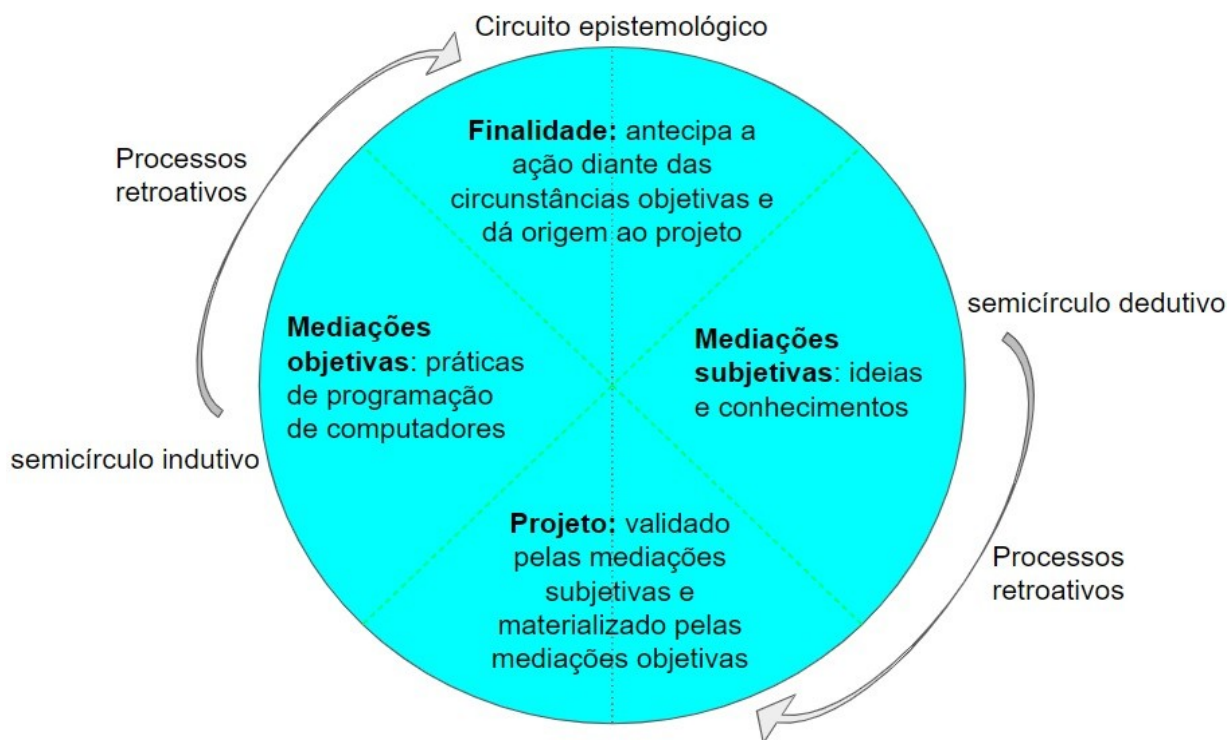
Toda a estratégia utilizada pela protagonista do evento permitiu que conhecimentos em Matemática fossem mobilizados nesse processo e se constituíram condicionados pelas ações realizadas a partir da sua prática de programação de computadores. Dentre os conhecimentos, podemos apontar os relacionados à localização e ao deslocamento no plano

cartesiano, quando são utilizadas coordenadas, também, conhecimentos de paralelismos e perpendicularidade entre segmentos, bem como operações com números opostos.

Pelo que foi destacado nesse evento, diante de uma atividade para a construção de um quadrado, podemos evidenciar elementos que nos permitiram discutir a produção de conhecimento em Matemática e que aspectos epistemológicos foram mobilizados, considerando uma dinâmica mediada por práticas de programação de computadores. Nesse sentido, é possível apontar, referente a esse processo, a mobilização de conhecimentos sobre o plano cartesiano como estratégia para construir o polígono desejado. Ademais, identificamos os aspectos epistemológicos que condicionaram a produção desse conhecimento, os quais se deram por meio de processos retroativos, mediações objetivas e subjetivas, operações indutivas e dedutivas, bem como a constituição da finalidade e do projeto de ação para a realização da atividade.

Os aspectos que enfatizamos dessa produção de conhecimento, referem-se aos que já destacamos na Figura 1 da subseção 4.1.3 (pag. 73), retomada a seguir, o qual exprime de forma mais sintética a totalidade do movimento dialético de produção de conhecimento mobilizado pelos aspectos epistemológicos de natureza cibernética, os quais engendram um circuito epistemológico.

Figura 1: Esquema do movimento dialético de produção de conhecimento



Fonte: Elaborado pelo autor.

A construção do conhecimento, na dinâmica que foi conduzida, possibilitou que as formas de pensar fossem condicionadas por esses aspectos epistemológicos, mobilizando ideias da geometria analítica e da geometria euclidiana. A finalidade engendra as ações da participante, que se estabelece no momento em que ela define o que pretende desenvolver na sua prática de programação de computadores, que, no caso, foi construir um quadrado.

Diante da finalidade se configura, como imagem mental das suas ações, o projeto, que organiza as ideias e ações, informações de primeira ordem, que correspondem às mediações subjetivas, para realização das ações objetivas. Isso pode ser observado na situação em que se quer traçar um segmento horizontal ou vertical partindo de um ponto inicial dado por uma determinada coordenada. Nesse intento, os conhecimentos sobre coordenadas cartesianas são mobilizados, além do modo de operar com elas. Ao mesmo tempo, também conhecimentos de relações de paralelismo e perpendicularidade são incluídos ao traçar linhas que representam segmentos de retas na horizontal ou na vertical.

As mediações subjetivas, organizadas pelo projeto de ação a ser realizado, são operadas dialeticamente por processos indutivos e dedutivos que se fazem presentes nas ações

configuradas pela dinâmica de ensaios. Isso se dá, a partir da prática de programação, a qual envolve as mediações objetivas, que geram as informações de segunda ordem que correspondem aos processos retroativos. Todo o circuito epistemológico que acabamos de descrever, que está representado no esquema da Figura 1, precisa ser compreendido de maneira dialética, pois não se trata de processos lineares, mas sim, condicionamentos recíprocos que ocorrem simultaneamente.

A dinâmica dialética de produção de conhecimento condicionada por esses aspectos associados à cibernética que acabamos de evidenciar, corrobora as ideias de reorganização do pensamento. Com a apropriação de novos objetos técnicos, outras formas de organização da atividade humana são possíveis, o que implica numa modificação do processo racional de conhecer, logo uma reorganização das atividades intelectuais do ser humano.

No caso que exploramos, percebemos que são instituídas outras estratégias de produção de conhecimento em Matemática condicionadas pela prática de programação de computadores da participante protagonista. A prática permitiu desencadear ações que por outros meios, talvez não seriam possíveis de serem realizados. Como a possibilidade de construção de segmentos de reta por meio de blocos de comando realizam deslocamentos horizontais e verticais, para a construção dos lados do quadrado.

Para finalizar a análise desse evento, destacamos que os aspectos epistemológicos evidenciados não apenas se manifestam por meio práticas de programação de computadores, visto que são aspectos constitutivos do processo de conhecer do ser cibernético por natureza. No entanto, entendemos que na prática de programação tais aspectos são revelados de maneira mais direta nas ações de produção de conhecimentos em Matemática.

Os conhecimentos e os recursos presentes e mobilizados em tal prática apontam para a exploração de estratégias diversificadas no desenvolvimento de ideias, com a possibilidade de testá-las como forma de verificação – por ensaios – do pensamento representado pelo projeto elaborado. Desse modo, finalizamos as análises do Evento I e passamos à situação que destacamos como Evento II do mesmo momento, em que seguimos aprofundando a análise dos aspectos epistemológicos configurados por processos cibernéticos na produção do conhecimento em Matemática.

6.1.2 Evento II: Construindo um triângulo equilátero

Para este recorte dos dados produzidos, destacamos a situação que se constituiu a partir das ações de uma participante que buscava construir um triângulo equilátero por meio da prática de programação de computadores. Novamente, de maneira a permanecer coerente com o MHD, cujos preceitos ontológicos e epistemológicos se articulam e se manifestam a partir das determinações da realidade objetiva, torna-se importante descrever as condições existenciais da participante protagonista do evento explorado.

Neste evento, utilizamos o codinome “*Participante K*” para identificar a participante protagonista, a qual, na época da realização dos encontros síncronos, era estudante de licenciatura em Matemática na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) localizada no estado de São Paulo. Na ocasião da produção dos dados, a participante já havia realizado alguns estágios obrigatórios do curso em escolas públicas da educação básica da rede estadual de São Paulo. Por meio de informações dos encontros síncronos e de questionários que foram preenchidos pela participante (Apêndices B e C), os dados nos mostraram que ela possuía pouco conhecimento sobre programação de computadores e que suas experiências acerca desse conhecimento estavam restritas às disciplinas do curso de licenciatura em Matemática que estava cursando.

No Quadro 5, a seguir, dispomos as falas decorrentes da situação que consideramos para a constituição deste evento.

Quadro 5 – Evento II do Momento I: Construindo um triângulo equilátero

Trecho	<i>Participante</i>	Falas	Comentários
1	<i>Participante K</i>	<i>Eu queria fazer um triângulo e acabei fazendo um hexágono...</i>	Nesse momento, ela nos diz o que estava pretendendo construir com a sua prática de programação.
2	<i>Participante K</i>	<i>Então eu queria fazer um triângulo. Eu acabei fazendo um hexágono. Eu tive que mexer nas coisas pra virar um hexágono. Eu usei um dinossauro [personagem que simula a execução da programação]. Eu coloquei o negócio de repetir [bloco de comando repetir] e aí usar caneta e mover um tanto de passo, girar 60 graus e repetir e levantar a caneta e ir pro outro lado. Aqui eu tinha colocado três vezes, porque na minha cabeça dava um triângulo, mas aí a hora que eu coloquei três vezes, ele deu</i>	Aqui, inicia sua explicação para realizar a sequência de comandos do seu programa. Nesse momento, também estava tentando compreender o que havia de errado com a sua lógica, verificando os conhecimentos matemáticos que estavam sendo empregados, pois pensou que havia errado o valor do ângulo interno.

		<i>só isso. Falei assim, tem algo errado kkk, calculei o ângulo errado! Ai eu coloquei seis para virar um hexágono. Mas foi essa lógica que eu usei em todos eles. E fui testando outras formas.</i>	
3	Nós	<i>Qual a diferença entre a primeira e a segunda programação para um ter dado com 3 vezes só, um não deu, deu um pedaço do hexágono né e o outro deu o triângulo. O que tá diferente?</i>	Nesse momento, fizemos alguns questionamos sobre as três sequências de comandos que ela havia elaborado (ver Figura 7) e que resultavam em polígonos regulares diferentes. Esses questionamentos foram realizados para verificar se ela havia percebido a relação entre os valores inseridos nos blocos de comandos, com função de repetir em cada sequência, de acordo com o número de lados do polígono e os valores dos ângulos internos deles.
4	Participante K	<i>O tanto de lados. O tanto de vezes que ele repetiu. Na verdade cada repetição é um lado né.</i>	Nesse momento, ela parece buscar relações entre os conhecimentos utilizados no seu programa e os resultados com a execução dele. Podemos inferir que ela procede dessa maneira, a fim de entender a relação com o valor que é inserido no bloco de comando “repita”.
5	Nós	<i>É só o tanto de lados? Tem certeza? Olha a sua programação aí. Então, ela tem uma discussão legal, o primeiro algoritmo dela tava com 60 graus. É isso né? O segundo 120. Então, qual que é a referência do software, do dinossauro [personagem utilizado], que vai desenhar para os 60? Porque se a gente pensar. Por que você pensou em 60 no primeiro? Por que a gente pensa em 60? Você queria desenhar um triângulo equilátero é isso?</i>	Aqui, realizamos algumas indagações para que ela refletisse sobre os conhecimentos mobilizados na elaboração dos seus programas. As observações pretenderam associar os valores dos ângulos que foram considerados e a lógica Matemática com que o software opera.
6	Participante K	<i>É porque um triângulo tem 180 graus no total aí dividido por três cada ângulo interno teria 60 graus.</i>	Nesse momento, a participante nos indica os conhecimentos em Matemática que foram mobilizados na sua prática de programação.
7	Nós	<i>E no outro? Por que no outro 120 deu certo? Por que será?</i>	Aqui, questionamos o valor do ângulo usado no programa, que resultou na construção do triângulo equilátero desejado. Realizamos tal questionamento a fim de convidar a participante a refletir e, então, perceber a lógica matemática que o software opera.

8	<i>Participante K</i>	<i>Eu lembrei que o referencial não é a forma que eu quero construir é o círculo como um todo.</i>	Aqui, percebemos indícios de que a participante começa identificar a lógica matemática que opera o software correlacionando-a com seus conhecimentos em matemática na construção de polígonos regulares e na relação com a circunferência.
9	<i>Nós</i>	<i>Será que tem a ver com o ângulo interno? Será que tem a ver com o ângulo externo? Por quê o 120 dá certo?</i>	Mais uma vez, aqui, fizemos questionamentos sobre a relação suplementar entre os ângulos, que está associada à lógica matemática que é operada no software.
10	<i>Participante K</i>	<i>Ahhhh... É o ângulo externo...</i>	Após nossos questionamentos, ela parece ter percebido a lógica matemática operada pelo software para a construção de ângulos, que na construção de um polígono regular o ângulo considerado para programação é o externo.

Fonte: Dados da pesquisa.

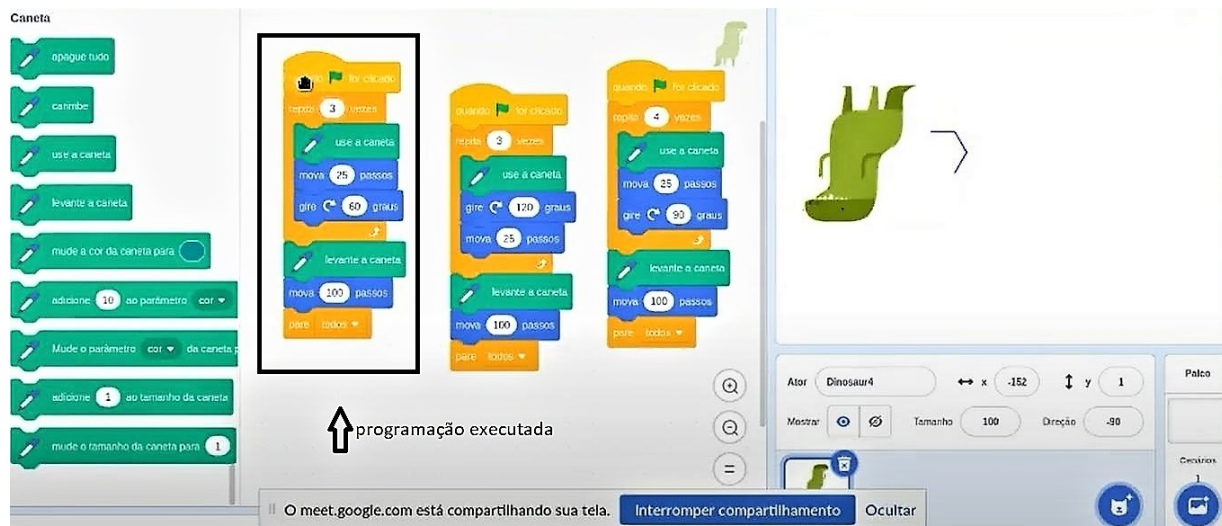
No Quadro 5, organizamos as falas do Evento II que ocorreram no Momento I. A situação destacada se inicia no instante em que a “*Participante K*” nos diz que desejava construir um triângulo equilátero, enquanto polígono regular, através da sua prática de programação, como registrado no T1. Cabe retomar aqui que, a situação que analisamos foi gerada a partir da proposta feita aos participantes: construir algum polígono regular a partir da prática de programação.

No T2, é possível perceber situações que se desdobraram dos ensaios obtidos da prática de programação realizada pela “*Participante K*”.

Então eu queria fazer um triângulo. Eu acabei fazendo um hexágono. Eu tive que mexer nas coisas pra virar um hexágono. Eu usei um dinossauro [personagem]. Eu coloquei o negócio de repetir [bloco de comando] e aí usar caneta e mover um tanto de passo, girar 60 graus e repetir e levantar a caneta e ir pro outro lado. Aqui eu tinha colocado três vezes, porque na minha cabeça dava um triângulo, mas aí a hora que eu coloquei três vezes, ele deu só isso [Figura 7] (PARTICIPANTE K).

As estratégias e conhecimentos utilizados na realização da sua construção, na nossa compreensão, evidencia, a partir do que foi descrito no T2, a mobilização de conhecimentos da geometria euclidiana associados a conteúdos das propriedades dos polígonos regulares, como lados e ângulos iguais. Essa avaliação foi possível ao analisar a sequência de comandos do programa elaborado descrito no T2 e complementado pela Figura 6.

Figura 6: Sequências de comandos elaboradas pela “Participante K”



Fonte: Dados da pesquisa.

Por essas duas fontes, observamos as estratégias pensadas e os comandos utilizados para construir um triângulo equilátero. Na sequência de comandos, destacada na Figura 6, percebemos que a intenção da “Participante K” consiste em conseguir deslocar o personagem uma quantidade de 25 passos, unidade de medida do software, ao usar o bloco de comando “*mova x passos*” e, em seguida, fazê-lo realizar um giro de 60° , ao usar o bloco de comando “*gire x graus*”. Além disso, a sequência está inserida no bloco de comando “*repita x vezes*”, para que a sequência dos blocos de comandos se repita três vezes seguidas.

As estratégias realizadas pela participante revelam o projeto de ações que elaborou para construir o triângulo equilátero que desejava, como se evidencia no T2, em que ela diz: *Aqui eu tinha colocado três vezes, porque, na minha cabeça, dava um triângulo, mas aí, a hora que eu coloquei três vezes, ele deu só isso* (PARTICIPANTE K). Ao executar as ações de construção do triângulo, condicionadas pela prática de programação de computadores, o retorno de informações, processo retroativo, gerado pela mediação da máquina cibernética, aspecto epistemológico, expõe uma contradição com o projeto de ação constituído pelo seu pensamento.

Na elaboração da sequência do seu programa, a “Participante K” indica ter elaborado seu projeto com finalidade de construir um triângulo equilátero, considerando conhecimentos em Matemática associados ao conteúdo de polígonos regulares da geometria plana. Isso revela as informações de primeira ordem, mediações subjetivas, que condicionaram sua prática de

programação de computadores. Ao usar o comando “*gire 60 graus*”, a constituição do seu projeto ocorre, de acordo com a nossa hermenêutica, a partir da definição da soma dos ângulos internos de um triângulo na geometria plana, cujo resultado é sempre constante e igual a 180 graus.

Se considerarmos que a participante parte desses conhecimentos, além dos que se referem à medida dos ângulos internos de um triângulo equilátero serem iguais, ela conclui que a medida de cada ângulo, do referido triângulo, deverá ser igual a 60 graus. Ao executar as ações de construção do triângulo, condicionadas por práticas de programação de computadores, o retorno de informações gerado pelo processo retroativo, aspecto epistemológico, expõe uma contradição com o projeto elaborado.

A partir dos ensaios gerados a partir das ações da participante juntamente ao retorno da informação pela execução da programação, ela verificou que a construção não ocorreu da forma que esperava, como é possível observar na Figura 7. Ao observar a contradição com seu projeto inicial, a “*Participante K*” refletiu sobre a forma de operar com o comando do software de acordo com os conhecimentos em Matemática que estava considerando no seu projeto. Isso permitiu perceber que há uma lógica matemática diferente para construção de ângulos de polígonos, a qual considera os ângulos externos dessas figuras geométricas. Esse movimento exprime a produção de conhecimento em Matemática configurado pela prática de programação de computadores, pois foi necessário rever essa lógica para formar o ângulo desejado e, assim, construir o triângulo com o ângulo interno correto.

Essa situação reflete o que Vieira Pinto (2005b) aponta sobre os aspectos contraditórios do movimento dialético da produção do conhecimento. No caso em questão, o movimento se constitui a partir de situações configuradas por processos cibernéticos. O processamento de informação parte de informações de primeira ordem que são introduzidas pela “*Participante K*”, ao definir a quantidade de lados de um triângulo e medida do ângulo interno.

A máquina cibernética ao processar essas informações, através da sequência de comandos do programa elaborado pela protagonista do evento, retorna informações de segunda ordem que revelam contradições com as expectativas desejadas pela “*Participante K*”, dada as informações de primeira ordem. Esse processo de retroação, segundo Vieira Pinto (2005), mobiliza aquilo que o autor aponta como circuito epistemológico, o qual envolve

reflexos de pensamentos condicionados por movimentos indutivos e dedutivos, que se completam e se opõem nas ações de produção de conhecimento.

O esquema, apresentado na Figura 1, subseção 4.1.3, representa como estamos considerando o movimento do circuito epistemológico e os aspectos que o compõe. Esses se referem ao projeto idealizado pela protagonista e sua finalidade, as mediações subjetivas, informações de primeira ordem que vão gerar novas informações, as de segunda ordem, por meio das mediações objetivas, software/computador. Esses aspectos serão mobilizados por operações indutivas e dedutivas do pensamento estimuladas por processos retroativos. O retorno da informação por meio da execução da programação realizada pela participante protagonista produz as informações de segunda ordem que indicam as contradições e fazem ela perceber que algo não estava certo, como mostrado no T2, *“Falei assim, tem algo errado kkk, calculei o ângulo errado. Ai eu coloquei seis para virar um hexágono. Mas foi essa lógica que eu usei em todos eles e fui testando outras formas”* (PARTICIPANTE K).

A possibilidade de gerar situações de ensaios por meio da programação de computadores permite verificar se o que foi elaborado como projeto está de acordo com aquilo que retornou como resultado, como é observado no T2 ao dizer *“algo deu errado”*. Isso revela uma avaliação de acordo com o retorno da informação, a qual é exercida ao comparar o que se esperava que acontecesse com o que efetivamente aconteceu. Isso nos permite ressaltar, enquanto estratégia, a mediação do processo de ensaios como técnica, a qual condiciona a produção de conhecimento em Matemática por meio de práticas de programação de computadores.

Ao analisarmos o processo de produção de conhecimento à luz da filosofia da tecnologia de Vieira Pinto (2005), compreendemos que a técnica é a essência do conceito de tecnologia e é fundamental apreender que “[...] a essência da técnica é a mediação na obtenção de uma finalidade humana consciente” (VIEIRA PINTO, 2005a, p. 175). Nesse sentido, é possível apontar, a partir da realização de um processo de ensaios, configurado por meio de práticas de programação de computadores, que a *“Participante K”* está operando com a essência da tecnologia, pois está em busca de um meio para atingir aquilo que se propôs a fazer conscientemente.

Por outro lado, a prática de programação de computadores se constitui, dialeticamente, por conhecimentos historicamente acumulados e corporifica os atos e processos técnicos do ser humano, os quais são mediações na superação das contradições que se manifestam no

processo de produção da sua existência. Dessa compreensão, podemos expor que os recursos que a programação de computadores nos oferece, conforme indicam as considerações sobre a cibernética de Vieira Pinto (2005), possuem potencialidades que permitem desenvolver ações do tipo que foi empreendida, por considerar que os recursos são a materialização de atos e processos técnicos do ser humano.

No T3, fizemos uma intervenção com um questionamento, no sentido de contribuir com a reorganização do pensamento da *“Participante K”*, a partir do que foi observado das sequências de comandos dos programas que ela realizou e pelo que foi compartilhado como resultado da execução desses programas. Nossa intenção foi provocar reflexões sobre a lógica envolvida na sequência de comandos elaborada, observando aspectos relacionados entre as medidas dos ângulos e a quantidade de lados que foram inseridos nos blocos de comando.

Com nosso questionamento, a protagonista do evento indica uma associação que estabelece sentido e fundamentação com os conhecimentos matemáticos que foram considerados para pensar a sua programação. Fato esse que pode ser observado no T4, *“O tanto de lados. O tanto de vezes que ele repetiu. Na verdade cada repetição é um lado né”* (PARTICIPANTE K). Nesse trecho, é possível identificar que estão sendo levantadas algumas hipóteses baseadas no conhecimento que a *“Participante K”* tem sobre um polígono regular, pois associa as repetições realizadas pelo comando *repita* com o número de lados do polígono desejado.

Ao considerar essa situação, podemos nos valer do que Vieira Pinto (2005b) aponta sobre o funcionamento das máquinas cibernéticas em comparação com as de outro tipo. Para o autor, “[...] o homem sempre recebe informação como resultado do funcionamento de máquinas por ele postas em ação. Mas, no caso das máquinas cibernéticas, as informações informam sobre combinações efetuadas por elementos que são, por si, informações anteriores” (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 128). Esse movimento é o que caracteriza o processamento cibernético, tal qual faz retornar ao ser humano informações que a ele interessam, partindo de informações anteriores o que engendra um giro na circulação do saber.

A partir da fala do T4, realizamos outro questionamento, T5, buscando contribuir para que ela conseguisse perceber e entender que, além da relação com os lados do polígono regular que deseja construir, há uma lógica também associada ao bloco de comando *“repita”*. Tal comando tem a função de repetir as ações de uma sequência de comandos inseridas no

bloco. Portanto, essa estrutura de repetição precisa ser considerada para calcular a medida do ângulo na construção do polígono regular que deseja.

Diante do questionamento que fizemos, a “*Participante K*” faz associações com outros conhecimentos, como observado no T6, “*É porque um triângulo tem 180 graus no total aí dividido por três cada ângulo interno teria 60 graus*” (PARTICIPANTE K). O trecho indica que há um processo de reorganização do pensamento (TIKHOMIROV, 1981; BORBA, 1999; 2001; BORBA; VILLARREAL, 2005), no sentido de compreender a lógica contida no software e inserir a informação da medida do ângulo para que possa gerar um triângulo equilátero.

O fato de a participante apontar – para analisar o resultado da execução da sequência de comandos do seu programa – os conhecimentos que serviram de informações de primeira ordem, sugere que podem estar ocorrendo contradições entre o que foi pensado na elaboração do programa em relação ao que se obteve com a execução dele. Isso a condiciona a revisitar o seu programa e reelaborar o seu projeto com conhecimentos que possam justificar o resultado obtido com o retorno da informação dado pela máquina.

Esse processo reflete o circuito epistemológico (VIEIRA PINTO, 1969, 2005) – Figura 1 subseção 4.1.3 –, constituído pelos raciocínios indutivos e dedutivos e podem ser identificados nos seguintes casos: na situação particular que se refere ao resultado encontrado e que permite gerar um processo de generalização do conhecimento; e, ao mesmo tempo, na realização do processo de análise, em que se parte de mediações subjetivas, ideias e conhecimentos, constituídos pela sua trajetória de formação em direção ao que foi obtido pela execução do programa elaborado.

Nesse contexto que estamos analisando, é possível considerar que os conhecimentos em Matemática mobilizados, por meio da prática de programação da “*Participante K*”, são os que envolvem as propriedades de um triângulo, como possuir três lados e a soma dos ângulos internos ser igual a 180° . Esses conhecimentos são evidenciados nas falas do T4 e T6, ao condicionar o número de lados do polígono que deseja construir e a divisão de 180° com a quantidade que é inserida no bloco de comando “*repita x vezes*”. O número três, inserido nesse bloco, estabelece que o polígono terá três lados e a medida do ângulo interno é o resultado da divisão de 180 por 3.

Após a participante considerar esses conhecimentos, intervimos, T7, sugerindo que ela comparasse os resultados que obteve associados a duas sequências de comandos que elaborou

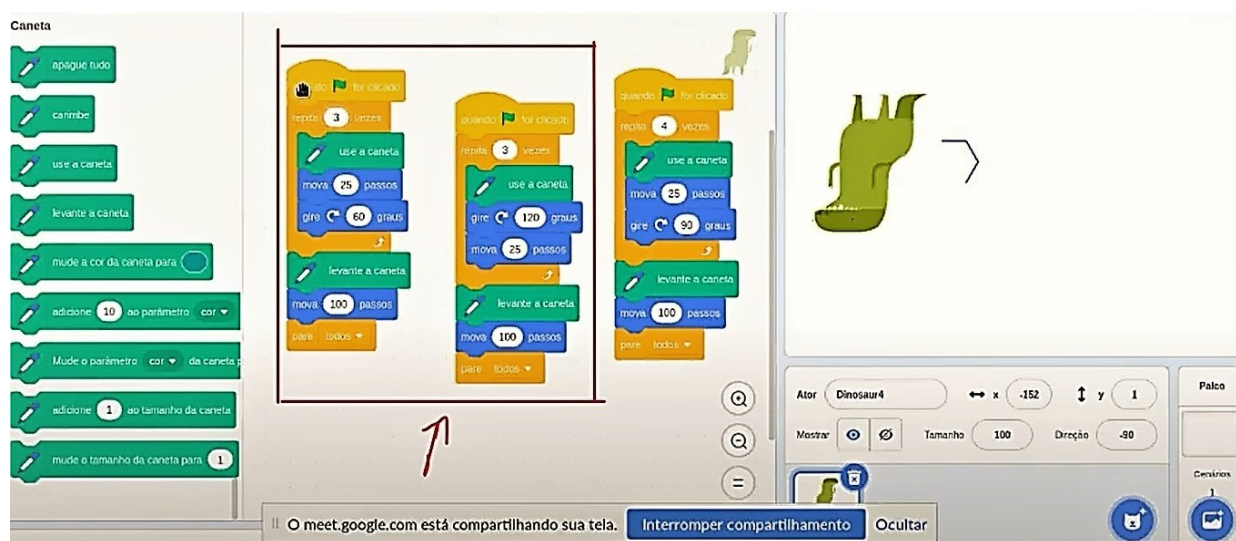
e apontasse a relação com as medidas do ângulo inserido em cada uma no bloco de comando “gire x graus”, conforme Figura 7, a seguir. A partir das nossas sugestões para realizar as comparações, a “Participante K” sugere, como hipótese sobre a medida do ângulo inserido, a ideia de divisão da circunferência em arcos congruentes, quando um polígono regular está inscrito nela, representado no T8, “Eu lembrei que o referencial não é a forma que eu quero construir é o círculo como um todo”(PARTICIPANTE K).

Isso nos indica que outros conhecimentos foram mobilizados na forma de pensar a construção do polígono, reforçando a nossa afirmação de reorganização de pensamento, a qual está voltada a compreender como ocorreu a construção do polígono regular desejado. A justificativa desse movimento de reorganização se dá a partir de trechos anteriores, pois podemos observar que a participante protagonista estava partindo de conhecimentos, informações de primeira ordem, em que bastava pensar na quantidade de lados do polígono regular desejado e na medida dos seus ângulos internos.

No relato realizado, T8, observamos uma nova tentativa de compreender a lógica que estava sendo operada nas programações executadas. A “Participante K” elabora uma outra possibilidade de sequência de comandos para construir o polígono regular desejado. Isso ocorre a partir das reflexões que estavam sendo feitas ao analisar as informações contidas nas programações e visualizando os resultados que obteve com elas, conforme ilustra a Figura 7, a seguir.

Na Figura 7, destacamos as duas sequências que foram comparadas pela participante. Nelas, as informações inseridas, que são diferentes, se referem à medida do ângulo do giro que o personagem deve realizar. Novamente, observamos um condicionamento do pensamento estimulado por situações de ensaios que possibilitam reorganizar o pensamento com o retorno da informação obtida, processamento realizado pelo software, em que fica caracterizado o aspecto epistemológico da retroação.

Figura 7: Sequências de comandos elaboradas pela “Participante K”



Fonte: Dados da pesquisa.

A retroação possibilita a comparação dos resultados que as sequências elaboradas retornam e reavaliar os conhecimentos que condicionaram o projeto idealizado para a ação de programação. Com isso, verifica-se as contradições e corrige as informações necessárias para que a sequência de comandos, da programação realizada, possa retornar o resultado esperado. O circuito epistemológico estabelecido pelos aspectos apontados permite que a participante manifeste outras maneiras de pensar a construção do polígono de acordo com as informações retornadas.

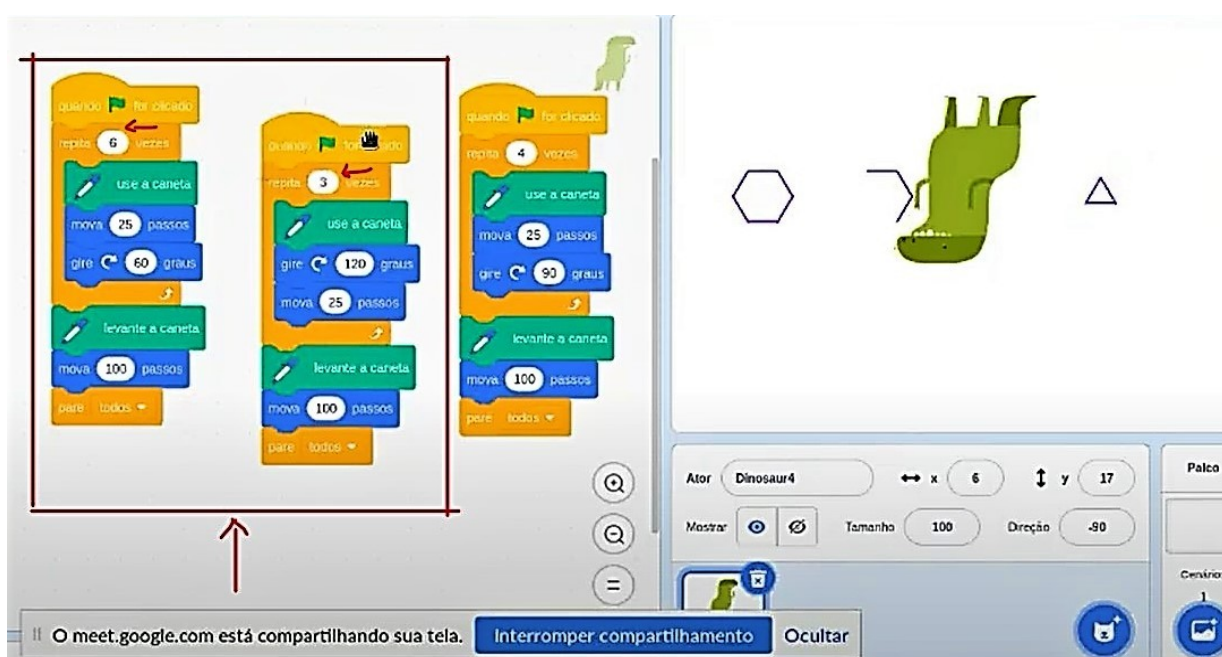
A situação nos remete a discutir que os condicionamentos estabelecidos para a participante protagonista a partir da finalidade definida, do projeto elaborado e da mediação da prática de programação de computadores contribuiu para que fosse possível visualizar novas formas de pensar sobre a construção que se desejava realizar. Para tanto, ao realizar suas ações de construção, mediadas por tal prática, suas atividades intelectuais são reorganizadas pelos conhecimentos e recursos dessa prática. Essa articulação possibilita gerar outras informações, que movimentam um processo de retroação, o qual reflete na modificação do programa elaborado pelo retorno da informação, informações de segunda ordem, configurando novas operações indutivas e dedutivas na constituição do projeto de ação até que consiga atingir o que se deseja.

A constituição desse movimento, que se caracteriza pelo circuito epistemológico que representamos pelo esquema, Figura 1, subseção 4.1.3, pode ser observado pela ação de

modificação das informações realizado pela “Participante K”. Ela altera a quantidade de repetições de uma das sequências que destacamos, anteriormente, Figura 7, mais especificamente a do lado esquerdo da figura.

A identificação do conhecimento que condicionou sua ação de alteração de informações da sequência de comandos realizada é percebida na afirmação que a participante faz no T10, em que diz: *Ah... É o ângulo externo* (PARTICIPANTE K). Esse trecho revela que foi identificado pela participante o conhecimento necessário para construir o polígono desejado, de acordo com a sequência de comandos elaborada. A Figura 8, a seguir, mostra as sequências com a alteração em uma delas e as figuras construídas de acordo com elas.

Figura 8: Sequências de comandos elaborados pela “Participante K”



Fonte: Dados da pesquisa.

Podemos observar na Figura 8 a alteração de 3 para 6 na quantidade em comparação com a Figura 7. O que mostra que foi identificado pela participante uma contradição de acordo com o que havia presumido no seu projeto de ação. No cenário, área de execução da sequência de comandos da programação, aparecem três figuras: um hexágono regular; uma poligonal que representa a metade da construção de um hexágono regular; e um triângulo equilátero. O hexágono é resultado da execução da sequência de comandos do lado esquerdo das sequências destacadas, que foi possível ser construído a partir da alteração realizada. Já o

triângulo é resultado da execução da sequência do lado direito das sequências destacadas, a partir da percepção da participante, T10, que o ângulo a ser considerado na construção do polígono é o externo.

A esse respeito, salientamos, a partir de Vieira Pinto (2005), que as tecnologias fazem parte da história da humanidade, são coetâneas aos seres humanos desde seu salto qualitativo para se constituir enquanto ser social consciente. Essa evolução está condicionada pelas superações das contradições que se estabelecem nas relações com a natureza e com suas circunstâncias sociais. Neste sentido, entendemos que as tecnologias sempre se constituíram como mediações das atividades humanas, possibilitando transformações na sua forma de agir e pensar.

Nessa linha, Tikhomirov (1981) corrobora o exposto ao propor que as atividades humanas são modificadas a partir da criação de novos meios de atuação na realidade. Isso estabelece um processo de reorganização das atividades intelectuais, quando ações são desenvolvidas mediadas por novas tecnologias, pois reconfiguram as circunstâncias objetivas da prática humana. Com isso, transformam a dinâmica epistemológica que condiciona o pensamento, por meio das novas técnicas e recursos empregados na ação de transformação da realidade.

A prática de programação de computadores, compreendida enquanto técnicas e recursos associados à área da Computação, condiciona a dinâmica verificada nas ações desenvolvidas pela “*Participante K*”. Com o que analisamos nesse evento, foi possível identificar aspectos epistêmicos que movimentam o pensamento e o reorganiza, à medida que vai sendo condicionado pelo auxílio das técnicas e recursos, associados a essa prática, utilizados nas ações para produzir o polígono regular desejado.

Cabe ressaltar que as intervenções oportunizadas pela dinâmica do encontro síncrono, também são aspectos condicionantes das ações realizadas pela protagonista do evento. Torna-se importante que o processo de produção de conhecimento seja visualizado na sua totalidade, de acordo com um olhar dialético, para que seja possível apontar as determinações efetivas dessa produção, como buscamos indicar com os aspectos que ressaltamos, associados à cibernética. A seguir, passamos para as análises relativas ao que denominamos de Momento II, destacado do conjunto de dados produzidos.

6.2 Momento II – Construindo polígonos regulares e circunferências concêntricas

Para esta subseção, denominada de “*Momento II*”, analisamos os dados produzidos relativos ao quinto encontro síncrono que aconteceu no dia 21 de outubro de 2020. Nele desenvolvemos uma atividade direcionada para a construção de uma sequência de comandos, cujo resultado fossem polígonos e circunferências concêntricas. Para essa atividade foi disponibilizado um vídeo²⁴ aos participantes, produzido por nós, exemplificando o uso de um bloco de comando que possibilita criação de outros blocos de comando específicos para elaboração do programa. A ideia foi utilizar essa estrutura para criar blocos que construam polígonos regulares ou circunferências a partir de um único bloco.

Assim como foi organizado no “Momento I” analisado, o momento que destacamos para esta análise é caracterizado pelos excertos de falas contidas no Quadro 6. Para esse momento, as ações realizadas mediadas por prática de programação de computadores, cujo protagonista é identificado como “*Participante V*”, produziu um programa que resultou em quadrados e circunferências concêntricas.

Como parte da nossa concepção metodológica, fundamentada no MHD, é necessário localizar as circunstâncias existenciais do “*Participante V*”. Esse participante já atuou na rede pública de ensino por um período de aproximadamente vinte anos. Durante sua participação no projeto, atuava como professor da rede privada no ensino fundamental e médio na cidade de Rio Claro. Sua formação é em licenciatura em Matemática e possui mestrado profissional na área de ensino. Na escola em que atua, trabalha com disciplinas de matemática e com as que se relacionam com conteúdos que envolvem tecnologias digitais, como as que se associam com atividades de robótica.

O participante tem conhecimento de programação e bastante interesse por esse conhecimento, fato tal que o mobiliza a participar de formações, como a que realizamos com o projeto de extensão, para se apropriar de novos saberes relacionados a esse conhecimento. O participante em comento foi um dos cinco dos quais estiveram presentes na maioria dos treze encontros síncronos realizados. Os dados destacados foram produzidos por questionários disponibilizados antes de iniciar as ações de formação e durante a participação nas atividades desenvolvidas nos encontros.

24 Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4yDr7-v9b3U>

No Quadro 6, a seguir, reproduzimos as falas, na sequência que ocorreram no encontro síncrono, que representam o momento que consideramos para a nossa análise.

Quadro 6 – Momento II: Programando a construção de quadrados e circunferências concêntricas

Trecho	Sujeito	Fala	Comentários
1	Participante V	<i>Eu fiz a do polígono baseado no programa anterior que a gente tinha feito. Eu só aproveitei, né? O da circunferência é eu fiz baseado naquilo que você falou na última aula, né? Eu lembro que você deu uma dica, você falou do círculo, você mostrou tal. Eu percebi que na verdade ele desenha um polígono com muitos lados, né? Então assim, você tem que construir um polígono com muitos lados. Assim, você não vai fazer um círculo certinho. Eu tentei fazer um deslocando de dois em dois graus e fazendo 180 vezes. Ele [software] fez até que rápido. Para os pequenos ficaram até que bom, você olhava e até que via [circunferência]. Conforme ele ia fazendo os maiores você percebia uma pequena falha que dava, mas era a questão da aproximação. Dá pra perceber. Eu mudei para 360, diminui um pouquinho, e demora bem mais né o dobro do tempo para fazer. Mas aí ficou melhor visualmente. Falei ah..., não to com pressa vou deixar com 360 mesmo. Talvez numa aula assim pra mostrar pros alunos, para fazer rápido, assim. Talvez eu utilizasse sei lá 180 vezes. E o pi também eu fui mudando a constante. Eu percebi que eu podia mudar, deixar com 4, ou duas casas que no final dava a mesma coisa. Mas aí ficou com 4 deixei com 4. Mas experimentei antes.</i>	Nessa situação, o participante apresenta quais conhecimentos matemáticos ele utilizou para a construção de uma circunferência usando programação. Ele faz essa construção a partir de polígonos regulares com 180 e 360 lados. Ou seja, ele não faz a construção de uma circunferência, mas sim uma aproximação por estes polígonos. Ele usa o perímetro da circunferência para calcular a medida do lado do polígono. Com isso, o usuário do programa insere o raio da circunferência que deseja construir e o algoritmo calcula o perímetro da circunferência e depois divide por 180, quando for um polígono com essa quantidade de lados, ou por 360 lados.
2	Nós	<i>Eu fiquei me perguntando porque que você usou o pi naquela. Fiquei me perguntando, né? Por quê você queria que tivesse aquele valor do pi lá para construir?</i>	Aqui, fizemos um questionamento para entender a estratégia utilizada na utilização do valor de π para construir a circunferência.
3	Participante V	<i>Então, por exemplo, porque, para calcular a circunferência dado um raio. Então eu fiz assim, fiz o comprimento da circunferência, porque ele anda, ele anda na borda. Então se eu souber quando ele anda, que é o comprimento eu determino o raio. Então eu fiz uma função. Ele vai ter que andar. Então cada pedacinho que ele anda eu divido, no caso eu dividi por 360, eu vou saber cada segmento que ele anda. Se eu somar tudo vai dar o comprimento da circunferência. Por isso que eu usei o pi. Eu não sabia se com precisão de duas casas daria diferença. Eu experimentei, né?</i>	Nesse trecho, ele descreve a forma de construir o polígono regular que se aproxima de uma circunferência. Para isso, considera o raio que deseja que ela tenha, envolvendo na sua prática de programação a ideia de função. A função pensada por ele foi $f(r) = 2(\pi)r/(180 \text{ ou } 360)$. Essa vai retornar o tamanho do lado do polígono regular de 180 lados ou de 360 lados. Esse valor é

			usado no programa para construir o polígono que se aproxima da circunferência que se deseja construir.
4	Nós	<i>Ai a ideia então, que você tomou o comprimento da circunferência e a partir do comprimento você calculou o lado pra usar?</i>	Nessa intervenção, buscamos a sua confirmação para sua estratégia de pensamento.
5	Participante V	<i>É porque assim, ele vai ter que andar né, ele vai andar um pouquinho. Agora o quanto ele vai ter que andar? Dependendo do raio que eu quero, ele vai ter que andar uma certa quantidade né? Então, vamos supor, se eu der um raio muito grande ele tem que andar mais né, naquele setor, vamos falar assim, naquele setor circular, lá no segmento. Então conforme eu aumento o valor do raio ele vai andar mais, então ele vai fazer uma circunferência maior. Então, a ideia foi essa. Pra saber quanto que ele tem que andar, senão teria que recalculer para cada um, tem que voltar lá. Então, eu usei o pi para poder calcular esse segmentinho. Porque eu já sei a medida que ele dá no contorno no comprimento, aí eu vou dividir, por exemplo, por 360 que eu sei, lá no último programa. Ai, eu sei o segmento para cada setor de um grau tá, que ele tem que andar. Eu fiz esse cálculo.</i>	Aqui, o participante explica de forma mais detalhada as suas ideias, ressaltando os conhecimentos envolvidos na sua prática de programação, dentre os quais, podemos destacar: perímetro de circunferência; setor angular; e função.
6	Nós	<i>Eu achei bem bacana. Porque você vai trazendo elementos da matemática para essa construção e vai mostrando quanto que a matemática pode trabalhar junto com esse processo de programar.</i>	Nessa ocasião, apontamos para o participante a relação que ele estabelece entre os conhecimentos em Matemática e sua prática de programação.
7	Participante V	<i>Por isso que eu construí uma circunferência com 180 setores e dava um pequeno erro, porque daí o comprimento não batia. Dava um pequeno errinho. Conforme vai aumentando ele vai diminuindo. Quer dizer, em vez de 360 se dobrar, sei lá, faz com por exemplo 720, perfeito. Vai sair bem melhor, só que demora também o dobro do tempo do anterior.</i>	Aqui, o participante faz a análise da sua construção, por aproximação, comparando com uma circunferência. Ele se refere à construção por aproximações sucessivas, indicando as estratégias de ensaios, em que estabelece valores para a quantidade de lados do polígono.
8	Nós	<i>Ele vai fazer 720 segmentos?</i>	Questionamento para confirmar se o participante pensava em um polígono regular de 720 lados.
9	Participante V	<i>Aí vai ter que andar pouquinho, aí já calcula quanto tem que andar. Ele anda só um pouquinho para chegar mais próximo do comprimento mesmo né, do verdadeiro digamos assim.</i>	O participante, nessa situação, explica como elaborou a sua programação, mostrando qual estratégia utilizou para que as circunferências fossem construídas de forma concêntricas.

10	Participante V	<i>O meu ele começa desenhado pelo centro da circunferência. Então eu vou para o centro da tela no (0,0), aí eu desloco o raio e desenho a circunferência. Para desenhar a próxima eu volto para o centro no caso eu escolhi o (0,0), ele deslocou o raio, aumenta no caso e depois desenha novamente. Então eu faço esse movimento. Ele começa pelo centro desloca o raio e desenha.</i>	Nesse trecho, é possível identificar a construção algorítmica idealizada pelo participante. Ele, também, expressa a sua articulação com os conhecimentos em Matemática e sua prática de programação.
11	Nós	<i>Entendi. Então você faz, toda vez que você constrói uma figura a hora que termina de construir vai para (0,0) e depois desloca para baixo. Então vamos tentar fazer isso aqui. Vou colocar aqui vá para $x=0$ e $y=0$, vou deslocar o y, vou deslocar o y aqui. Vamos ver que o participante V está falando para a gente fazer aqui.</i>	Aqui, estamos executando o programa elaborado pelo participante para mostrar aos outros a processo de construção realizado por ele.
12	Participante V	<i>Essa é a circunferência, com o polígono eu fiz só com um quadrado. Eu fiz com quadrado, eu fiz a mesma coisa. Só que como eu estava desenhando o quadrado circunscrito não deslocava o quadrado porque já desenhava em cima da circunferência, mas acho que a ideia que a mesma.</i>	Para a construção dos quadrados concêntricos, o participante utiliza a construção das circunferências concêntricas que realizou e faz os quadrados circunscritos a elas. Porém, ele aponta que caso fizesse sem a circunferência a estratégia para isso seria a mesma utilizada para construir as circunferências concêntricas.
13	Nós	<i>Aqui como ele vai sempre para o (0,0) eu tenho que pensar numa variável que ele vai adicionando sempre -10 do y, certo?</i>	Nessa intervenção, estamos questionando o participante para compreender a estratégia de construção dos quadrados circunscritos às circunferências concêntricas.
14	Participante V	<i>Se for quadrado ele tem que deslocar para baixo metade da medida do lado. Então ele vai fazer o quadrado. Então, por exemplo, se a medida da entrada lá chama comprimento tem que ser metade do comprimento para deslocar para baixo.</i>	Neste trecho, ele explica como foi realizado a programação para que os quadrados sejam construídos de maneira concêntrica.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir do que foi evidenciado no Quadro 6, percebemos que há uma discussão mais elaborada a respeito de ideias que envolvem a prática de programação de computadores, fato esse condicionado pela vivência que o participante já possui com tal prática. O domínio demonstrado pelo “Participante V” possibilita concentrar suas ações em aspectos que caracterizam processos de mobilização e produção de conhecimento em Matemática. Como é possível perceber na fala do participante protagonista em T1,

Eu fiz a do polígono baseado no programa anterior que a gente tinha feito. Eu só aproveitei, né? O da circunferência, eu fiz baseado naquilo que você falou na última aula, né? Eu lembro que você deu uma dica, você falou do círculo, você mostrou tal. Eu percebi que na verdade ele desenha um polígono com muitos lados, né? Então assim, você tem que construir um polígono com muitos lados. Assim, você não vai fazer um círculo certinho. Eu tentei fazer um deslocando de dois em dois graus e fazendo 180 vezes (PARTICIPANTE V).

Para sua estratégia de elaboração do programa, foram mobilizados conhecimentos relacionados à construção de um polígono regular de 180 lados como forma de ter uma representação aproximada de uma circunferência. Na fala destacada, verificamos que o participante protagonista desenvolve seu raciocínio partindo de conhecimentos e informações anteriores que permitiram a elaboração de um programa que gerasse um polígono regular e também uma estratégia, a partir da reorganização do seu pensamento, para produzir uma figura próxima à representação de uma circunferência, no caso, um polígono regular de 180 lados com um deslocamento circular de dois em dois graus.

Essa construção indica que a sua prática de programação articulada aos conhecimentos em Matemática, promoveram outras situações de construção de uma circunferência. Isso revela a nossa perspectiva de produção de conhecimento em Matemática, a qual corresponde a uma reorganização da sua atividade intelectual que considerou aspectos epistemológicos da prática de programação de computadores e os conhecimentos em Matemática do participante. Isso produziu, como resultado, um processo de construção de circunferência configurado por essa prática.

Diante disso, podemos ressaltar o condicionamento que ocorre a partir da mediação realizada pelo processamento de informação que o software permite e que conduz, dialeticamente, às formas de pensamento por meio dos aspectos epistemológicos associados à teoria cibernética. Esse movimento dialético que conduz o pensamento, conforme Vieira Pinto (2005b, p. 346), é configurado pelos processos de retroação, pois

Nas estruturas de retroação, conforme se verifica numa programação cibernética, a cada causa, além das possibilidades normais de produzir-se ou não o efeito previsto, acrescenta-se a eventualidade da ocorrência de um resultado formalmente inesperado, retorno do efeito a qualquer dos momentos da série causal linear precedente.

A retroação, de maneira imediata, reflete um dos aspectos epistemológicos mais destacados das dimensões da cibernética, pois o retorno da informação reorganiza as relações com os conhecimentos em Matemática que estão sendo mobilizados. Isso permite reconfigurar as estratégias na elaboração da solução da situação-problema que se pretende resolver, o que caracteriza situações de produção de conhecimento em Matemática.

A mediação que esse processo oferece ao pensamento permitiu ao “*Participante V*” considerar a estratégia apontada como opção, visto que essa maneira de construir uma figura, a qual se aproxima à circunferência, não é comum de ser problematizada em processos de ensinar e aprender matemática, o que, para nós, revela a produção de conhecimento em Matemática. Quando operamos intelectualmente condicionados por objetos técnicos, dos mais simples aos mais complexos, esses recursos, criados pelo ser humano, apresentam-se como meios de apreensão e operação da realidade na sua manifestação concreta (VIEIRA PINTO, 2005b).

Nesse sentido, entendemos que a prática de programação de computadores, enquanto mediação na produção de conhecimento em Matemática, modifica as formas de organização do pensamento. A inclusão de outros aspectos de ordem epistemológica condicionam o processo de conhecer, naquilo que corresponde à reorganização das atividades intelectuais do processo cognitivo (TIKHOMIROV, 1981).

O computador e os softwares, enquanto objetos técnicos, correspondem aos meios de transformação das ações humanas diante da realidade, que, dialeticamente, conduz a novas maneiras de utilização desses objetos ou modificações deles. Na perspectiva do construto teórico S-H-C-M, a partir da ideia de moldagem recíproca, podemos avaliar essa relação do ser humano com a tecnologia, no sentido de produzir mútuas modificações entre os seres humanos e os objetos técnicos (BORBA, 1999; 2001; BORBA; VILLARREAL, 2005).

Evidente que a relação entre a produção de conhecimento e as possibilidades constituídas com o advento da cibernética, dentre elas o movimento de retroação, resulta de um processo histórico. A retroação está presente em todas as realizações do ser humano, ou seja, sempre ocorreu em todos os momentos da atividade humana. Todo mecanismo criado pelo ser humano consiste em um circuito retroativo, que se configura por meio do processamento de informações, que retorna ao ser humano engendrada pelas motivações provocadas pelas suas necessidades de superar as condições objetivas que o impedem de

produzir sua existência. O que ocorre, com o advento da cibernética, é que essa característica da atividade humana se tornou mais visível (VIEIRA PINTO, 2005b).

É de capital importância tal entendimento, diante de uma perspectiva histórica, visto que é operado por um pensar dialético, que, na relação ser humano-computador, corresponde ao autêntico pensar cibernético, o qual reflete a totalidade do processo cognitivo de apreensão da realidade. O pensar dialético também é evidenciado no construto teórico S-H-C-M, quando se refere à metáfora de reorganização do pensamento, ao atribuir aos condicionamentos gerados pelos recursos oferecidos pelo computador, que potencializam o circuito retroativo, na geração, modificação e solução de problemas combinados com a atividade intelectual do ser humano (BORBA; VILLARREAL, 2005).

A esse respeito, observamos, no relato do “*Participante V*”, como processos retroativos condicionam a produção de conhecimento em Matemática a partir da dinâmica do retorno de informações, as de segunda ordem, pelo processamento cibernético da máquina. Essas informações, serão usadas como parâmetros para novas projeções e ações, operações dedutivas e indutivas, na reelaboração da programação que está se realizando. Tal processo pode ser conferido na fala do T1,

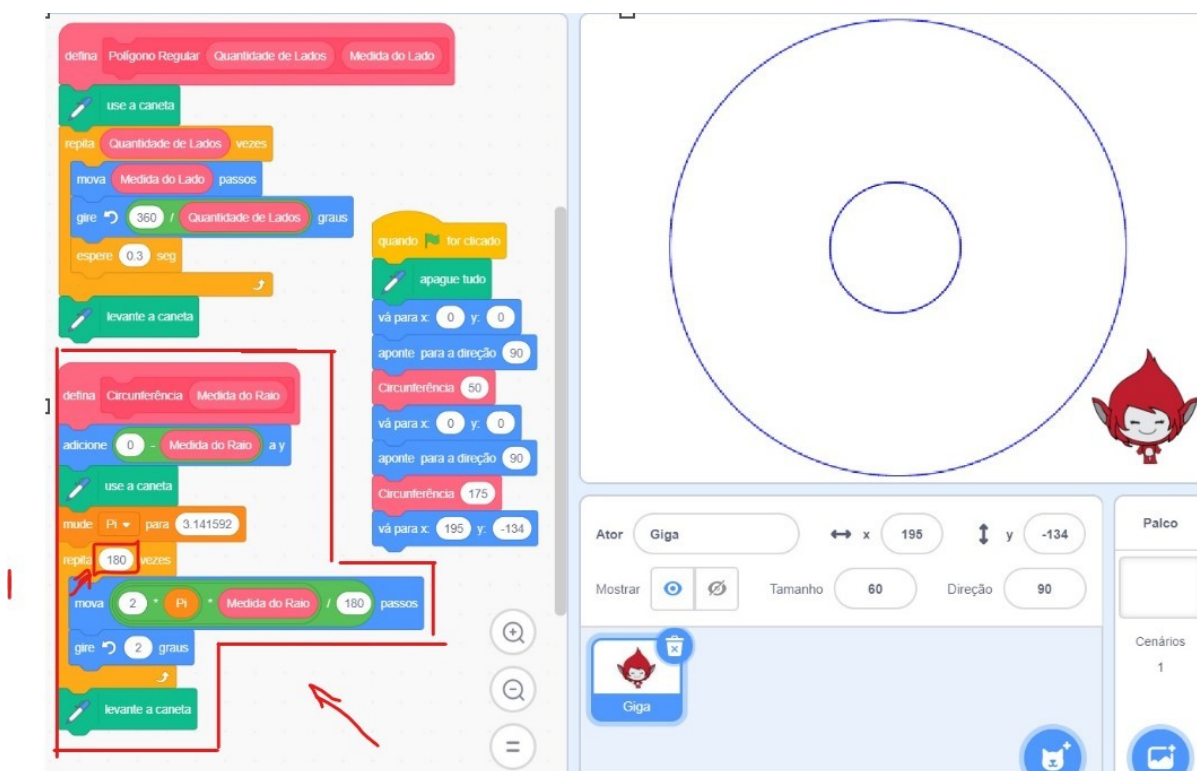
Conforme ele ia fazendo [refere-se à execução do programa] os maiores você percebia uma pequena falha que dava, mas era a questão da aproximação. Dá pra perceber. Eu mudei para 360, diminui um pouquinho, e demora bem mais né o dobro do tempo para fazer. Mas aí ficou melhor visualmente (PARTICIPANTE V).

A caracterização do movimento de produção de conhecimento mobilizado pelo pensar dialético é refletido na contradição gerada pelo aspecto visual do polígono de 180 lados construído como aproximação para representar uma circunferência. A retroação promovida pelo aspecto visual é relevante para a dimensão heurística do pensamento, que se mostra mais potente diante da mediação do computador, pois oferece um retorno imediato visual da ação executada (TIKHOMIROV, 1981; BORBA; VILLARREAL, 2005; VIEIRA PINTO; 2005). A Figura 9 mostra os aspectos visuais que condicionaram o participante protagonista na alteração das informações do seu programa. Nela aparecem duas circunferências de raios diferentes, em que a de maior raio parece apresentar um traçado irregular em comparação com a de menor raio.

A partir dos conhecimentos que já possui sobre circunferência e sua representação, estabelece uma relação analógica, referente à produção de um modelo que permite a

construção de figura aproximada de uma circunferência, por meio do polígono de 180 lados. Esse modelo reflete aspectos particulares que satisfazem o que se desejava com o programa elaborado, como no caso da aproximação da representação de circunferências com perímetros de medidas menores por polígonos regulares de 180 lados. No entanto, para os casos de circunferências com perímetros de medidas maiores, a aproximação se mostrou com pouca precisão, pois se percebe no desenho um traçado, Figura 9, com pequenas poligonais que descaracterizam a identificação com o traçado de uma circunferência.

Figura 9: Programa elaborado pelo *Participante V*

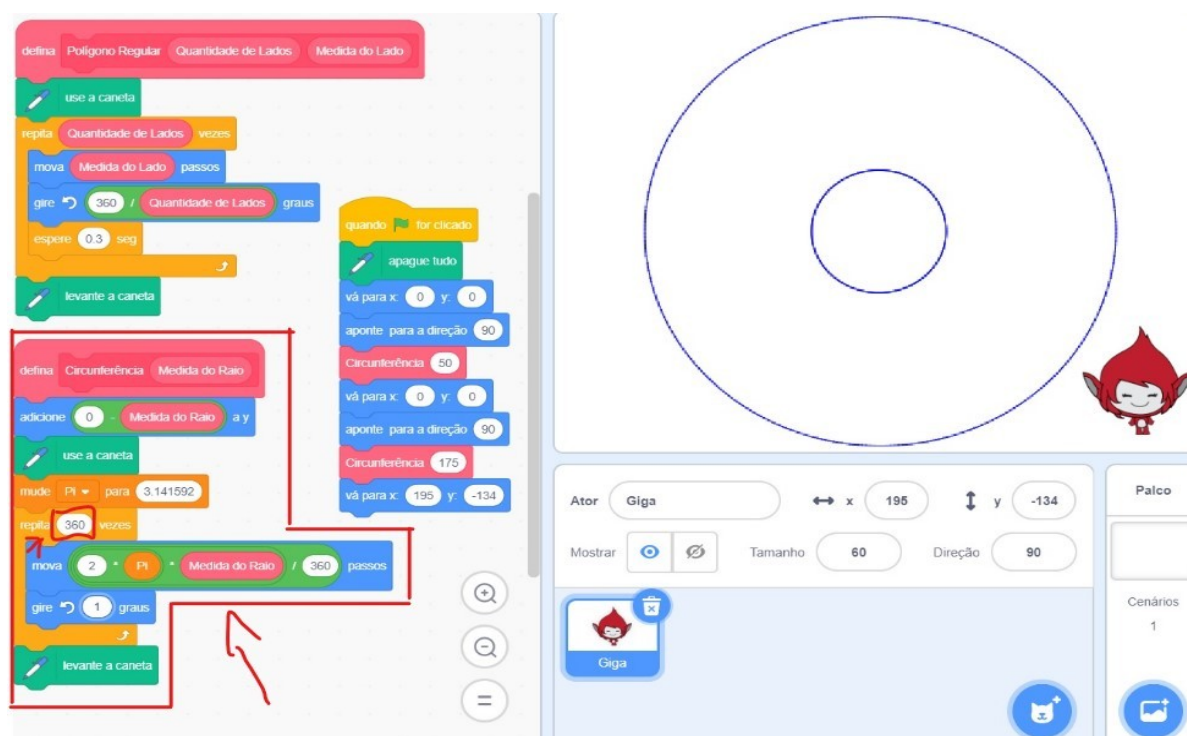


Fonte: Dados da pesquisa.

Tal situação foi identificada pelo participante protagonista ao observar que o polígono maior de 180 lados, construído a partir da sequência destacada, em vermelho, na figura, “dava um pequeno erro, porque daí o comprimento não batia. Dava um pequeno errinho.”. Ao perceber as diferenças nos traçados, operações indutivas e dedutivas são realizadas, tomando o polígono regular de 180 lados como um resultado particular para alterar as informações do programa inicial. Isso permitiu produzir um polígono regular de 360 lados, cujo resultado está mais próximo daquilo que se deseja como representação de uma

circunferência. Como é possível observar na Figura 10, a seguir, de acordo com sequência de comandos destacada em vermelho.

Figura 10: Programa elaborado pelo *Participante V* para a construção de um polígono regular de 360 lados



Fonte: Dados da pesquisa.

Na figura 10, é possível identificar na sequência as informações alteradas em relação as contidas na sequência da Figura 9, em que o resultado obtido pelo programa foi um polígono regular de 360 lados, o qual gerou um efeito mais satisfatório para o “*Participante V*”. A relevância desse processo de construção, que revela suas estratégias de raciocínio, condicionado por processos retroativos, mediações objetivas e subjetivas, é o fato dos conhecimentos produzidos, pelas suas práticas de programação, estarem associadas à estratégia de aproximação, que considera a ideia que a quantidade de lados tende ao infinito para que o resultado esteja relacionado com uma circunferência. O fato se dá na percepção de que quanto mais lados possuir o polígono regular, mais próximo estará da representação de uma circunferência. Essa ideia pode ser observada no T7,

Por isso que eu construí uma circunferência com 180 setores e dava um pequeno erro, porque daí o comprimento não batia. Dava um pequeno errinho. Conforme vai aumentando ele vai diminuindo. Quer dizer, em vez de 360 se dobrar, sei lá, faz,

como por exemplo, 720, perfeito. Vai sair bem melhor. Só que demora também o dobro do tempo do anterior (PARTICIPANTE V).

A estratégia de raciocínio apontada reforça nossos argumentos, pois permite avaliar possibilidades de produção de conhecimento em Matemática quando mediadas por práticas de programação de computadores. Essa avaliação é corroborada diante da manifestação de um processo de reorganização de pensamento (THIKHOMIROV, 1981; BORBA; VILLARREAL, 2005) do participante protagonista, este que propõe modificar as informações do seu programa, as quais, de acordo com a cibernética na perspectiva dialética, são consideradas de primeira ordem, pois é de origem do ser cibernético por natureza, como a intenção de construir polígonos regulares com mais lados, 360 ou 720.

Isso revela, segundo Vieira Pinto (2005b), as possibilidades da cibernética, as quais correspondem a peças intercaladas no circuito do conhecimento humano, que partem de “[...] informações iniciais em poder do homem, inicia-se um processamento que as faz retornar a ele como novas informações que, em princípio poderão sempre ser a origem de outro giro na circulação do saber” (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 130).

Um outro ponto que podemos destacar das estratégias de elaboração do programa pelo “*Participante V*” foi o pensamento utilizado para a construção do polígono regular. De acordo com seu projeto de ação, a estratégia criada resultou em uma função, cuja finalidade foi calcular a medida do lado do polígono desejado a depender do raio definido para a circunferência. O raciocínio que nos permitiu identificar essa construção pode ser observado no T4,

É porque assim, ele vai ter que andar né [personagem], ele vai andar um pouquinho. Agora o quanto ele vai ter que andar? Dependendo do raio que eu quero, ele vai ter que andar uma certa quantidade né? Então, vamos supor, se eu der um raio muito grande ele tem que andar mais né, naquele setor, vamos falar assim, naquele setor circular, lá no segmento. Então, conforme eu aumento o valor do raio ele vai andar mais, então ele vai fazer uma circunferência maior. Então, a ideia foi essa. Pra saber quanto que ele tem que andar, senão teria que recalcular para cada um, tem que voltar lá. Então eu usei o π para poder calcular esse segmentinho. Porque eu já sei a medida que ele dá no contorno no comprimento, aí eu vou dividir, por exemplo, por 360 que eu usei lá no último programa. Ai eu sei o seguimento para cada setor de um grau dá, que ele tem que andar. Eu fiz esse cálculo (PARTICIPANTE V).

A descrição que reflete a sua estratégia de pensamento pode ser verificada, também, na Figura 11, a seguir, que mostra a sequência de comandos que elaborou para gerar uma circunferência.

Figura 11: Sequência de comandos do programa elaborado pelo “*Participante V*”



Fonte: Dados da pesquisa.

Na Figura 11, o bloco de comando “*adicione ... a y*” define a posição que o personagem de execução do programa deve iniciar o desenho do polígono de aproximação da circunferência. No caso, adiciona-se à ordenada, a qual o personagem se localiza, coordenada $(0,0)$, o valor $(- \text{raio})$, que fará com que o personagem se desloque para a coordenada $(0, - \text{raio})$, onde iniciará o desenho. Na sua programação, o participante utiliza o comando “*repita x vezes*” com a informação 360 , que fará o personagem repetir 360 vezes os comandos que estão inseridos nele, quais sejam: o comando *mova*, que movimenta uma determinada quantidade, estabelecida pelo resultado da expressão $(2 * \pi * \text{raio}) / 360$, dependendo do valor atribuído ao *raio*; e o comando *gire um grau*, que rotaciona o personagem um grau a cada deslocamento realizado no sentido anti-horário.

Na estratégia criada, a partir do projeto de ação do “*Participante V*”, o raciocínio elaborado visa definir um perímetro de uma circunferência vinculado a um raio dado. Com o valor do perímetro definido é realizado a divisão desse valor por 360, cujo quociente será a medida de cada um dos 360 segmentos do polígono regular que será construído, como

aproximação, para representar a circunferência. Além disso, para cada movimento que o personagem realiza para construir o lado do polígono regular, o comando *gire 1 grau*, na estrutura do comando *repita*, faz o personagem repetir 360 vezes esse movimento, que ao final resultará num polígono de 360 lados.

Os conhecimentos mobilizados e produzidos em Matemática nesse processo, como procuramos destacar anteriormente, são engendrados pela prática de programação do participante protagonista. O aspecto mediador dessa prática na produção de conhecimento revela a dimensão epistemológica dessa prática, que, em situações que envolvem processos de ensinar e aprender Matemática, evidencia articulações desencadeadas por atividades configuradas por conhecimentos de cibernética. O processamento cibernético corresponde a um grande movimento de retroação que relaciona o ser cibernético por natureza, ser humano, e o ser cibernético por construção, no nosso caso o computador com os softwares (VIEIRA PINTO, 2005).

O computador e o conjunto de softwares são meios para gerar novas informações, resultados pretendidos, produzidos a partir de informações iniciais inseridas, dados de entrada para o processamento cibernético. Essas informações estão associadas aos conhecimentos em Matemática mobilizados pelo participante, bem como os que também possui sobre programação. Ao construir seu projeto de ação com tais conhecimentos, este se concretiza pela programação elaborada e ao executá-la gera novas informações para o participante que serão analisadas de acordo com o projeto inicial.

Esse movimento produz um ciclo do saber que possibilita ao participante compreender ideias que poderiam ainda não estarem bem articuladas ao seu pensamento. A totalidade desse movimento de produção de conhecimento em Matemática mediado por práticas de programação de computadores é representado, como já apontamos na Figura 1, subseção 4.1.3, pelo circuito epistemológico. Tal fato, nos remete a situações de reorganização da atividade intelectual do participante (TIKHOMIROV, 1981), o que, como defendemos, caracteriza o movimento de produção de conhecimento em Matemática.

As informações iniciais são de primeira ordem, que tem origem no ser cibernético por natureza e constituídas pelo seu percurso histórico no trato com as circunstâncias objetivas. Já as novas informações representam as de segunda ordem, geradas pelo ser cibernético por construção ao processar às de primeira ordem. Evidentemente, as informações de segunda ordem também são resultados da ação humana de transformação da realidade, entretanto,

essas se constituem com a mediação de uma máquina de processamento cibernético. Cabe ressaltar, que em todos os momentos do processamento cibernético, as informações produzidas, sejam de primeira ou segunda ordem, são sempre conhecimentos de interesse do ser humano, ao buscar respostas para suas questões (VIEIRA PINTO, 2005b).

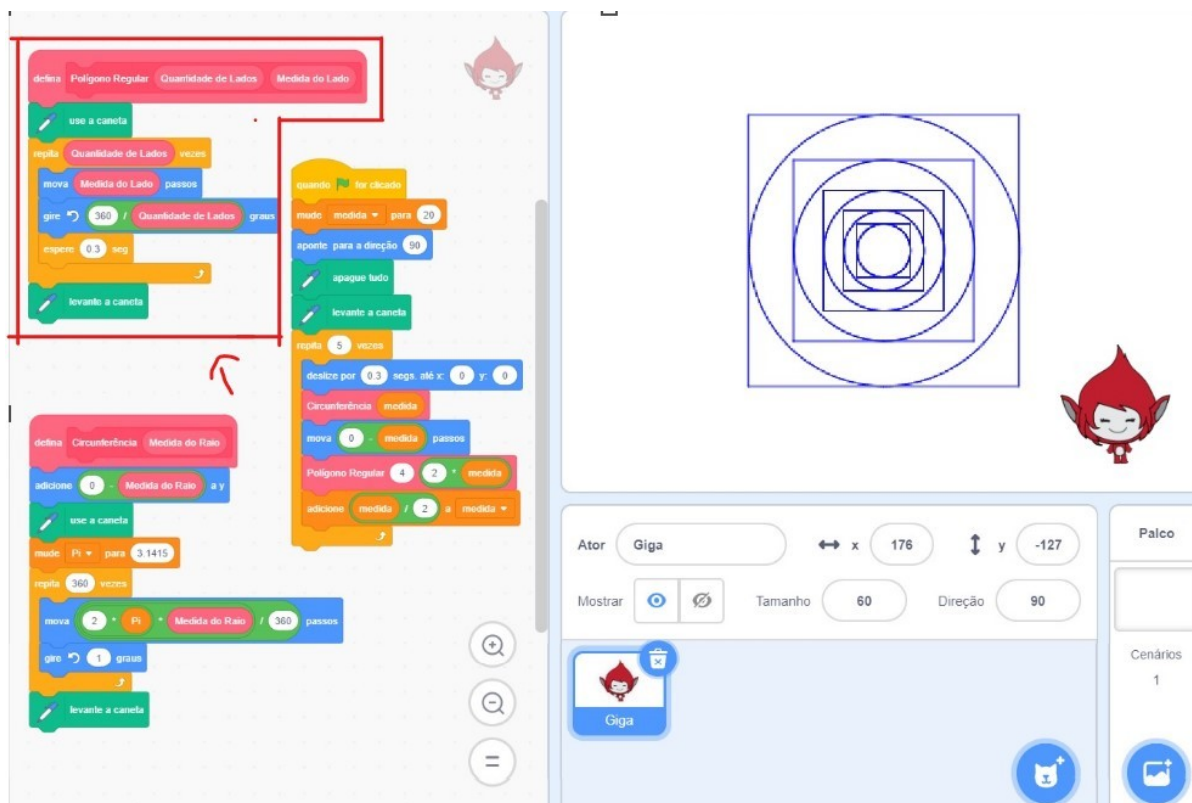
Para encaminhar o fechamento da análise deste momento, salientamos também as estratégias que o “*Participante V*” utilizou para construir circunferências e quadrados concêntricos. A partir do T8, ele descreve os conhecimentos mobilizados para elaborar a sequência de comandos do seu programa para gerar as circunferências e quadrados concêntricos desejados. Neste trecho, ele descreve o seguinte:

O meu ele começa desenhado pelo centro da circunferência. Então eu vou para o centro da tela no (0,0), aí eu desloco o raio e desenha a circunferência. Para desenhar a próxima eu volto para o centro no caso eu escolhi o 0,0, ele desloca o raio, aumenta no caso, e depois desenha novamente. Então eu faço esse movimento. Ele começa pelo centro desloca o raio e desenha (PARTICIPANTE V).

Diante do que o participante protagonista descreveu como estratégia, é possível verificar alguns conhecimentos mobilizados e produzidos na sua prática de programação. Dentre eles, podemos destacar os relacionados às coordenadas cartesianas, quando estabelece o centro de suas construções concêntricas na coordenada $(0,0)$ e, também, quando usa o deslocamento para o ponto que o personagem inicia o desenho das figuras geométricas.

No caso das circunferências concêntricas, o ponto que inicia as construções pode ser representado pela coordenada $(0, -r)$, em que r é a medida do raio das circunferências, cuja medida do raio da menor delas é igual a 20. Esse processo se repete por cinco vezes, sendo que, para gerar a próxima circunferência concêntrica com raio maior, o personagem finaliza a construção da circunferência anterior, retorna para o centro, ponto $(0,0)$, e se desloca para o ponto $(0, -(r + r/2))$, em que $(r + r/2)$ é a medida do raio da circunferência seguinte. Esse é gerado pela circunferência de raio menor, construída imediatamente antes, acrescido da sua metade. A sequência de comandos do programa, elaborado pelo “*Participante V*”, e o resultado gerado pode ser visualizado na Figura 12, a seguir:

Figura 12: Sequência de comandos do programa elaborado pelo “Participante V”



Fonte: Dados da pesquisa.

Com relação aos quadrados gerados junto às cinco circunferências concêntricas, a estratégia para a sequência de comandos, elaborada pela prática de programação do participante protagonista, também produziu conhecimentos associados às coordenadas cartesianas. Assim como as circunferências concêntricas, cinco quadrados concêntricos, circunscritos a cada uma das circunferências, foram gerados também, de acordo com a sequência destacada de vermelho, como é possível verificar na Figura 12, anteriormente.

Para que esse resultado ocorresse, a estratégia do “Participante V” toma como medida do lado do quadrado o dobro da medida do raio da circunferência, que foi construída imediatamente antes, e desloca o personagem a partir do ponto $(0, -r)$, onde termina a construção de cada circunferência, para o ponto de coordenada $(r, -r)$, que representa um dos vértices do quadrado. Desse ponto, o personagem se movimenta com quantidade igual ao dobro do raio na direção vertical e faz um giro de noventa graus, move-se com a mesma quantidade na direção horizontal faz o giro de noventa graus, move-se na mesma quantidade na direção vertical oposta ao já realizado e gira noventa graus e finaliza a desenho do

quadrado retornando ao vértice $(r, -r)$. Essas são as etapas para formar os quatro lados do quadrado. Dessa forma, os pontos em que os quatro vértices dos quadrados se localizam são definidos da seguinte maneira: $(r, -r)$, (r, r) , $(-r, r)$ e $(-r, -r)$, seguindo um movimento anti-horário na construção do quadrado.

O processo de construção elaborado pelo “*Participante V*” é muito próximo da construção realizada pela “*Participante K*” discutido no Evento II do Momento I. Ambos tiveram como ideias e conhecimentos na elaboração de seus raciocínios, para a construção dos polígonos, a relação entre os lados dos polígonos regulares e seus respectivos ângulos externos, em que a divisão de 360 graus pelo número de lados resulta no valor do ângulo externo do polígono regular. Isso possibilita a construção das figuras desejadas, pois o ângulo do giro realizado pelo personagem para esta construção é o do ângulo externo do polígono regular que se deseja construir.

Essa situação nos indica, novamente, a mediação caracterizada pelas ideias e conhecimentos, mediações subjetivas, que condicionam a elaboração do projeto de ação do participante para resolver a situação em que está envolvido. Com isso, finalizamos a análise desse momento e seguimos para o terceiro, e último, momento desta nossa investigação.

6.3 Momento III – Prática de Programação: a problemática emergente da construção de polígonos regulares

Este terceiro momento que analisamos envolveu dois encontros, os quais são referentes à quinta e à sétima semana de realização das ações formativas do projeto de extensão. Além disso, nesse momento também foram destacados dois eventos, que, para nós, colaboraram com elementos significativos, os quais caracterizaram a manifestação do nosso objeto de estudo e contribuíram de maneira considerável para a questão de investigação desta pesquisa. A situação originou desdobramentos de ações da prática de programação de computadores que geraram os dados a partir de situações desenvolvidas por dois participantes protagonistas e teve como intenção desenvolver práticas que tivessem como resultado construções de polígonos regulares e circunferências concêntricas.

O desdobramento da situação em questão emergiu de possibilidades problematizadas da atividade proposta que já tivemos oportunidade de analisar no Momento II. No entanto, o que realizamos no terceiro momento partiu de uma discussão em que os protagonistas, sendo

um deles o estudante de licenciatura em Matemática bolsista do projeto, apontaram caminhos distintos para contemplar, na situação proposta, um procedimento que ainda não havia sido considerado por nenhum dos participantes no respectivo encontro. Decidimos considerar as ações realizadas pelo bolsista do projeto, mesmo, a princípio, não tendo sido configurado como sujeito desta pesquisa. Nossa justificativa para tal decisão, estabelece-se diante das características dos sujeitos participantes da pesquisa, professores e licenciandos de Matemática. Isso permite que o bolsista possa ser considerado, visto que é estudante do curso de licenciatura em Matemática. Ademais, compreendemos que a situação analisada neste momento, emergiu de forma espontânea e não foi planejada por nós, equipe de execução do projeto.

No Momento II, a situação trabalhada envolveu apenas a construção de uma sequência de comandos para o programa gerar uma quantidade de um determinado polígono regular de maneira concêntrica. O problema levantado e que avaliamos no Momento III envolveu a construção de uma sequência de comandos para o programa gerar uma quantidade de polígonos regulares concêntricos quaisquer a partir das seguintes informações de entrada: quantidade de lados; medida do lado; e quantidade de polígonos. No Quadro 7, a seguir, destacamos as falas do “*Participante V*” e do “*Bolsista*” que ocorreram no quinto encontro, que refletem a problemática emergente que motivou as estratégias e práticas de programação de computadores que foram evidenciadas nos Eventos I e II deste momento.

Quadro 7: Falas que iniciaram a emergência da situação problemática

Trecho	Sujeito	Fala	Comentários
1	<i>Participante V</i>	<i>Eu tava pensando agora, teria que ter um pouquinho mais. Mas eu acho que para fazer para qualquer polígono concêntrico teria que usar trigonometria teria que usar seno para deslocar para baixo e cosseno com metade da medida do lado para deslocar para esquerda. Aí a partir daí a gente já tem a coordenada do ponto aí a gente consegue desenhar qualquer um. Aí só vai aumentando a medida do lado e ele muda as coordenadas e consegue desenhar. Tá? Eu vou pensar com calma, depois e vou tentar fazer. Mas acho que dá pra fazer com seno e cosseno daí ele desloca e chega na coordenada, aí ele começa desenhar a partir dessa coordenada. Em função do lado. Porque se usar o seno e desloca para baixo com triângulo desenhado em baixo e se usar o cosseno ele vai deslocar na direita. Aí faz para qualquer um. Fiz um rabisco aqui</i>	Nesse instante, o participante protagonista aponta a situação que pode ser melhor trabalhada a partir das estratégias de programação que foram criadas diante da problemática anterior. E se compromete a realizar o que foi pensado, desenvolvendo outras estratégias e práticas.

		<i>no papel eu acho que dá certo.</i>	
2	<i>Participante V</i>	<i>É porque na pergunta ele pedia para fazer com polígono ou circunferência. Aí eu comecei fazendo a circunferência aí eu fiz o quadrado circunscrito, só que eu não percebi que para qualquer figura daria esse problema na hora. Aí eu parei e ficou a circunferência e o quadrado circunscrito. Mas é interessante. Teria que usar trigonometria.</i>	Novamente aqui, o participante ressalta que não havia percebido que a situação proposta poderia envolver a construção de uma sequência de comandos para um programa que pudesse gerar a problemática evidenciada.
4	<i>Bolsista</i>	<i>Tava pensando aqui também como a gente poderia fazer essa parte de todos os polígonos. Dessa forma que a gente tá tentando construir, não que seja impossível, deve ter algum jeito que nem foi comentado. Só que eu achei complicado utilizando a função. Agora tô pensando num jeito construindo os polígonos de outra forma. Então ao invés da gente usar o comprimento e o lado, a gente faz a circunferência e a gente utiliza os vértices do polígono. Porque todo polígono regular pode ser inscrito na circunferência. E a gente tem opção de gravar a coordenada onde o nosso ator tá. Então a gente grava o autor [coordenada] do primeiro e do segundo da posição que ele tá, aí a gente faz o traçado do lado e aí a gente inverte, né? a gente passa primeiro para o segundo, o segundo para o terceiro vértice, o terceiro para o quarto e vai fazendo. Então aí é só aumentar o tamanho da circunferência.</i>	Nesse instante, ocorre a manifestação do estudante bolsista que também propôs uma outra estratégia para que pudesse contemplar a situação problemática que foi evidenciada.

Fonte: Dados da pesquisa.

Podemos perceber, com base no exposto nas falas contidas no Quadro 7, o desencadeamento de um processo inspirador nos protagonistas com a situação que não foi contemplada a partir das construções relatadas pelos participantes. Na verdade, a inspiração se deu por uma provocação nossa, equipe organizadora do projeto, depois que os participantes realizaram seus relatos sobre as suas práticas de programação da atividade proposta para o quinto encontro, que envolveu a construção de uma sequência de polígonos regulares concêntricos. Após os relatos, fizemos algumas inferências, no sentido de problematizar as criações alcançadas por eles. Em uma parte do T2 do quadro 7, o “*Participante V*” diz que não havia percebido a problemática e, ao notá-la, isso revelou uma perspectiva interessante sobre ela. O estudante, bolsista do projeto, que, também, participava dos momentos síncronos das ações de formação e contribuía com a condução da dinâmica das discussões das atividades propostas, ficou instigado em desenvolver estratégias para poder solucionar a problemática que emergiu.

Diante disso, provocamos tanto o “*Participante V*” quanto o “*Bolsista*”, sugerindo que elaborassem práticas de programação de computadores para criar um programa para contemplar a problemática ressaltada, o qual possibilite a construção de sequências de polígonos regulares concêntricos, inserindo como informação de entrada: a quantidade de lados do polígono; a quantidade de polígonos da sequência; e a medida do lado do polígono regular que inicia a sequência. Após elaborarem a criação da sequência de comandos para o programa em questão, foi pedido a eles para compartilharem com os demais participantes no ambiente de atividades assíncronas, e que, no próximo encontro, fossem relatadas e explicadas as estratégias utilizadas na criação do programa.

Os dois envolvidos na situação configurada, “*Participante V*” e “*Bolsista*”, mobilizaram-se na elaboração das respectivas práticas de programação. Tão logo finalizada a criação do programa, eles compartilharam com todos e, no sétimo encontro, relataram e explicaram como organizaram as ideias das respectivas criações. Na sequência, apresentamos as estratégias e práticas de programação de computadores realizadas pelo estudante de licenciatura, “*Bolsista*”, compiladas nas suas falas no Quadro 8, a seguir. Essa etapa de análise do Momento III, na qual nos concentramos nos dados do estudante de licenciatura, foi denominada Evento I.

6.3.1 Evento I: Resolução da situação problemática pelo “Bolsista”

Para começar nossa análise, diante do recorte que realizamos dos dados produzidos para esta investigação, é necessário que façamos antes a descrição das circunstâncias objetivas que, na nossa compreensão – diante da concepção metodológica adotada nesta pesquisa – são determinantes para localizar as ações do indivíduo dentro de uma dimensão de totalidade em que o protagonista deste evento está inserido.

O protagonista foi bolsista do projeto de extensão que organizamos para a realização da produção de dados desta pesquisa. Como pré-requisito para a escolha do estudante para compor a equipe do projeto, o critério adotado foi estar matriculado no curso de Licenciatura em Matemática da Unesp, campus Rio Claro. Como discente do respectivo curso, a partir de conversas para conhecer suas disponibilidades e conhecimentos para participar do projeto, ele nos relatou que as únicas experiências com práticas de programação de computadores

ocorreram em disciplinas cursadas na licenciatura. O estudante não havia realizado disciplinas de estágio, tão pouco tinha tido alguma experiência profissional como professor de Matemática em escolas. Cabe destacar que as atividades do bolsista no projeto consistiram em auxiliar na organização do espaço virtual assíncrono, preparar materiais de orientação para os participantes tanto com relação as plataformas que utilizamos quanto para as atividades de prática de programação de computadores que foram propostas durante a realização do projeto e contribuir na condução dos encontros síncronos. O protagonista também participou de alguns encontros, de maneira virtual, com um grupo liderado pela docente orientadora desta pesquisa, o qual faziam parte seus respectivos orientandos e colaboradoras. Nesse espaço, eram realizadas discussões teóricas de referenciais que faziam parte das pesquisas que estavam em andamento. Além disso, discutíamos possibilidades de atividades para produção de dados, inclusive as que elaboramos para esta investigação.

Nossa exploração dos dados, referente a este evento, teve início no instante em que o “*Bolsista*” se interessa em produzir uma solução para problemática, pois tal fato emergente revelou aspectos de um processo dialético, o qual opera a partir de elementos contraditórios que mobilizam o ser humano a se empenhar na superação das contradições com que se depara. Isso é possível de ser observado quando na fala do T3, contido no Quadro 7, o “*Bolsista*” se mostra motivado em propor uma solução para a situação contraditória contida na problemática emergente, como mostra o seguinte excerto:

Tava pensando aqui também como a gente poderia fazer essa parte de todos os polígonos. Dessa forma que a gente tá tentando construir, não que seja impossível, deve ter algum jeito que nem foi comentado. Só que eu achei complicado utilizando a função. Agora tô pensando num jeito construindo os polígonos de outra forma. Então ao invés da gente usar o comprimento e o lado, a gente faz a circunferência e a gente utiliza os vértices do polígono (BOLSISTA).

Nesse excerto, verificamos que o estudante procura uma solução que possa ser mais simples a partir do que ele possui de conhecimento em Matemática, pois entende que ao utilizar o conhecimento de função a solução pode se tornar mais complexa. A contradição identificada com a condição de ter que usar conhecimentos de função para resolver o problema constitui a finalidade do “*Bolsista*” e o conduz na formulação de um projeto, no sentido de Viera Pinto (2005a), de solução para a situação problemática. A faculdade de projetar permite “[...] a percepção mental das possibilidades de conexões entre as coisas”

(VIEIRA PINTO, 2005a, p. 55) que engendra a solução de um determinado problema que envolve o ser humano, enquanto processo consciente de transformação da realidade.

De acordo com Vieira Pinto (2005b), a capacidade projetiva humana compõe os processos do pensamento cibernético, visto que, para o filósofo, a projeção já estabelece o início da prática de programação, dado que, mentalmente, algumas ações já estão sendo consideradas como possibilidades para a criação de uma solução que supere a problemática emergente. A esse respeito, podemos observar no excerto, a seguir, ainda no T3 do Quadro 7, algumas estratégias que são consideradas pelo “*Bolsista*” para solucionar o problema.

Porque todo polígono regular pode ser inscrito na circunferência. E a gente tem opção de gravar a coordenada onde o nosso ator tá. Então, a gente grava o ator [a coordenada do personagem] do primeiro e do segundo da posição que ele tá, aí a gente faz o traçado do lado e aí a gente inverte, né? A gente passa primeiro para o segundo, o segundo para o terceiro vértice, o terceiro para o quarto e vai fazendo. Então aí é só aumentar o tamanho da circunferência (BOLSISTA).

Podemos verificar no excerto o projeto que o “*Bolsista*” já começa criar, a partir dos conhecimentos, tanto em Matemática quanto da prática de programação, os quais contribuem para que ele possa projetar a solução da problemática envolvida. O projeto estabelecido pelo protagonista é condicionado pelas circunstâncias objetivas que compõem a realidade a qual ele está inserido, como: os conhecimentos em Matemática que possui enquanto estudante de licenciatura em Matemática e os que envolvem prática de programação de computadores, por exemplo, constituídos também no curso de licenciatura e participando das atividades do projeto de extensão, o qual foi integrante da equipe executora.

Os conhecimentos associados à prática de programação, segundo as ideias de Tikhomirov (1981), inserem-se como possibilidades de reorganização das atividades intelectuais condicionadas pela mediação do computador e software. Isso evidencia a participação da ciência cibernética na produção de conhecimento em Matemática quando os conhecimentos e máquinas, que surgem a partir do advento dessa ciência, participam como meios que possibilitam reorganizar as dimensões cognitivas do pensamento.

Para Tikhomirov (1981), a presença do computador na ação de resolução de uma determinada tarefa ou problema permite transformar a atividade intelectual humana, de maneira que o pensamento, que é construído com a participação do computador, é condicionado por processos criativos que envolvem situações que ainda precisam ser

formalizadas, ou melhor programadas, para que possam ser executadas pela máquina. Podemos perceber essa situação nas estratégias relatadas pelo “*Bolsista*”, conforme T3 do Quadro 7, quando descreve algumas das instruções para que o projeto elaborado em pensamento seja implementado a partir da prática de programação de computadores.

O psicólogo russo considera que a atividade intelectual pode ser alterada com a mediação do computador, pois com esse meio “[...] torna possível revelar e desenvolver o componente intuitivo do pensamento e a cadeia de geração de hipóteses”, uma vez que, segundo o autor, possibilita a ocorrência de “[...] mudanças nos processos intelectuais de uma pessoa resolvendo complexos problemas em conjunto com o computador” (TIKHOMIROV, 1981, p. 12). Diante dessa consideração, identificamos que o “*Bolsista*” opera e desenvolve seu pensamento com componentes indutivos e dedutivos à medida que projeta uma possível solução para situação problemática por meio da prática de programação de computadores.

No T3 do Quadro 7, observamos operações indutivas e dedutivas geradas pelo seu pensamento a partir do seu projeto para resolver a situação problemática, dentre os quais destacamos a ideia de divisão do círculo em partes iguais, de modo que cada marcação dessa divisão vai representar um vértice do polígono. A ideia busca gerar coordenadas que serão armazenadas em uma lista criada e depois serão utilizadas para traçar os segmentos que representarão os lados do polígono. Isso aponta para aspectos epistemológicos de dedução e indução do “*Bolsista*”, que elabora todo esse processo de solução que vai orientar a sua ação, que, segundo (VIEIRA PINTO, 2005a), consiste numa percepção mental, a qual configura e, também, caracteriza sua faculdade de projetar a ação de resolução da situação problemática.

Para o autor, a ação “[...] depende da capacidade abstrativa, que conduz a criar a imagem reflexa das propriedades dos corpos e fenômenos objetivos, e do poder de ligar uma imagem a outra, dando lugar a uma terceira” (VIEIRA PINTO, 2005a, p. 55). A essa terceira, de qualidade diferente e original, corresponde o projeto, que reflete a busca pela solução das contradições existentes na relação do ser humano com a realidade. No caso que estamos analisando, refere-se ao projeto elaborado pelo “*Bolsista*” para produzir uma solução que atenda e supere a contradição da situação problemática desencadeada.

Com o seu projeto constituído, como apontado no parágrafo anterior, o Quadro 8, a seguir, descreve como se deu a sua concretização, fato que ocorreu no sétimo encontro das ações formativas do projeto de extensão. No referido quadro, organizamos as falas de maneira um pouco diferente da forma que foram realizadas nos momentos anteriores, visto que nos

anteriores a dinâmica se constituiu de forma mais dialógica, configurada a partir de discussões originadas com as explicações dos protagonistas sobre as estratégias utilizadas na realização das atividades propostas e planejadas para os encontros.

No caso deste evento, as práticas que analisamos, a partir dos dados produzidos, emergiu de uma situação, não planejada por nós, mas gerada diante de uma problemática levantada no quinto encontro e desenvolvida apenas pelos protagonistas dos respectivos eventos. Fato esse, que condicionou o relato deles no sétimo encontro e que gerou, como consequência, uma fala extensa para descrever as estratégias utilizadas como solução da problemática. Assim, para organizar a análise do relato e das explicações realizadas pelos protagonistas, dividimos o relato da fala do protagonista em partes, representada por trechos do Quadro 8, e inserimos, em algumas delas, comentários pontuais para esclarecer situações que, em determinada parte da fala, na nossa percepção, ficaram implícitas, fato que poderia dificultar o entendimento do leitor.

Quadro 8: Evento I do Momento III: Solucionando a problemática emergente

Trecho	Sujeito	Partes da fala	Comentários
1	Bolsista	<i>Vou dar um play [iniciar a execução do programa] na programação para ver como é que ficou né? Aqui o comprimento é o comprimento do lado do polígono. Vou colocar 20. Número de lados, vou fazer com pentágono, vou colocar 5 e aí quantos polígonos concêntricos vou querer desenhar, vou colocar 3 aqui que vai repetir três vezes. Aí ele faz ele marca os pontos depois ele liga, aí ele vai fazer a mesma coisa só que agora é um pouco maior. Marca os pontos e ele liga, depois ele faz mesma coisa só que maior.</i>	Neste trecho, o protagonista explica, de maneira geral, quais informações de entrada são necessárias para execução e descreve como esta se dá na construção dos polígonos concêntricos.
2	Bolsista	<i>Aí qual que é a ideia? Aqui no começo é como se fosse um preâmbulo né? Eu fui zerando tudo aqui [informações de início do programa] para não dar problema lá no final, já apaguei tudo né para começar. Apaguei tudo os itens da lista [referentes a uma sequência de pares ordenados que representam os vértices dos polígonos regulares] também, levantei a caneta e ele foi para o (0,0), que é onde ele começa.</i>	Nesta parte, ele explica a organização do início da sequência de comandos da sua programação, as variáveis que foram utilizadas o ponto que inicia a construção dos polígonos concêntricos.
3	Bolsista	<i>Aqui começa as perguntas: mude o comprimento para a resposta; porque eu perguntei o comprimento e eu quero guardar esse comprimento aqui [variável criada para guardar informações de entrada]. No caso que a gente já fez lá na outra aula, eu acho que a gente tinha perguntado, aqui a gente guarda o valor, daí a gente perguntar outra coisa a gente guarda esse valor então essa resposta aqui não entra. Então eu tenho duas coisas aqui: o valor do comprimento e o valor do número de lados. E aqui eu não guardei o valor porque não vou utilizar nenhuma pergunta mais, então eu posso colocar aqui a resposta</i>	Aqui, o bolsista explica sobre as informações necessárias que serão inseridas como entrada para a execução da sequência de comandos elaborada. Nesse caso, são necessárias três informações de entrada: quantidade de lados do

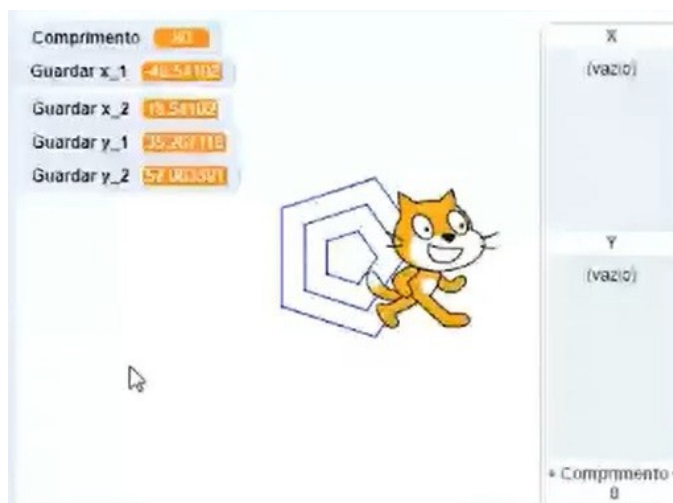
		<i>direto. Aqui entra a parte do guardar aonde estará aqueles pontos.</i>	polígono; comprimento do lado do polígono; e quantos polígonos serão construídos.
4	Bolsista	<i>Então o que ele faz? Ele vai para o (0,0) aí eu mudo o valor do comprimento [informação de entrada]. Então começa aqui no centro e ando o comprimento que eu coloco. Então eu coloquei 20, então ele vem nesse ponto aqui [ponto do plano cartesiano que inicia a marcação dos vértices do polígono], aí eu uso a caneta e aí ele marca, aí eu levanto de novo [a caneta], divido o 360 pelo seu número de lados, isso aqui é da ideia de que todo polígono regular ele pode ser inscrito na circunferência, então basta dividir pelo número de lados, vou ter a quantidade [medida do ângulo externo do polígono]. Ele [o personagem do software que executa o programa] vai precisar girar pra eu achar onde vai estar esse ponto [próximo ponto, vértice do polígono]. Então aí eu mudo o x_2 para “posição x” [comando que define a posição do personagem no plano] e y_2 na “posição y” [a mudança de variável é para guardar as coordenadas x_2 e y_2 nas listas X e Y criadas, que serão usadas depois]. Isso aqui vai identificar aonde que tá o meu ator [personagem que representa a execução do programa].</i>	Neste trecho, ele explica as estratégias e conhecimentos em Matemática utilizados na elaboração do programa.
5	Bolsista	<i>Aí que eu faço? Eu criei uma lista né? Então duas listas: uma para a coordenada X e a outra para a coordenada Y e guarda esses dois valores e volto para o (0,0) [o personagem marca o ponto, volta para a origem do plano faz um giro, desloca 20 e marca o próximo ponto]. Então ele vai repetir daqui o número de lados vezes, no caso que eu coloquei cinco, que é um pentágono, então ele repete esse processo cinco vezes. Eu vou marcar os pontos.</i>	Aqui, o estudante explica que o personagem, o qual gera a construção de acordo com os comandos, marca cada ponto que será utilizado como vértice dos polígonos regulares.
6	Bolsista	<i>Agora que eu vou fazer? Levanto e vou para algum lugar aqui só para eu ver onde está esses pontos, essa parte que é onde eu vejo os pontos e repito isso aqui. Essa outra parte aqui é o (número de lados menos um). Vou explicar porque desse menos um aqui. Quando faço essa parte aqui guardar $x=0$ e $y=0$, eu trouxe aqui para zero e adiciona minha variável. Que essa minha variável? Essa minha variável que começa no um, por quê? É um número da lista e à lista começa sempre no um, aqui vai começar do um, dois, três essa lista começa sempre do um.</i>	Nesse trecho, o protagonista explica como as coordenadas, que correspondem aos os pontos marcados no plano, são organizadas na lista criada para guardá-las. A lista é usada em seguida, como informação para o personagem se deslocar para as coordenadas da lista, o que vai gerar os lados do polígono que está em construção.
7	Bolsista	<i>Então eu vou para onde? No primeiro item da lista X e o primeiro item da lista Y, então vai ser o primeiro valor daqui e o primeiro valor daqui. Por isso que eu coloquei aqui um “vá para” [comando sequência], então ele vai para essa posição. Aqui é como se fosse o primeiro item da lista X e primeiro item da lista Y e usa caneta. Aí adiciona um em minhas variáveis que é um, então agora é dois. Aí eu vou para o item dois da minha lista do x e vou para o item dois da minha lista do y e aí eu vou para essa casa aqui e levanta a caneta.</i>	Aqui, o estudante explica a estratégia usada para deslocar o personagem e traçar os lados do polígono. O programa seleciona os valores das listas X e Y, em sequência, para formar os pares ordenados para

			os quais o personagem vai se deslocar.
8	Bolsista	<i>Que essa parte aqui faz? Ele sai do primeiro aqui aparece aqui e foi para o segundo, que é esse aqui. Então ele ficou essa parte aqui, fez esse lado e levanta a caneta e faço a mesma coisa. Ah..., mas por que que você colocou esse -1 aqui? Então ele vai fazer esse aqui só quatro vezes no caso, né? E aí eu vou marcar um, dois, três e quatro. Então vai faltar essa parte aqui. Essa parte aqui eu não coloquei, não dá cinco vezes porque a minha lista começa do 1 então eu tenho um dois três, quatro, cinco posições só, só que aqui tem um, dois, três, quatro e cinco, só que eu vou aí fazer isso aqui quantas vezes? Eu vou para 1,2,3,4,5, só que do cinco eu volto para o primeiro. Então o que que eu fiz, eu fiz para ele riscar o item minha variável, que essa minha variável que é um e a caneta já tava lá no último, que é o cinco quando ele sai. Então ele risca do último que ele saiu aqui do loop e risca até o primeiro, aí eu já apago todos os itens da lista adiciono 20 ao comprimento e repita todo o processo desde de lá de cima.</i>	O estudante explica, nesse trecho, que o personagem vai traçar o lado do polígono ligando a coordenada (x1, y1) com a (x2, y2), esta com a (x3, y3) e para finaliza na coordenada (x5, y5). No entanto, para fechar o polígono é necessário ligar a coordenada (x5, y5) com a (x1, y1), situação que ocorre fora do laço construído para traçar os lados anteriores.
9	Bolsista	<i>Assim, não sei se deu para entender, mas se alguém ficou confuso aí alguma coisa aí eu posso repetir também.</i>	Esse trecho, é finalizado a apresentação da construção que o estudante realizou.

Fonte: Elaborado pelo autor.

No Quadro 8, resgatamos a fala do protagonista deste evento, a qual representa um relato da prática de programação de computadores que realizou. Para poder visualizar o que foi relatado, as imagens, Figura 13, 14 e 15, a seguir, mostram parte do processo de construção descrito nos trechos do referido quadro.

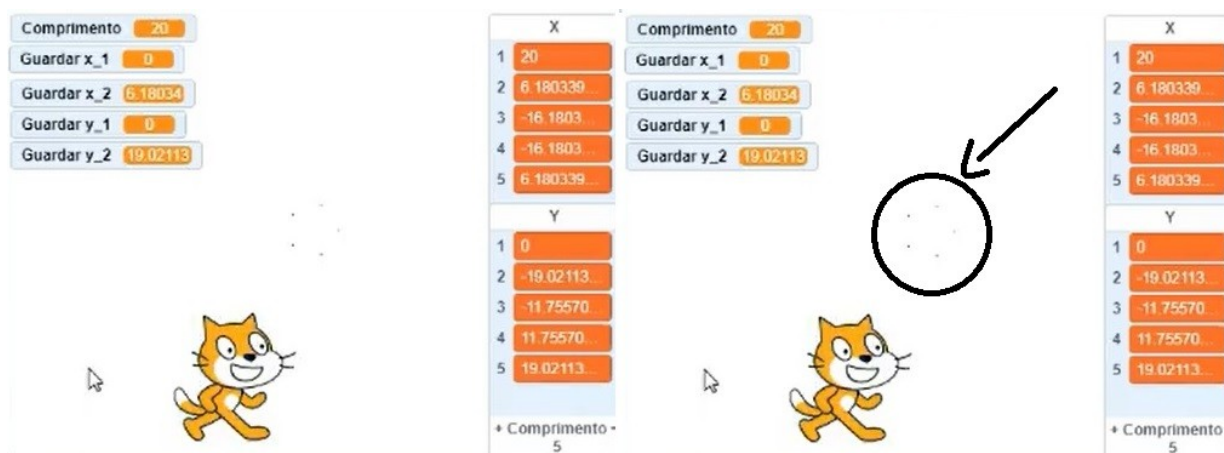
Figura 13: Resultado da execução do programa realizado pelo “Bolsista”



Fonte: Dados da pesquisa.

A Figura 13, gerada a partir dos dados produzidos para a pesquisa, refere-se ao resultado da prática de programação realizada pelo estudante, bolsista do projeto, e que foram relatadas no Quadro 8. Nessa figura, verifica-se a construção de três pentágonos regulares concêntricos, criados a partir das estratégias utilizadas pelo protagonista do evento. Nas figuras 14 e 15 seguintes, é possível identificar as estratégias relatadas.

Figura 14: Marcação dos pontos dos vértices pentágono



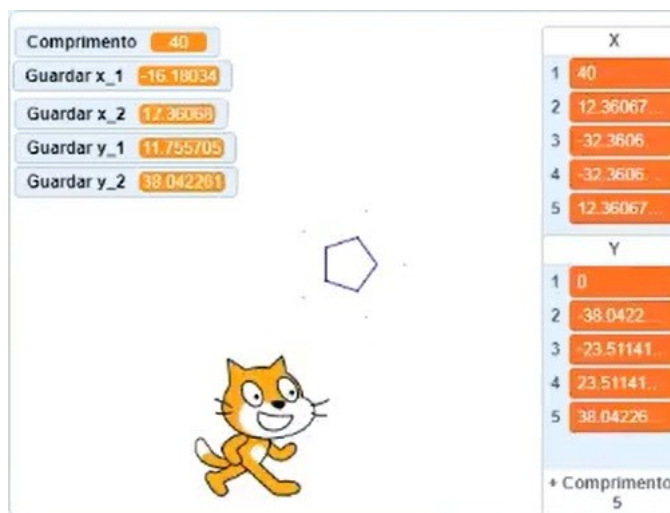
Fonte: Dados da pesquisa.

Na situação representada pela Figura 14, temos a construção dos pontos que vão definir os vértices do primeiro polígono regular a ser construído da sequência de três polígonos concêntricos. Como relatado no T4 e no T5, a execução da sequência de comandos do programa inicia pela marcação desses pontos, cuja estratégia consiste em partir da coordenada $(0, 0)$, depois o personagem vai para a coordenada $(20, 0)$ e marca o primeiro ponto, que na lista é representado pelo par $(X1, Y1)$. Feito isso, o personagem retorna para a coordenada $(0, 0)$, faz um giro no sentido horário igual a medida do ângulo externo do polígono, que é igual a 360 dividido pelo número de lados do polígono, nesse caso cinco, que resulta em 72 graus. Após o giro, o personagem vai se deslocar novamente a quantidade 20 e marcar o ponto que é representado na lista como $(X2, Y2)$. O processo vai se repetir até a marcação do último ponto que dá origem à coordenada $(X5, Y5)$ da lista, como podemos observar na Figura 15, que mostra a marcação dos cinco pontos que descrevemos.

A marcação dos pontos representa os vértices do polígono regular que será construído, cujo conhecimento matemático para estratégia considerada foi pautado na divisão da circunferência em arcos iguais ao realizar a operação 360 dividido por cinco. A próxima etapa da construção é traçar os segmentos que ligam os pontos para formar os lados do polígono regular em construção. Para isso, o “Bolsista” utiliza as informações guardadas nas listas X e Y criadas, que correspondem às coordenadas dos pontos.

Para traçar o segmento, o personagem que representa a execução do programa vai se deslocar da coordenada $(X1, Y1)$ para a coordenada $(X2, Y2)$, sendo que $X1$ e $X2$ são os valores que estão na primeira e segunda linha da lista X, respectivamente, o mesmo para os valores de $Y1$ e $Y2$ com relação a lista Y, conforme Figura 15. Assim, também, serão traçados os outros lados do polígono, com o deslocamento do personagem da coordenada $(X2, Y2)$ para a $(X3, Y3)$, até voltar a coordenada. Esse processo é o que vai gerar todos os lados do polígono regular, como podemos observar na Figura 15, a seguir:

Figura 15: Construção do pentágono pelo “Bolsista”



Fonte: Dados da pesquisa.

A prática relatada revelou processos de pensamentos cujos elementos condicionantes podem ser compreendidos pelos aspectos epistemológicos dialéticos associadas ao raciocínio cibernético. Três dessas categorias que podemos apontar e que evidenciam de maneira objetiva os processos lógicos do raciocínio realizado pelo “*Bolsista*” é a de mediação, finalidade e retroação.

O pensamento é condicionado por operações que são dirigidas a partir de finalidades e engendram a constituição do projeto que se pretende concretizar, pelos meios disponíveis para o desenrolar dos atos pensados (VIEIRA PINTO, 2005b). Para que o projeto seja construído e executado, dois aspectos epistemológicos são fundamentais: as mediações subjetivas e objetivas. A mediação subjetiva é “[...] representada pelas ideias e o conhecimento que propiciam validamente o projeto, ainda na esfera mental, de realização de determinada finalidade” (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 154); já a objetiva é representada pelos instrumentos ou máquinas já confeccionados, reunindo em si a transposição, para a realidade física do projeto, das ideias logicamente articuladas (VIEIRA PINTO, 2005b).

As categorias finalidade e mediação possibilitam refletir o processo dialético do pensamento elaborado pelo “*Bolsista*” condicionado pelos aspectos epistemológicos da cibernética. Nas falas presentes no Quadro 8 identificamos estratégias que refletem esse processo dialético, quando observamos as ações realizadas na sua prática de programação de

computadores, que resultaram na construção da sequência de comandos que resolveu, para ele, a problemática emergente.

Nos trechos do Quadro 8 as falas do “*Bolsista*” descreve as ideias que se constituíram no projeto – percepção mental da solução do problema. Os conhecimentos associados à marcação dos pontos a partir da divisão das circunferências em arcos congruentes já estavam presentes no projeto, o qual pode ser conferido no Quadro 7 e no Quadro 8, por exemplo no T4, em que ele diz “*aqui é da ideia de que todo polígono regular ele pode ser inscrito na circunferência*” (BOLSISTA). Isso reflete a mediação subjetiva indicado por Vieira Pinto (2005b), ao condicionar a constituição do projeto às ideias e conhecimentos que o validam de acordo com a finalidade determinada para ele.

As mediações objetivas configuram as estratégias de programação de computadores utilizadas durante o processo de elaboração do programa, fato que modifica ou reorganiza a atividade intelectual do “*Bolsista*”, como indicado por Tikhomirov (1981). Para o psicólogo russo, a elaboração de uma solução para um determinado problema junto ao computador modifica a estrutura da atividade intelectual do ser humano. O computador também é compreendido como meio na perspectiva do autor. No entanto, é importante considerar que “o computador cria apenas a possibilidade para a atividade humana adquirir uma estrutura mais complexa” (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 13).

Com o que foi considerado, diante das ideias de Vieira Pinto (2005b) para discutir o pensamento cibernético, na dimensão dialética por meio das categorias finalidade e mediação, e correlacionando com o que Tikhomirov (1981) aponta em relação a reorganização da atividade intelectual humana mediada pelo uso do computador, é possível identificar que as elaborações dos autores contribuem para explicar as atitudes tomadas pelo “*Bolsista*” na sua prática de programação de computadores. Para mostrar de maneira mais objetiva tais contribuições vamos analisar o T4 do Quadro 8, em que o protagonista descreve algumas das estratégias e conhecimentos utilizados na elaboração do programa.

Então o que ele faz? Ele vai para o (0,0) aí eu mudo o valor do comprimento [informação de entrada]. Então começa aqui no centro e ando o comprimento que eu coloco. Então eu coloquei 20, então ele vem nesse ponto aqui [ponto do plano cartesiano vértice do polígono que inicia a marcação dos vértices], aí eu uso a caneta e aí ele marca, aí eu levanto de novo [a caneta], divido o 360 pelo seu número de lado, isso aqui é da ideia de que todo polígono regular ele pode ser inscrito na circunferência, então basta dividir pelo número de lados, vou ter a quantidade [medida do ângulo externo do polígono]. Ele [o personagem do software que executa o programa] vai precisar girar pra eu achar onde vai estar

esse ponto [próximo ponto a ser marcado]. Então aí eu mudo o x_2 para “posição x” [comando que define a posição do personagem no plano] e y_2 na “posição y” [a mudança de variável é para guardar as coordenadas x_2 e y_2 nas listas X e Y criadas, que serão usadas depois]. Isso aqui vai identificar aonde que tá o meu ator (BOLSISTA).

Podemos verificar que as ideias, mediações subjetivas, surgidas no projeto elaborado para resolver a situação problemática, percepção mental do “Bolsista”, estão presentes na configuração dos atos de construção do programa. O conhecimento que reflete o procedimento de divisão do comprimento da circunferência pela quantidade de lados do polígono regular que se deseja construir, visa gerar arcos congruentes para a marcação dos pontos utilizados como vértices. Tal conhecimento utilizado havia sido considerado no projeto, no instante que o “Bolsista” se viu instigado em resolver a problemática emergente. Isso pode ser verificado no T4 do Quadro 7, “Então, ao invés da gente usar o comprimento e o lado, a gente faz a circunferência e a gente utiliza os vértices do polígono. Porque todo polígono regular pode ser inscrito na circunferência” (BOLSISTA).

A projeção e concretização da solução da problemática realizada pelo protagonista deste evento por meio de prática de programação de computadores, como bem mostramos nos Quadros 7 e 8, estão ligadas pelo processo que se constitui num engendramento lógico dialético que se caracteriza a partir das categorias finalidade e mediação, como já mencionamos. A finalidade correspondente à constituição do projeto que mobilizará as ideias e conhecimentos necessários para a percepção intelectual da solução do problema. Por outro lado, e, ao mesmo tempo, as ideias e conhecimentos respondem pelas mediações subjetivas que validam o projeto de solução, que, por conseguinte, é materializada pelas mediações objetivas (computador) que aferem concretude formal às mediações subjetivas e que retornaram para o pensamento do “Bolsista”, como confirmação ou refutação do projeto elaborado.

O movimento dialético, representado pelo processo citado, caracteriza o que Vieira Pinto (1969, 2005) define como circuito epistemológico ou circuito do saber. Para o autor, com o advento dos conhecimentos e máquinas associadas à ciência cibernética foi possível estabelecer de forma mais concreta tal circuito. No entanto, o filósofo ressalta que o circuito mencionado não é exclusivo da capacidade racional humana, mas que no ser humano se apresenta de maneira autoconsciente, fato que se constitui pela sua evolução biológica,

caracterizado por saltos qualitativos de transformação da matéria viva que deram origem à espécie humana.

A autoconsciência é sintetizada nas atitudes humanas, pois refletem a maneira consciente que sabe, porque sabe e como sabe, ou seja, toma consciência da sua racionalidade (VIEIRA PINTO, 1969). A constituição da racionalidade humana, segundo o filósofo, possui como essência o processo circular, dialético, que corresponde a uma sucessão recíproca de interpenetração de dois semicírculos desse processo, a saber: o indutivo e o dedutivo.

De acordo com o autor, o caráter dialético do pensamento se dá no correlacionamento dos dois semicírculos que se completam e são contraditórios ao mesmo tempo. O circuito epistemológico se configura na unidade dialética dos semicírculos, em que a indução, corresponde à recepção que produz a ideia a partir da experiência que se encerra na atitude de generalização, e a dedução corresponde à operação, a qual identifica a particularidade a partir da ideia universal (VIEIRA PINTO, 1969).

Nesse circuito epistemológico, a máquina cibernética é incorporada à racionalidade humana, como mecanismo de retroalimentação para melhor compreender a realidade, de maneira que se constitui em um processo de retroação, para que as informações da realidade retornem ao ser humano como confirmação do seu pensamento ou para contrastar suas ideias. O retorno das informações permite concluir o circuito epistemológico diante da finalidade que deu origem a ele, ou produzir um novo giro no circuito. O processamento cibernético faz retornar ao ser humano informações do seu interesse, condicionadas por informações anteriores, as quais engendram o giro de circulação do saber, constituído pela unidade do ser cibernético por natureza e pelo ser cibernético por construção.

O circuito epistemológico condicionado pelo pensamento cibernético, permitiu-nos avaliar as possibilidades desencadeadas, a partir de práticas de programação de computadores, diante de um processo de mobilização e produção de conhecimento em Matemática. Com o que foi revelado pelas práticas de programação do “*Bolsista*”, é possível verificar a realização desse circuito, considerando toda a sua ação de resolução da problemática emergente. A ação se inicia no projeto que construiu para uma determinada finalidade, que envolveu as mediações subjetivas, ideias e conhecimento, e que foi finalizada com concretização do projeto, na elaboração de uma sequência de comandos para um programa que possibilitou validar o projeto.

O circuito que descrevemos está representado no esquema que elaboramos, Figura 1 da subseção 4.1.3, o qual possibilita a expressão, de forma mais sintética, da totalidade do movimento dialético do pensamento, condicionado pelo processo cibernético constituído entre o ser cibernético por natureza e o ser cibernético por construção. O movimento dialético do pensamento do “Bolsista”, caracterizado pelo circuito epistemológico, é constituído pelos seguintes elementos principais da atividade intelectual: a finalidade da ação do “Bolsista”; as mediações subjetivas e objetivas; e a criação do projeto para resolver a situação problemática.

Convém explicar que o esquema que elaboramos – imagem em formato de círculo para representar o circuito – tem a função de sinalizar que não existe um ponto inicial para que esse movimento aconteça, visto que na lógica dialética os processos ocorrem de maneira simultânea. Isso quer dizer, por exemplo, que mediações subjetivas ocorrem ao mesmo tempo que as mediações objetivas ou que essas últimas disparam aquelas e vice-versa.

Diante dos dados produzidos, configurados aqui a partir do relato apresentado pelo “*Bolsista*” e de imagens do resultado das suas práticas de programação, não foi possível constatar outros giros no circuito epistemológico. No entanto, podemos inferir que no processo de construção do programa, simulações devem ter ocorrido como forma de verificar as informações de primeira ordem que foram utilizadas para iniciar o giro do saber e que geraram outros giros.

O engendramento desses giros se estabelece por processos retroativos produzidos pelo processamento cibernético. Os giros dão origem a novas informações que podem ter sido validadas ou refutadas. Isso, de acordo com a nossa orientação sobre o caráter do conhecimento, o qual corresponde à apropriação da realidade, concretiza o processo de mobilização e produção de conhecimento em Matemática, visto que as práticas de programação de computadores viabilizaram articulações com ideias e conhecimentos em matemática, que configuram novas possibilidades de conhecimentos mediados por tais práticas. A seguir, discutimos as práticas realizadas pelo “*Participante V*” que foram caracterizadas como Evento II.

6.3.2 Evento II: Resolução da situação problemática pelo “*Participante V*”

Neste evento, o protagonista é o mesmo que realizou as práticas de programação que analisamos no Momento II, ou seja, o "*Participante V*". Como já relatamos no Evento I deste Momento III, a fala do protagonista foi separada em partes, as quais estão representadas pelos trechos contidos no Quadro 9.

Cabe ressaltar, como o participante, protagonista deste evento, já foi caracterizado no Momento II, entendemos que não há necessidade de trazer novamente, para este momento, as circunstâncias objetivas que envolvem tal participante. Apenas, queremos reforçar, a respeito do "*Participante V*", diante das interações realizadas nos encontros síncronos e pelos questionários respondidos, que este mostrou possuir um certo domínio de conhecimentos e habilidades em práticas de programação de computadores em relação ao que foi apresentado por outros participantes nas ações formativas do projeto de extensão que realizamos, cenário de produção de dados desta pesquisa.

Dito isso, começamos por analisar, assim como realizado no Evento I deste momento com o protagonista "*Bolsista*", a fala do "*Participante V*" que ocorreu no quinto encontro, T1 e T2 do Quadro 7, a qual nos permite compreender como o protagonista se envolveu com a situação problemática desencadeada. Com finalidade de retomarmos o ocorrido, lembramos que a situação emergente do referido encontro ocorreu mediante desdobramentos originados de uma proposta de atividade planejada envolvendo práticas de programação de computadores. Para essa proposta, o objetivo foi elaborar um programa em que a sequência de comandos pudesse resultar em polígonos regulares concêntricos.

A partir da proposta, contradições surgiram com relação à construção de uma sequência de comandos que pudesse gerar qualquer sequência de polígonos concêntricos, a partir de informações de entrada específicas. O aspecto geral que se desejava atingir se referia à elaboração de uma sequência de comandos que conseguisse produzir quaisquer polígonos regulares concêntricos, a partir, apenas, de informações de entrada a respeito da quantidade de lados, medida do lado e a quantidade de polígonos concêntricos a serem desenhados.

Diante da situação problemática emergente, o "*Participante V*" se viu motivado a encontrar uma solução para contemplar as condições configuradas pela problemática. Fato esse que pode ser observado no excerto do T1 do Quadro 9, em que ele diz: "[...] eu acho que para fazer para qualquer polígono concêntrico teria que usar trigonometria, teria que usar seno para deslocar para baixo e cosseno com metade da medida do lado para deslocar para esquerda"(PARTICIPANTE V).

O interesse gerado no “*Participante V*” produz, no mesmo instante, um projeto de solução – percepção mental da solução da situação problemática – o qual mobiliza ideias e conhecimentos que se configuram como mediações subjetivas. Essas mediações condicionam a ação para a realização da concretização do projeto, que se efetiva a partir dos meios objetivos disponíveis, no nosso caso, por meio da prática de programação de computadores produzida pelo “*Participante V*”, que correspondem às mediações objetivas.

A capacidade de projeção do ser humano diante de contradições com a realidade representa a complexidade do seu processo de pensamento que condiciona a ação humana na superação de contradições com o meio. Isso, para Vieira Pinto (2005b), revela a natureza cibernética do ser humano, pois sua ação é movida pelas informações captadas da realidade, que são processadas pelo pensamento e depois retornadas como ação de transformação dessa mesma realidade. O projeto que o protagonista deste evento elaborou evidencia esse movimento cibernético do ser humano, visto que todo o pensamento realizado na elaboração do projeto, descritos nos T1 e T2 do Quadro 9, está condicionado pelo interesse do “*Participante V*”, o qual dá origem à finalidade da ação que se deseja realizar e que resulta na projeção de uma possível solução para a situação problemática.

A relação que se estabelece entre o ser cibernético por natureza e o ser cibernético por construção, no nosso caso o computador a partir da prática de programação de computadores realizada, mostra que na constituição do projeto de ação já existem movimentos de produção de conhecimentos. Esse movimento epistemológico é engendrado na configuração das possibilidades de solução da situação problemática que são conjecturadas pelo “*Participante V*”, descritas no T1 do Quadro 7.

Na fala desse trecho, ele aponta uma solução com a utilização de conhecimentos de trigonometria e conjectura – por meio desses conhecimentos – que é possível elaborar uma sequência de comandos para um programa que construa sequências de polígonos regulares quaisquer. A conjectura apontada na sua fala é, ao final de sua exposição, reforçada pela ação do “*Participante V*” de representar o raciocínio elaborado por meio de um rascunho em um papel.

Essa ação corresponde à produção e confirmação de informações de primeira ordem para serem utilizadas na elaboração do programa e que dão origem ao circuito epistemológico, representado pelo esquema da Figura 1, subseção 4.1.3, do pensamento configurado pelos aspectos epistemológicos da mediação cibernética. O circuito constituído

diante das motivações do participante é completado a partir das ações de materialização da solução da problemática, as quais consistem na prática de programação de computadores realizada pelo “*Participante V*”, que correspondem às mediações objetivas do circuito. Práticas essas que estão descritas a partir das falas contidas no Quadro 9, a seguir.

Quadro 9: Resolução da situação problemática pelo “*Participante V*”

Trecho	Sujeito	Partes da fala	Comentários
1	<i>Participante V</i>	<i>O meu programa é esse aqui. Eu vou executar ele primeiro tá? Vou executar na página. Ele é parecido, né? ele pergunta a quantidade de lados, né? Então eu vou colocar 5 também, vou confirmar e ele já vai desenhar. Porque o tamanho do lado do primeiro polígono já é pré-definido, depois ele dá um implemento e ele aumenta, né?, o tamanho. Então ele faz o primeiro, já faz segundo, terceiro e vai fazer quatro aí ele termina. Por exemplo, se eu pedir, aí eu não lembro o número, mas até uma certa quantidade ele vai fazer o mesmo tamanho, agora se eu aumentar muito para caber na tela ele já diminui o tamanho, né? Quer vê? Acho que é 16 lados, ele já vai diminuir o tamanho do lado. Ele faz menor o lado para poder caber na tela. Ele vai fazer quatro vezes. Ele fez os lados menores porque se fizesse com o mesmo tamanho do original não caberia na tela, então ele deu uma diminuída.</i>	Aqui, o participante explica, de forma sucinta, como se dá a execução do programa que elaborou e aponta algumas características do programa, como o caso de já ser pré-definida a medida do lado do polígono regular que será construído, bem como o fato desta medida ser menor, a depender da quantidade de lados do polígono a ser construído.
2	<i>Participante V</i>	<i>Aí para fazer eu pensei assim, deixa eu mostrar um esquema [Figura 17] e fica mais fácil. Então, para desenhar eu percebi que esses polígonos, eles são sempre simétricos, não vou conseguir desenhar simétricos. Então, por exemplo, o eixo ele tá aqui, né? [Figura 17] o quadrado e no caso pentágono o eixo de simetria tá aqui, né? Então sempre vai ter essa simetria nos polígonos. Então, o que eu pensei? Ele vai começar nesse centro aqui [Figura 17], esse aqui é um centro. Ele vai ter que descer até chegar nesse ponto aqui, essa descida aqui vai ser baseado nessa medida aqui [ver Figura 17] tô desenhando um triângulo aqui, vai ter que ser baseado nessa cor azul que eu vou fazer aqui, meio lado. Então eu vou usar o cosseno de meio lado, pego essa medida aqui meio e eu vou descer até nessa coordenada aqui, que é a coordenada y, porque a coordenada x é 0, né? Porque se eu levar em consideração que ele é simétrico o x sempre vai ser zero. Então, só vou ter que determinar coordenadas y pra descer, eu vou usar o cosseno.</i>	Nessa parte, ele inicia a explicação das suas ideias para elaborar o programa, ressaltando os conhecimentos envolvidos na sua prática de programação, dentre os quais, podemos destacar: eixo de simetria do polígono e trigonometria. Para realizar essa explicação, o participante compartilha a tela do seu computador e faz um desenho (Figura 17), com o uso de um software, a fim de mostrar quais conhecimentos estão sendo utilizados para a solução da situação problemática.
3	<i>Participante V</i>	<i>Aí para começar a desenhar eu vou precisar de um ângulo, né?, esse ângulo aqui [Figura 17]. Esse ângulo aqui também é fácil de calcular, por quê?</i>	Aqui, o participante descreve alguns cálculos a serem realizados. Ele

		<p>Porque a gente pega de 180 desconta o ângulo interno e divide por dois, aí eu já tenho essa medida desse ângulo laranja aqui. Aí eu já sei para onde ele vai, no caso é o primeiro lado. Aí eu ando a medida do primeiro lado que já foi determinado, já sei a medida dos ângulos internos eu vou desenhando. Aí para desenhar o próximo eu repito o procedimento, volto para a origem aí eu desço uma medida y com um incremento, aumento um pouquinho aqui, e repita toda o procedimento. Aqui a mesma coisa, né? Aqui eu vou precisar descer o valor y do mesmo jeito que eu descer aqui, né? Baseado nesse outro lado aqui, uso o cosseno aí depois eu calculo esse ângulo aqui e repito todo o procedimento.</p>	<p>explica como é definida a medida do ângulo para iniciar o giro para traçar o lado do polígono e o que será utilizado para calcular o cosseno que definirá a distância do centro do polígono até o vértice localizado no eixo das ordenadas.</p>
4	Participante V	<p>Aí o programa fica assim, né? O programa ficou assim. Para desenhar o polígono essa aqui é a função que desenha. Eu preciso dar a quantidade de lados pra determinar o polígono e preciso dar uma medida. Quem determina a medida do lado é o próprio programa. Ele vai variar para desenhar os polígonos e para o caso do polígono de muitos lados, para ele, automaticamente, já diminuir para caber na tela. Então aqui a primeira linha ele já calcula aquela medida do ângulo que tem que começar, o ângulo que tem que inclinar pra desenhar o polígono, que é o 180 menos o ângulo interno dividido por 2. Nessa segunda linha, ele já tá calculando a coordenada (x, y), x é zero porque ele é simétrico pra estar sempre no zero e o y é a medida, usando o cosseno de meio lado, quer dizer, em função do lado, mas eu vou pegar meio lado no caso daquele triângulo [Figura 17].</p>	<p>Nesse trecho, o participante descreve a sequência do programa que construiu e explica como os comandos foram utilizados para realizar os cálculos necessários para encontrar a medida do ângulo e os valores da coordenada que o personagem iniciará para traçar o primeiro lado do polígono.</p>
5	Participante V	<p>Aí vai usar caneta e agora essa parte, a parte que ele desenha propriamente dito o polígono. Ele tem a medida da quantidade de lados para repetir e desenhar o lado. Ele vai mover ele vai fazer o deslocamento do ângulo interno aqui, na verdade eu acho que é o ângulo externo que ele vai deslocar ali, ele vai dar uma paradinha só pra gente enxergar que está desenhando depois ele repete, depois levante a caneta para poder mudar a posição.</p>	<p>Aqui, ele descreve os comandos para traçar os lados e a medida do ângulo necessário para realizar o giro que condiciona a construção de todos os lados do polígono. A medida desse giro é igual à do ângulo externo do polígono.</p>
6	Participante V	<p>E essa parte aqui é para perguntar, fazer a primeira pergunta, e apagar tudo para poder começar. Ele define a medida do lado para 50. Não é o usuário, que nem o dele [Bolsista] que pergunta. Aqui, no caso já é pré definida que é 50. Agora se o lado, se o polígono for maior que 15 lados ele já muda a medida do lado para 25 para poder caber na tela. Então, por exemplo, se pedir para desenhar um polígono de 20, 30 ele vai desenhar com a medida do lado igual a 25, porque se for 50 não cabe na tela. Aqui já começa a desenhar o polígono. Ele vai desenhar e vai dar um incremento, só que se o polígono também for muito grande o incremento</p>	<p>Nessa parte, o protagonista evidencia alguns aspectos do seu programa que são diferentes do que foi realizado pelo Bolsista. Dois deles são: a definição, no programa, da medida do lado do primeiro polígono regular a ser construído; e, também, da quantidade de polígonos que serão</p>

		<i>também é menor. A medida do distanciamento. Ai ele desenha tudo, aponta e depois ele volta.</i>	construídos.
--	--	--	--------------

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Quadro 9 contém a fala do “*Participante V*” que descreve e explica os conhecimentos envolvidos e a organização do raciocínio a partir da sequência de comandos do programa que elaborou. No referido quadro, a fala foi dividida em trechos para melhor destacar a prática de programação realizada, bem como os conhecimentos mobilizados e produzidos nesse processo.

No T1, é possível verificarmos aspectos que indicam a mobilização e produção de conhecimento em Matemática condicionado pelo raciocínio utilizado pelo protagonista na sua prática de programação. Nesse trecho, o participante indica que adotou na sua prática de programação eventos condicionais para a sua execução, a fim de adequar a medida do lado dos polígonos regulares da sequência concêntrica em função da quantidade de lados do polígono escolhido para a sequência. Podemos observar essa condição no seguinte excerto desse trecho, quando o “*Participante V*” diz:

Por exemplo, se eu pedir, ai eu não lembro o número, mas até uma certa quantidade [de lados] ele vai fazer o mesmo tamanho [medida do lado], agora se eu aumentar muito para caber na tela ele já diminui o tamanho, né? Quer vê? Acho que são 16 lados, ele já vai diminuir o tamanho do lado. Ele faz menor o lado para poder caber na tela. Ele vai fazer quatro vezes. Ele fez os lados menores porque se fizesse com o mesmo tamanho do original não caberia na tela, então ele deu uma diminuída (PARTICIPANTE V).

No trecho destacado, o protagonista do evento revela a formulação de um raciocínio, materializado no programa elaborado, que permitiu avaliar as informações de entrada (primeira ordem) e, a partir delas, definir a medida do lado do polígono regular que iniciará a sequência de polígonos regulares concêntricos em função da quantidade de lados do polígono regular a ser construído. O raciocínio do protagonista se constitui diante das mediações objetivas, no caso o ambiente de programação Scratch, que se mostraram limitadas para a construção da sequência que desejava. Isso, de acordo com as ideias de Vieira Pinto (2005b), representa a configuração do pensamento condicionada pelas mediações objetivas na materialização do projeto de solução da situação problemática, considerando o software como elemento mediador da relação de mediação.

O conhecimento produzido se estabelece por meio do ciclo, configurado pelo protagonista, ao projetar a ação de solução do problema condicionado pelas ideias e conhecimentos (mediações subjetivas) e na materialização do seu projeto, limitado pelo software utilizado (mediações objetivas). Esse movimento reflete o circuito epistemológico do pensamento do protagonista do evento, cuja dinâmica é estabelecida por processos retroativos indutivos e dedutivos que alimentam o circuito, no sentido de gerar novas informações que darão início a outro giro no ciclo de produção do conhecimento. Esse movimento circular do pensamento é reflexo da sua organização lógica que é conduzida por um processo dialético, a qual se estabelece diante da condição de superação das contradições que se colocam na ação de solução da situação problemática.

No caso caracterizado pelo excerto anterior, os conhecimentos constituídos se referem aos eventos condicionais estabelecidos na sua prática de programação de computadores na construção da sequência de polígonos regulares concêntricos. Os condicionais correspondem às informações inseridas no programa, as quais relacionam a medida do lado do polígono que iniciará a sequência em função da quantidade de lados do polígono regular a ser construído. O “*Participante V*” articula as ideias com conhecimentos de matemática que permitem que, na execução do programa, seja possível avaliar a quantidade de lados do polígono que será construído e definir qual será a medida do lado do primeiro polígono da sequência.

Os conhecimentos em matemática, nesse caso, envolvem relações de desigualdade entre quantidades, em que é avaliado se o número de lados do polígono regular, informação de entrada, é maior que 15. Essa informação é o condicional que permite que dois casos sejam avaliados, em que cada uma remete a uma forma de construção da sequência de polígonos distinta, quais sejam: o caso no qual a informação de entrada pertence ao conjunto da condição estabelecida, isso implica, na construção, a diminuição de uma certa quantidade na medida do lado do primeiro polígono; no outro caso, ou seja, a quantidade de lados for igual ou menor que 15, a medida do lado do primeiro polígono regular da sequência concêntrica permanece como está definido no programa.

Isso nos permite analisar que o processo dedutivo se manifesta diante do movimento que parte do universal, ideias e conhecimentos gerais de matemática apropriados pelo protagonista e que possibilita a conclusão de situação particular, a concretização do programa construído por ele. Ao mesmo tempo, há um movimento indutivo, em que a elaboração das ideias e conhecimentos também se constituem a partir das situações particulares que se

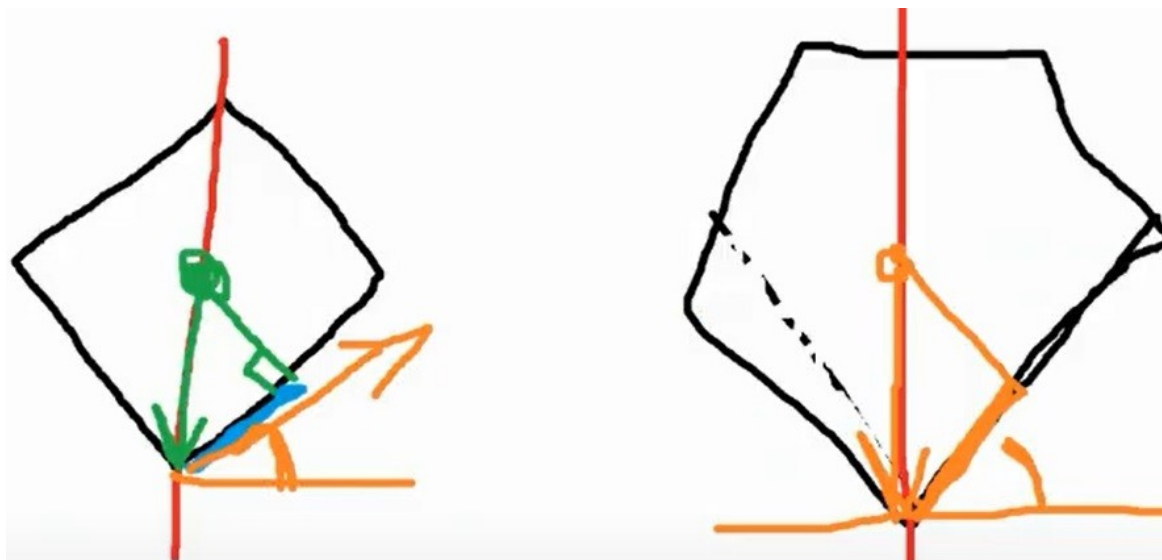
realizam na elaboração da sequência de comandos do programa. O movimento indutivo-dedutivo do circuito epistemológico (Figura 1, pag. 73) que se estabelece no pensamento é estimulado a partir de informações geradas pelo “*Participantes V*”, as de primeira ordem, e pela máquina cibernética, as de segunda ordem.

A máquina cibernética, no nosso caso computador e software, segundo Vieira Pinto (2005b), corresponde a uma peça que se intercala no circuito do conhecimento humano, o qual, a partir dessa intercalação, dá origem ao processamento cibernético que potencializa a geração de informações de segunda ordem. Isso significa, de acordo com o autor, que “quando entregamos ao computador uma quantidade de dados para processar, no sentido de que lhe programamos o funcionamento, os dados são informações anteriormente obtidas de uma forma ou de outra” (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 127).

O filósofo brasileiro quando se refere à condição da máquina cibernética na participação do processo de conhecimento humano, enquanto peça que se intercala, indica que essa condição da máquina representa a expressão da constituição cultural do ser humano. Esse entendimento é relevante, segundo o autor, diante da percepção que é gerada em relação a uma certa autonomia da máquina, de modo que essa seja a responsável pelas técnicas que por ela são operadas. Isso escamoteia o verdadeiro responsável pela criação das técnicas que as máquinas cibernéticas executam, a saber, o ser humano. A evidência desse fato precisa sempre estar colocada no processo de produção de conhecimento, visto que resulta do conhecimento historicamente constituído pela produção da existência do ser humano.

No trecho seguinte, T2, o participante protagonista apresenta sua explicação sobre raciocínio elaborado a partir dos conhecimentos matemáticos articulados com sua prática de programação. As ideias e conhecimentos, mediações subjetivas, que configuraram a concretização da sequência de comandos do programa construído, envolveram as noções de simetria dos polígonos regulares e de trigonometria no triângulo retângulo. A Figura 16, a seguir, é uma representação realizada pelo “*Participante V*”, como forma de melhor explicar como os conhecimentos em matemática foram mobilizados e produzidos na elaboração do programa.

Figura 16: Desenho elaborado pelo “Participante V” para explicar os conhecimentos utilizados na prática de programação realizada



Fonte: Dados da pesquisa.

Podemos notar, ao observar a Figura 16, que o protagonista esboçou dois polígonos supostamente regulares, um quadrado e um pentágono, em que o segmento laranja que corta cada um dos polígonos representa o eixo de simetria. Nesse eixo, está localizado o centro do polígono regular de onde é traçado um segmento perpendicular com o ponto médio de um dos lados do polígono, o que gera um triângulo retângulo, cujos lados se estabelecem por meio desse segmento perpendicular ao lado, pelo segmento que liga o centro do polígono a um de seus vértices e pela metade do lado do polígono. Por meio desse triângulo retângulo, foram formuladas as razões trigonométricas, dentre elas a de cosseno, que foi utilizada na sequência de comandos do programa para a construção da sequência de polígonos regulares concêntricos.

A razão cosseno serviu para que fosse possível calcular a medida do segmento que representa a hipotenusa do triângulo retângulo, gerada a partir do eixo de simetria, em função da metade da medida do lado polígono a ser construído. Tal medida, na construção da sequência de polígonos concêntricos, possibilita que, partindo do centro do polígono, ela seja a distância a ser deslocada para iniciar a construção dos lados do polígono regular.

Para calcular a medida desse segmento, também é necessária a medida do ângulo que define a razão cosseno que está sendo considerada, ângulo esse que é calculado tomando a metade da medida do ângulo interno do polígono. Esse ângulo é formado pelos segmentos de

reta que são o eixo de simetria do polígono regular e um de seus lados. Como o eixo de simetria é bissetriz do ângulo interno do polígono, logo temos que o ângulo formado representa a metade do ângulo interno do respectivo polígono regular.

Todas essas ideias e conhecimentos que participam da formulação do pensamento do “*Participante V*” se inserem de maneira articulada com sua prática de programação de computadores, mobilizadas pelo circuito epistemológico gerado para solucionar a problemática envolvida. Nesse ciclo de produção de conhecimento, os processos indutivos e dedutivos se opõem e se completam ao mesmo tempo, visto que as ideias e conhecimentos, enquanto informações de primeira ordem, representam o polo universal da operação dedutiva que se materializa nas representações geradas a partir da singularização refletida na sequência de comandos do programa elaborado. As representações geradas pelo programa, informações de segunda ordem, caracterizam o polo particular da operação indutiva que responde pela mobilização de outras ideias e conhecimentos na construção da solução do problema. Esse movimento dá origem a novos ciclos de produção de conhecimento e são refletidos em outras estratégias de elaboração da sequência de comandos do programa.

É importante ressaltar que o circuito epistemológico que estamos apontando no processo de construção de conhecimentos em Matemática mediado pela prática de programação de computadores não é exclusividade de situações condicionadas pelas realizações da ciência cibernética. Para Vieira Pinto (2005), a construção de conhecimento pelo pensamento do ser humano, desde seu processo de hominização, é engendrado pela lógica que naturalmente se estabelece nos processos da natureza, a saber, a dialética. O ser humano, enquanto parte da natureza, também é condicionado pelas leis que a organizam. Logo, o circuito epistemológico, como um processo dialético de pensamento representa as elaborações de conhecimento pelo ser humano muito antes das máquinas cibernéticas fazerem parte das suas circunstâncias objetivas.

O que ocorre, agora, com a presença das máquinas processadoras de informações é um aumento na velocidade desse processamento realizado pelas máquinas, cujo resultado do processamento retorna ao ser humano, processos retroativos, possibilitando a ele modificar suas ações de transformação da realidade de maneira mais rápida. A nova condição proporcionada pelas máquinas cibernéticas, segundo Tikhomirov (1981), reorganiza a atividade intelectual do ser humano, possibilitando que ele possa se concentrar em outros aspectos de criação do raciocínio a ser elaborado na solução de uma determinada situação

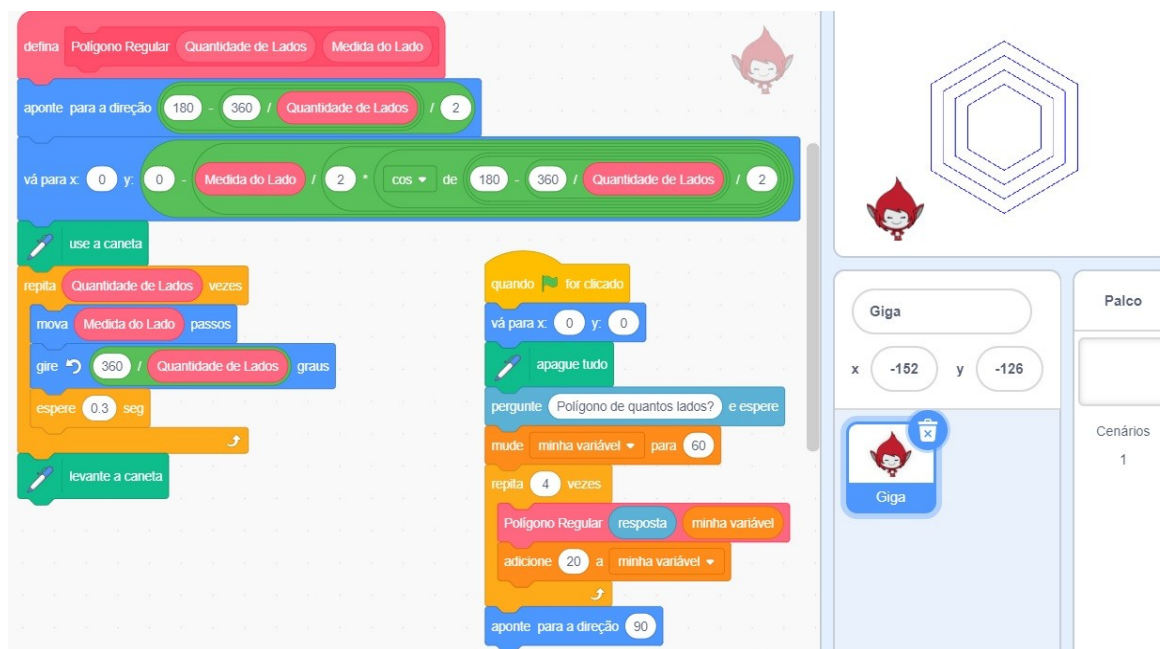
problemática. A criação das máquinas cibernéticas pela ação humana possibilitou a transformação de certos processos intelectuais em rotinas que podem ser reproduzidas de maneira mecânica, ou seja, em algoritmo, que “na melhor das hipóteses, surge como produto da atividade criativa humana” (TIKHOMIROV, 1981, p.7).

Para o psicólogo russo, a ferramenta produzida pela ação humana, ao transformar a realidade, representa o mais importante componente da sua atividade. Ao criá-la como resultado da transformação da realidade diante da necessidade de produção da sua existência, a ferramenta não é apenas inserida na atividade do ser humano, mas, para além disso, ela transforma a sua atividade. No nosso caso, podemos considerar o computador e os softwares como ferramentas criadas pelo ser humano e que ao participarem da sua atividade, transformam-na, de forma que sua ação, condicionada por tais ferramentas, “implica uma combinação de ativação e adaptação dos processos criativos do ser humano” (TIKHOMIROV, 1981, p. 270, tradução nossa).

A modificação da atividade intelectual humana condicionada pelas máquinas cibernéticas significa um passo adiante naquilo que Vieira Pinto (2005) indica como processo de hominização do ser humano. Isso quer dizer que o ser humano produz a si mesmo, diante da necessidade de produzir a sua existência, movido pelas contradições que são colocadas entre ele o meio. Nesse sentido, as máquinas cibernéticas materializam a evolução da racionalidade do ser humano e incorporam técnicas criadas por ele, de modo que suas ações são intercaladas a partir das técnicas, que antes eram realizadas pelo próprio ser humano e que passaram a ser executadas por máquinas, como é o caso das operações realizadas por computadores/software.

No caso que analisamos, do “*Participante V*”, identificamos as considerações que apontamos ao perceber que uma parte da execução das ideias do participante são realizadas pelo software. Isso pode ser observado na Figura 17, a seguir, em que a sequência de comandos do seu programa incorpora a formalização dos processos de pensamento que elaborou para solucionar a situação problemática, como já descrevemos anteriormente.

Figura 17: Sequência de comandos elaborada pelo “Participante V”



Fonte: Dados da pesquisa.

O programa elaborado pelo participante está dividido em duas partes: a do lado esquerdo da figura são os comandos para a construção do polígono regular da sequência de polígonos concêntricos; na outra, lado direito, estão os comandos que definem os passos da construção dessa sequência. Os blocos azuis, da parte que está do lado esquerdo, são comandos de movimento do personagem, o qual executa o processo de construção da figura no software. O primeiro deles, refere-se à inclinação, em relação à horizontal, que o personagem precisa estar para iniciar a construção do polígono, a qual é definida por um ângulo cuja medida de zero graus é estabelecida pelo eixo vertical. Os giros no sentido horário, a partir desse eixo, são representados por valores positivos, e no sentido anti-horário por negativos. A medida do ângulo desse giro é igual a medida do ângulo interno dividido por dois, que o “Participante V” calculou com a expressão definida pela metade da diferença entre um giro de 180 graus e a medida do ângulo externo do polígono. Esse resultado representa a medida do ângulo de inclinação que o personagem inicia a construção dos polígonos regulares da sequência.

O comando seguinte, também de movimento, define a coordenada em que o personagem começa a traçar os lados do polígono, que são zero para a abscissa e a medida da

distância do centro do polígono a um de seus vértices para o valor da ordenada. Para calcular o valor da ordenada, o participante utiliza o conhecimento de trigonometria que relatamos, em que divide a medida do lado do polígono pelo dobro do valor do cosseno da medida do ângulo calculado no comando anterior.

Os processos que relatamos correspondem às ideias e conhecimentos em Matemática pensados pelo participante para resolução da situação problemática. Como é possível visualizar na Figura 18 e nos detalhamentos que realizamos, as ideias e conhecimentos foram formalizados para que o software pudesse executar as operações e procedimentos mecânicos da atividade intelectual do participante. A realização dessas operações e procedimentos pelo computador/software, possibilitada por práticas de programação de computadores, indica mudanças nos processos mentais do participante ao transformar/reorganizar sua atividade intelectual, pois atuam como elementos mediadores dessa atividade. A esse respeito, Tikhomirov (1981, p. 12, tradução nossa) afirma que

Ao traduzir os componentes formais da atividade de solução de um problema em forma de uma cadeia mediadora externa, o computador torna possível revelar e desenvolver o componente intuitivo do pensamento e a cadeia de geração de hipóteses, uma vez que a complexidade da tarefa de verificar estas hipóteses frequentemente, por assim dizer, subjuga os componentes intuitivos do pensamento.

De acordo com o psicólogo, a participação do software nas atividades intelectuais do ser humano modifica-as. Isso acontece, a partir da libertação do ser humano da realização de determinadas operações intelectivas e de certos componentes do problema que são formalizados, para que possam ser executados pelo computador que se constitui como elemento mediador na solução do problema. Sem a necessidade de se concentrar nesses componentes, o ser humano direciona seu o foco para outros componentes que também estão envolvidos na solução do problema, como no caso dos associados aos aspectos intuitivos, visto que a atividade condicionada pelo elemento mediador software constitui uma cadeia de outras situações que favorecem a criação de novas hipóteses para solução da problemática.

Cabe ressaltar que as máquinas cibernéticas não possuem exclusividade nesse processo de liberação do ser humano de determinadas atividades, esse processo é resultado da condição humana de ser o animal que produz a sua própria existência. Para tanto, o faz se libertando da realização de determinados esforços físicos e mentais, os quais são transferidos para suas criações, que refletem a capacidade de domínio das leis e fenômenos da natureza

pelo ser humano, condicionadas pelas contradições que se colocam no caminho de “aperfeiçoamento da essência humana” (VIEIRA PINTO, 2005b, p. 239).

A participação do software nas atividades humanas corresponde ao avanço da racionalidade do ser humano, que evidencia a sua condição de ser histórico, que se transforma a si mesmo à medida que produz novas condições para sua existência, diante do acúmulo de conhecimento produzido historicamente. Essa compreensão caracteriza a relação que se estabelece entre o ser humano e suas criações, de maneira a reforçar o aspecto existencial que os objetos criados possuem e que os vinculam a seu criador.

Nesse sentido, o software configura a existência humana, visto que condiciona as ações dos seres humanos na realização de suas atividades intelectuais, por participar dessas atividades numa relação epistemológica que favorece a produção de conhecimentos. Essa relação é movida pelos processos retroativos que a união do ser humano com o software realiza, a qual consiste em uma alça de retorno dos dados processados da realidade, operacionalizados por essa união.

A prática de programação de computadores evidencia a relação epistemológica condicionada por processos retroativos, isso pode ser observado em alguns dos trechos da fala do “*Participante V*”, ao explicar as etapas da sua sequência de comandos do programa que elaborou para resolver a situação problemática em questão. Por exemplo, no T1, tal participante diz: “*Ele [o programa] fez os lados menores porque se fizesse com o mesmo tamanho do original não caberia na tela, então ele deu uma diminuída*” (PARTICIPANTE V). A informação sobre caber ou não na tela que o participante traz nesse trecho mostra que em algum momento da elaboração do seu programa foi verificado que a construção da sequência de polígonos regulares concêntricos não ocorreria da maneira que esperava. O que revela para nós que houve um retorno da informação a partir do processamento realizado pelo software, após a execução do programa e que deu origem à informação de entrada que relaciona a quantidade de lados do polígono com a medida do seu lado.

O apontamento desse aspecto caracteriza, segundo os fundamentos teóricos que estamos nos guiando para essa análise, a relação epistemológica constituída por processos retroativos. De fato, se considerarmos que a ação do protagonista tinha como fim a construção de uma sequência de polígonos regulares concêntricos, nas tentativas de construção, não houve retorno satisfatório a partir do resultado gerado pelo programa elaborado, informação de segunda ordem. O participante modifica o programa de acordo com a retroação,

acrescentando outras informações, novamente de primeira ordem, porém condicionadas pelas de segunda.

A execução realizada pelo software pode ou não resultar na construção esperada, de modo que, esses processos retroativos podem se repetir, condicionando novas ações de modificação do seu programa, até que se alcance o resultado desejado. A relação epistemológica se estabelece na elaboração e reelaboração do programa pelo participante, condicionado pelo retorno de informações proporcionado pelo software, que direcionam suas ações na modificação da sequência de comandos do programa.

Com essa nova composição diante da situação problemática, constituída pelo “*Participante V*”, suas ideias e conhecimentos, e as configurações que se estabelecem diante das ações que envolvem sua prática de programação de computadores, é que, para nós, resultam em produção e mobilização de conhecimento em Matemática. As relações que são criadas nesse ciclo epistemológico constante, possibilitam ao protagonista representar mentalmente as ações a serem realizadas na elaboração de uma sequência de comandos de um programa constitui aquilo que, dialeticamente, pode ser considerado como conhecimento.

Diante do entrosamento das formulações consideradas pelo protagonista com as particularidades correspondentes ao computador/software, é possível outorgar uma legítima elaboração de conhecimento. A possibilidade se revela pela dinâmica da operação cognoscível realizada pelo pensamento do participante, que elabora relações entre suas ideias e conhecimentos, mediações subjetivas, e as ações realizadas e configuradas por meio das práticas de programação de computadores, mediações objetivas.

O conhecimento que se constitui a partir dessas relações é resultado desse processo de entrosamento entre essas mediações, estimulados pelos processos retroativos e por operações indutivas e dedutiva. Tal processo dá origem aos caminhos construídos pelo pensamento na solução da situação problemática, no caso deste evento, uma sequência de comandos para um programa gerar uma sequência de polígonos regulares concêntricos.

A análise que realizamos nesta seção, de acordo com o que foi apresentado nos Momentos I, II e III, representa nosso processo de exploração dos dados produzidos, em que a dimensão empírica desta pesquisa contribuiu para que fosse possível discutir os aspectos epistemológicos que são mobilizados na produção de conhecimento em Matemática condicionado por prática de programação de computadores. Na seção seguinte, finalizamos este trabalho com nossas considerações finais de acordo com apontamentos que sintetizam

conhecimentos gerados a partir desta ação de pesquisa e que se constituíram a fim de produzir argumentos que reflitam o objetivo traçado neste trabalho de investigação.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho de pesquisa que elaboramos se constituiu a partir de uma perspectiva interessada na produção de conhecimento em Matemática articulada e configurada pela prática de programação de computadores e que, de certa forma, contribuem para o debate sobre a formação do professor, tanto os que se relacionam com a formação inicial quanto os da continuada. Nesse enlace, esta investigação tratou de aspectos que colaboram com as discussões da prática docente mediada por recursos tecnológicos digitais, no sentido de uma abordagem configurada por uma visão de realidade crítica, apoiada nos fundamentos do materialismo histórico e dialético (MHD).

Nesse movimento, procuramos construir nossos argumentos a partir de uma perspectiva epistemológica que considera o processo dialético do pensamento, ou seja, que se constitui por meio de contradições. Esse processo é configurado na produção da existência do ser humano, a qual se estabelece de acordo com as formas de organização da vida social, engendrada por meio da estrutura da produção material da sociedade, em que são definidos os determinantes, fins e meios, direcionados para essa produção. Isso compõe a totalidade da realidade, entendida como o conjunto das múltiplas determinações que configuram a produção material da vida social.

Diante disso, guiados pelo nosso objetivo, sintetizado na seguinte questão de investigação: *Como professores e licenciandos produzem conhecimento em Matemática articulado e configurado pela prática de programação de computadores?*, dispensamos esforços de investigação em discutir a produção de conhecimento em Matemática relacionada a situações associadas à prática de programação de computadores. Isso nos permitiu, diante da perspectiva teórica e metodológica adotada nesta pesquisa, abordar os aspectos epistemológicos vinculados ao campo da cibernética, numa visão dialética, inseridos nas ações de produção de conhecimento em Matemática realizadas pelos sujeitos deste trabalho. Estes que foram os participantes das ações formativas, as quais caracterizaram o cenário de investigação que propiciou a nossa produção de dados.

Cabe ressaltar que esta pesquisa foi pautada por uma compreensão que considera a produção de conhecimento numa perspectiva ontológica, cuja concepção se estabelece por meio do processo de constituição da materialidade da realidade configurada pela totalidade do seu movimento histórico e dialético. Nessa perspectiva, nossos argumentos foram

fundamentados diante de referenciais que atentam para o todo do movimento da realidade, cuja dinâmica se estabelece na historicidade dos processos objetivos da produção material da vida social.

Os fundamentos teóricos do nosso trabalho estiveram direcionados para pensar e discutir a função social das tecnologias na constituição da realidade, a partir da sua participação em ações voltadas para os processos de ensinar e aprender Matemática. A tecnologia, segundo nossos referenciais, é considerada como existencial da condição ontológica humana, a qual confere a esse ser a capacidade de transformar a realidade para produzir os meios necessários para sua existência.

Nesse direcionamento, este trabalho trouxe na sua estrutura elementos teóricos para contribuir com uma discussão autêntica das relações de produção de conhecimento em Matemática configuradas pela prática de programação de computadores. Os elementos se pautaram por uma produção de dados a partir da realização de um projeto de extensão que ofereceu ações formativas para professores e licenciandos em Matemática.

As ações tiveram o objetivo de promover situações que permitiram aos participantes discutir atividades envolvendo programação com o software Scratch e conhecimentos em Matemática. As ações contaram com 13 participantes, entre licenciandos e professores, cuja dinâmica de geração de dados foi construída a partir das plataformas digitais *Google Classroom* e *Google Meet*, em que os participantes puderam disponibilizar as atividades realizadas e, também, dialogar sobre o processo de produção. Essa dinâmica foi determinante na configuração e constituição dos dados da pesquisa. A opção por essa dinâmica de produção de dados e utilização dessas plataformas foi condicionada pelas circunstâncias objetivas que estávamos vivenciando na época, ano de 2020, em que ocorreu a emergência sanitária da Covid-19.

O escopo de dados que delimitamos para fins de análise, neste trabalho, restringiu-se aos primeiros encontros, em que as ações de formação estavam voltadas, mais especificamente, para situações de prática de programação de computadores com o software Scratch. Essa escolha se deu por considerarmos que os dados gerados nesses encontros foram mais significativos para avaliar a nossa questão de investigação, pois permitiram conferir mais ênfase nas ações de programação de computadores articuladas com conhecimentos em Matemática. Algo que não ocorreu, de acordo com o que observamos, com as situações envolvendo a construção de circuitos elétricos com o software TinkerCad. De qualquer forma,

não significa que atividades de robótica não possam vir a contribuir na promoção de situações de programação de computadores associadas a conhecimentos em Matemática. Diferentemente disso, o que observamos das ações com robótica é que a preparação das atividades precisa considerar que o tempo depreendido na realização dessas atividades se concentra mais na elaboração do circuito elétrico, fato esse que acaba secundarizando a prática de programação de computadores para a execução do circuito.

Nesse sentido, a avaliação dessa prática fica restrita à análise da construção do circuito elétrico, processo riquíssimo em aspectos epistemológicos, porém, de acordo com os objetivos traçados para esta pesquisa, não colaboraram para a discussão do nosso fenômeno de estudo. Ressaltamos que para pesquisas futuras sobre o tema, torna-se importante que, na preparação de atividades com robótica a serem propostas para a análise, sejam levados em conta os aspectos evidenciados, para que se possa produzir dados mais significativos envolvendo o tema.

A observação que apontamos revela a convergência com nossa perspectiva de pesquisa pautada de acordo com as considerações do MHD, pois nos orienta a compreender nossas ações de investigação a partir de uma consciência crítica sobre a realidade, a qual necessita ser avaliada segundo o todo que a configura. Isso significa que é preciso estarmos sempre atentos às múltiplas determinações que compõem as circunstâncias objetivas das nossas ações, para que consigamos ter uma representação ideal do movimento da realidade cada vez mais próximo do que ela é.

Assim, esta pesquisa deslizou por referenciais teóricos coerentes com essa percepção de mundo. A abordagem que realizamos para uma compreensão crítica sobre tecnologia foi pautada nas considerações da obra Vieira Pinto (2005), pois coaduna com essa percepção. Na nossa avaliação, o filósofo brasileiro discorre sobre aspectos do conceito de tecnologia para sua compreensão autêntica, pois é elaborado diante da apreensão da dinâmica histórica e dialética da sociedade. Essa perspectiva encontra ressonância com os fundamentos teórico-metodológicos desta pesquisa e abasteceu nossos argumentos para a discussão dos aspectos epistemológicos que evidenciamos.

A tecnologia foi tratada como um existencial do ser humano, constituída como um campo do conhecimento que sintetiza e conceitua as técnicas elaboradas pela sociedade na busca pela superação das adversidades que encontra no confronto que estabelece com a natureza na busca pela sobrevivência. Com o avanço cultural da sociedade, no processo

histórico de acumulação de conhecimento, o ser humano se encontra cada vez mais rodeado de suas próprias criações, que o distancia de uma relação direta com a natureza e passa a ocorrer de maneira cada vez mais mediada, resultado da evolução histórica da racionalidade humana. Com as ações humanas, perante a natureza, cada vez mais mediadas, o movimento da realidade é coberto por uma concreticidade parcial, ou, segundo Kosik (1976), uma pseudoconcreticidade. A coisa em si não se mostra ao ser humano à primeira vista, a sua totalidade se esconde nas relações mais imediatas da produção da existência humana.

A nossa discussão foi consubstanciada com uma compreensão histórica e dialética de tecnologia, a qual tratamos considerando a compreensão ontológica de ser humano, pois transforma a natureza como processo de produção da sua existência. A tecnologia entendida como parte existencial do ser humano, cujo pressuposto consiste na transformação da natureza para produzir as condições mais favoráveis ou menos penosas para satisfazer suas necessidades, revela os determinantes sociais que configuram o seu surgimento. Essa condição ontológica da tecnologia é marcada pelas circunstâncias objetivas da sociedade, as quais são produzidas pelas históricas relações de classe, condicionantes dos fins que corporificam o surgimento de outras técnicas.

Tal constatação é relevante para que possamos atentar para as múltiplas determinações que configuram o dimensionamento tecnológico de uma sociedade, tal qual se desdobra em políticas educacionais que definem a implementação de recursos tecnológicos nos espaços escolares e a proposição de estruturas curriculares de formação de professores e estudantes. Diante disso, faz-se necessário que o processo de formação de professores, tanto inicial quanto continuada, permita uma apropriação de conhecimentos que dê condições de avaliar a transformação das circunstâncias objetivas na sua totalidade.

Evidentemente, a pesquisa que realizamos não teve a intenção de abordar todos os conhecimentos necessários para que os professores e licenciandos em Matemática possam agir na realidade de forma a considerarem as suas múltiplas determinações. Por outro ângulo, a colaboração da nossa investigação se insere na dimensão epistemológica que as tecnologias, mais especificamente as digitais, podem mobilizar ao participarem como recursos mediadores do processo de ensinar e aprender Matemática. Nesse viés, este trabalho procurou colaborar com o debate sobre os aspectos epistemológicos associados à prática de programação de computadores, quando articula e configura situações de mobilização e produção de conhecimentos em Matemática.

Consideramos que os elementos teóricos, disponibilizados pelas formulações de Vieira Pinto (2005b) sobre a cibernética na perspectiva dialética, foram substanciais para analisar e discutir os aspectos epistemológicos da prática de programação de computadores dos participantes da nossa pesquisa em situações de mobilização e produção de conhecimentos em Matemática. As considerações tecidas na discussão dos dados apontaram aspectos epistemológicos associados à cibernética, como processos retroativos, informações de primeira e segunda ordem, projeto, finalidade e mediações objetivas e subjetivas.

Os aspectos apontados foram esquematizados neste trabalho de modo a representar um processo de produção de conhecimento denominado circuito epistemológico ou do conhecimento, Figura 1 subseção 4.1.3, pag. 73.

De acordo com as considerações que pontuamos para identificar os aspectos do circuito do conhecimento, foi possível estabelecer conexões com o movimento dialético do pensamento, configurado por processos indutivos e dedutivos, que se completam e se contrapõem ao reorganizar as atividades intelectuais que emergem na produção de conhecimento. Tais processos são constituídos e configurados segundo a mediação que a dinâmica dialética da cibernética nos oferece, fato que permitiu identificar situações de mobilização e de produção de conhecimento em Matemática caracterizados pela prática de programação de computadores.

Para apreendermos as situações de mobilização e produção de conhecimento em Matemática foi realizada a análise de três momentos das ações formativas que desenvolvemos para a produção dos dados. Os momentos permitiram acessar as práticas de programação dos participantes envolvidos e apontar os aspectos do circuito do conhecimento instado nas ações dos participantes para resolver as questões propostas centradas em conteúdos de Matemática.

No primeiro momento, as participantes envolvidas concentraram-se em elaborar suas práticas de programação para poderem trazer, como retorno dela, a construção de um polígono regular. Uma delas, por meio da programação realizada, conseguiu produzir um quadrado, articulando essa prática com conhecimentos de coordenadas cartesianas. No entanto, essa produção não foi imediata, fato esse que detalhamos na análise que realizamos na seção 6.2.1 e discorremos sobre as ações da participante protagonista desse momento.

Esse momento possibilitou identificar alguns dos aspectos epistemológicos associados ao circuito do conhecimento mobilizado por processos cibernéticos. Os aspectos revelados se manifestam a partir da prática de programação e se articulam na mobilização e produção de

conhecimentos em Matemática da participante protagonista. A retroação, cuja aplicação é característica essencial da cibernética, é um desses aspectos, o qual engendra o movimento do pensamento da participante, ao permitir que o retorno da informação, gerada pela prática de programação realizada, institua um processo de avaliação da informação, a qual pode ser considerada satisfatória ou não.

A avaliação da informação retornada indica a dinâmica dialética do pensamento, pois ao analisar o resultado da sua prática de programação a participante lida com as contradições que se manifestam a partir das novas informações geradas. As novas informações, consideradas de segunda ordem (VIEIRA PINTO, 2005b), atuam como propulsoras de um novo giro na construção do saber. Elas possibilitam a modificação do projeto de ação constituído pelo participante protagonista para a realização da sua prática de programação. O projeto, imagem mental, é confrontado com as informações de segunda ordem geradas pela máquina cibernética, como forma de validar ou não o projeto pensado. Isso possibilita disparar novas ideias para resolver a situação Matemática envolvida, no caso, a construção de um quadrado, o que caracteriza situações de mobilização e produção de conhecimentos em Matemática de acordo com as novas estratégias elaboradas.

Esse movimento do circuito epistemológico foi possível de ser evidenciado, seção 6.2.1, nas ações da participante quando ela indica uma mudança da sua prática depois de ter obtido o retorno da prática realizada (retroação). A informação que ela caracterizou como uma figura semelhante a uma escada, a fez disparar novas conjecturas para resolver a situação Matemática que estava envolvida. O projeto de ação foi avaliado e modificado a partir da informação de segunda ordem gerada pela máquina, tal modificação revela um movimento de reorganização das atividades intelectuais da participante (TIKHOMIROV, 1981).

As ideias disparadas levaram a participante a mobilizar e produzir outros conhecimentos em Matemática, tais como paralelismo e perpendicularidade no plano cartesiano, ao propor que para construir o quadrado, em vez de uma figura semelhante à escada, seria necessário acrescentar o mesmo traçado desta figura, porém no sentido contrário. Isso fez ela relacionar o que já havia sido construído com que precisaria ser adicionado para resultar em um quadrado, considerando que as linhas adicionadas seriam perpendiculares ou paralelas as que já haviam sido construídas.

A reorganização das atividades intelectivas, na reconstrução do seu projeto de ação, é condicionada pelo retorno da informação, retroação, proporcionada pela dinâmica do

processamento cibernético, pois alimentam o pensamento com o retorno de informações e contribuem na reorganização das estratégias de ação. A partir das contradições geradas ou não pela retroação que o circuito do conhecimento mobiliza com a prática de programação de computador da participante, o projeto, engendrado no pensamento, é modificado pela incorporação das novas ideias disparadas pela informação gerada no processamento cibernético.

A dialética desse processo de reorganização das atividades intelectivas se estabelece nas diversas ações da participante, as quais envolvem ensaios durante a prática de programação. Isso condiciona a dinâmica que configura a mobilização e produção de conhecimento em Matemática, pois permite conduzir o pensamento por meio das ações de programação que são realizadas. Isso nos indica uma construção de conhecimento caracterizado por essa prática, visto que ao ter que incorporar a prática de programar como meios no projeto é necessário que os conhecimentos em Matemática sejam incorporados nessa dinâmica, a qual é estabelecida por essa prática.

Cabe deixar demarcado, que os aspectos que estamos evidenciando na mobilização e produção de conhecimento articulado com a prática de programação de computadores não são exclusividades dessa prática. A orientação do pensamento, caracterizado por uma dinâmica de ensaios, é condição histórica que permeia a atividade do ser humano na sua ação de conhecer as leis e fenômenos da natureza. Como já apontamos, nas considerações que realizamos sobre tecnologia, as técnicas criadas pelo ser humano são formas de mediar a sua relação, direta ou indiretamente, com ou sem instrumentos, com as condições objetivas que o envolve na produção da sua existência.

Os conhecimentos em Matemática são mobilizados e produzidos considerando as estruturas algorítmicas e as particularidades do ambiente de programação envolvido. De acordo com os referenciais que adotamos nesta investigação, isso configura uma transformação no processo de produção de conhecimento. Para a constituição do conhecimento, há sempre uma prática envolvida, pois não há teoria sem prática do conhecimento. Ou seja, é importante considerar que a prática se institui como critério de verdade para que se possa avaliar uma ideia ou teoria.

Essa compreensão nos indica que a programação de computadores se insere nessa dinâmica de prática de conhecimento, ao passo que permite que as ideias formuladas para um determinado tipo de questão sejam válidas ou não a partir do retorno da informação gerado

pelo processamento cibernético. No entanto, a análise qualitativa de tal prática não é significativa para os nossos objetivos, não nos interessamos em indicar se a prática é boa ou ruim, mas em avaliar as transformações ocorridas na reorganização das atividades intelectivas, configurada pelos aspectos do circuito epistemológico associados à cibernética, ao se realizar um processo de ensino e aprendizagem de conhecimentos em Matemática caracterizado pela prática de programação de computadores.

Os momentos que foram destacados na análise dos dados que realizamos permitiu que pudéssemos colocar em evidencia esse movimento constituído pelo circuito. No momento três, por exemplo, analisamos duas situações em que os participantes desenvolveram práticas de programação diferentes para gerar a mesma solução para uma determinada questão. Os apontamentos desse momento, seção 6.4, revelaram que a prática de programação de computadores condiciona as ações de produção de conhecimento em Matemática de acordo com os conhecimentos prévios que se possui. Isso coaduna com as considerações de Vieira Pinto (2005) ao se referir às informações de primeira ordem (entrada) que é sempre de origem do ser cibernético por natureza, ser humano, e que engendram o processamento cibernético no ser cibernético por construção, computador/software, que gera as de segunda ordem (saída). Cada participante envolvido nesse momento resolveu a questão emergente, a partir de ideias que garantiam mais segurança para conduzir sua prática de programação.

Nossa produção científica procurou contribuir com um conjunto de ideias que possam dar mais substância ao debate direcionado à formação inicial e continuada do professor de Matemática. O conjunto de ideias que nossa investigação produziu é caracterizado, em especial, pelo tema tecnologias e Educação Matemática. Os aspectos que evidenciamos desse tema foram configurados pela prática de conhecimento programação de computadores, em que a dinâmica do processo de constituição do conhecimento em Matemática é caracterizada por essa prática, de modo que, as situações que os participantes da pesquisa – professores e licenciandos – produziram, com a apropriação de conhecimentos da prática de programação articulados para discutir conteúdos da Matemática, revelaram, indiretamente, possibilidades de práticas pedagógicas convergentes ao movimento tecnológico atual, embora não tenha sido o objeto de investigação desta pesquisa.

Outrossim, não basta a apropriação e incorporação de outros conhecimentos à prática pedagógica. Os professores precisam estar preparados para assumirem a direção da condução, de modo efetivo, do processo de ensino e aprendizagem dos estudantes, mobilizados por uma

compreensão de mundo que seja coerente com suas práticas pedagógicas. Para tanto, é imperativo uma formação que atente para uma leitura da realidade nas suas múltiplas determinações, abordando a dimensão tecnológica, seus objetos técnicos, contrastando com as legitimações que orientam as práticas de uso de tais objetos, bem como as atividades que estes se inserem e os contextos de tais atividades.

Nesse movimento, construir espaços e ações de formação que priorizem um debate mais aprofundado sobre tecnologia, em que professores e licenciandos possam refletir sobre suas práticas e aprendizagem, é um caminho imprescindível para compreender as tecnologias nas suas dimensões políticas e ideológicas. Como indica Moura (2000), nas suas ações de planejamento, organização, desenvolvimento e avaliação do ensino e aprendizagem os professores partilham, também, de suas percepções de realidade, a qual estão inseridos.

Neste sentido, o aprofundamento teórico que desenvolvemos esteve orientado para colaborar com uma apreensão da realidade tecnológica desde uma perspectiva crítica, a qual se atenta à totalidade dos condicionantes da realidade configurados pelo processo histórico e dialético que os originam. A iniciativa que tomamos, foi por considerar que a realidade escolar é permeada por uma complexidade de relações que atuam na definição do conhecimento que é mobilizado e produzido no espaço escolar. A inserção dos recursos tecnológicos nesse espaço faz parte dessa complexidade, cujo discurso mobilizado para tal inclusão preconiza a promoção de um dimensionamento tecnológico baseado nos recursos mais avançados. A centralidade na tecnologia digital, que tem movimentado o debate educacional, em essência, é voltada para ações de ensino e de aprendizagem direcionadas, quase exclusivamente, para a formação de força de trabalho alinhada para fomentar um sistema social neoliberal (MARRACH, 1996; PEIXOTO, 2022).

Como fechamento desta reflexão do trabalho de pesquisa que realizamos, consideramos que os apontamentos que mobilizamos são significativos para contribuir como uma prática pedagógica preocupada com uma formação do estudante voltada a uma percepção de realidade na sua totalidade. A compreensão da dinâmica social a partir das múltiplas determinações que a constitui, no seu processo histórico e dialético, permite que os professores avaliem os condicionantes da sua prática, de modo que possam superar os fetiches do arcabouço tecnológico da sociedade capitalista, os quais se constituem de características imputadas pelas relações sociais dominantes e se manifestam como que atributo natural do objeto tecnológico (BOTTOMORE, 1988). A diversidade de interesses de ordem econômica

subjacentes à inserção de recursos tecnológicos digitais e de metodologias de ensino associadas a eles, podem ser capturados e analisados na sua essência se houver uma formação que seja construída diante da perspectiva crítico-dialética.

Esta investigação que realizamos produziu argumentos críticos e apontou aspectos epistemológicos – corporificados nas tecnologias contemporâneas – para revelar os condicionantes escondidos nos discursos de implementação de políticas públicas para a Educação e que são refletidos nas práticas pedagógicas de professores e professoras. Na nossa abordagem teórica sobre tecnologia evidenciamos a função social desta, por considerá-la, na acepção primordial, uma epistemologia da técnica. Além disso, refletimos sobre as impregnações ideológicas, da nação produtora, que uma determinada tecnologia transporta. A crítica em relação aos condicionamentos ideológicos, transportados com a tecnologia, coaduna com os aspectos epistemológicos que determinadas tecnologias manifestam, pois revelam paradigmas de visão de mundo. No nosso caso, evidenciamos aqueles que se associam à cibernética, dentre os quais: a retroação, os raciocínios indutivos e dedutivos, as mediações objetivas e subjetivas, o projeto, a finalidade e as contradições. Todos esses aspectos emergiram a partir da prática de programação de computadores, a qual configurou a mobilização e produção de conhecimento em Matemática. Entendemos que há questões que necessitam de mais aprofundamentos ou ampliações de pesquisa, como no caso da relação do raciocínio indutivo e dedutivo como operadores das transformações do pensamento, por conseguinte, expomos que há a necessidade de mais estudos para compreender a unidade dialética que se estabelece entre eles.

Como proposta para aprofundar essa compreensão dialética de unidade dos raciocínios indutivos e dedutivos, é possível considerar a inserção de outro tipo de raciocínio, o de retroação. Este é caracterizado por estabelecer uma hipótese que dispara um elemento sensorial que possibilita consubstanciar o pensamento (D'OLIVEIRA, 2019), um raciocínio que pode representar essa síntese dialética das operações indutivas e dedutivas do pensamento.

De modo geral, o raciocínio indutivo responde pela avaliação dos dados da realidade e o dedutivo busca a explicação desses dados (D'OLIVEIRA, 2019), ambos se completam e se contrapõem e podem ser sintetizados a partir da compreensão do raciocínio retroativo. A síntese dialética representada pela retroação pode conduzir à compreensão da prática de

programação de computadores enquanto dispositivo heurístico, o qual colabora para um processo de identificação de contradições a partir de operações do pensamento.

Por meio da prática de programação de computadores são mobilizados processos retroativos que alimentam o pensamento com o retorno de informações, elemento sensorial, e que estimulam a reorganização das atividades intelectuais, consubstanciam o pensamento, gerando novas estratégias para a realização da prática de programação. Nossa pesquisa não alcançou essa discussão, até porque não era nosso foco, no momento, mas entendemos que as potencialidades desse tema podem ser exploradas em futuras pesquisas e trazer outros aspectos epistemológicos que contribuam para a análise da produção de conhecimento em Matemática configurado pela prática de programação de computadores.

Por fim, entendemos que o papel da pesquisa consiste em produzir e trazer mais conhecimento sobre as circunstâncias objetivas da realidade como parte do seu processo de transformação. Isso, por sua vez, amplia a capacidade da sociedade superar as contradições que imperam na dinâmica de um sistema social caracterizado pelas opressões engendradas nas relações de classes.

REFERÊNCIAS

- ABOULAFIA, A.; GOULD, E.; SPYROU, T. Activity theory vs cognitive science in the study of human-computer interaction. In: **Proceedings of the IRIS (Information Systems Research Seminar in Scandinavia) Conference**, Gjern, Denmark. 1995.
- ACKERMANN, E. Piaget's constructivism, Papert's constructionism: What's the difference. **Future of learning group publication**, v. 5, n. 3, p. 438, 2001.
- ALMEIDA, P. C. T. **A ARTE DE APRENDER PARA ENSINAR: discutindo a capacitação de robótica com Arduino® para professores de ciências e matemática do município de Paracambi/RJ**. 2017. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2017.
- ALVES FILHO, M. A.; PEIXOTO, J.; ECHALAR, A. D. L. F. O uso do laptop em contexto escolar: um inventário das produções acadêmicas relacionadas ao PROUCA. **Revista Diálogo Educacional**, [S. l.], v. 18, n. 58, p. 693–712, 2018. DOI: 10.7213/1981-416X.18.058.DS05. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/24103>. Acesso em: 23 fev. 2022.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J. A “revisão da bibliografia” em teses e dissertações: meus tipos inesquecíveis—o retorno. **A bússola do escrever: desafios e estratégias na orientação de teses e dissertações**. São Paulo: Cortez, p. 25-44, 2002.
- ARTUSO, A. R.; SILVA, K. V. F. D.; SUERO, Roberta. Uma discussão do livro didático como tecnologia no campo da ciência, tecnologia e sociedade. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 16, n. 42, p. 171-189, 2020.
- BARBOSA E SILVA, R.; MERKLE, L. E. Tecnologias Educacionais: rumo a uma discussão em Ciência, Tecnologia e Sociedade no Brasil In: Frasson, A C; Oliveira, A C de; Glap, L. **Formação docente: princípios e fundamentos** – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.
- BLIKSTEIN, P. Educação personalizada não é educação emancipadora: a apropriação de Paulo Freire pela indústria da tecnologia educacional. **Tecnologias, sociedade e conhecimento**, v. 8, n. 2, dez. 2021.
- BLIKSTEIN, P.; BLIKSTEIN I. Do Educational Technologies Have Politics? A Semiotic Analysis of the Discourse of Educational Technologies and Artificial Intelligence in Education . In: **Algorithmic Rights and Protections for Children** [online]. 2021. Disponível em: <https://wip.mitpress.mit.edu/pub/do-educational-technologies-have-politics>. Acesso em 22/02/2022.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1999.
- BORBA, M. C. Tecnologias Informáticas na Educação Matemática e Reorganização do Pensamento. In: BICUDO, M. A.V.; **Pesquisa em Educação Matemática: Concepções e**

Perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, 1999.

BORBA, M. C. Coletivos seres-humanos-com-mídias e a produção matemática. In: I Simpósio Brasileiro de Psicologia da Educação Matemática. Anais I Simpósio Curitiba, 2001.
BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. **Humans-with-media and the reorganization of mathematical thinking:** information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization. New York: Springer, 2005.

BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. **Pesquisa qualitativa em educação matemática: Nova Edição.** Autêntica Editora, 2019.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. Reorganização do pensamento e colectivo pensante. **Informática e Educação Matemática.** Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2001.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. Reorganização do pensamento e colectivo pensante. **Informática e Educação Matemática.** 6. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2019.

BORBA, M. C.; SCUCUGLIA, Ricardo. R. S.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: sala de aula e Internet em movimento.** 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2018.

BORBA, M. C.; SOUTO, D. L. P.; CANEDO, N. R.. **Vídeos na Educação Matemática: Paulo Freire e a quinta fase das tecnologias digitais.** Autêntica Editora, 2022.

BRANDÃO, P. R. História da Informática: o aparecimento do computador pessoal. **Kriativ.tech**, Lisboa, v.1, n.6, maio 2018. DOI: <https://doi.org/10.31112/kriativ-tech-2018-01-14>. Acesso em: 16 dez. 2022.

CARDOSO, M. F.; BATISTA-DOS-SANTOS, A. C.; DE LIMA ALLOUFA, J. M. Sujeito, Linguagem, Ideologia, Mundo: Técnica Hermenêutico-dialética para Análise de Dados Qualitativos de Estudos Críticos em Administração. **Revista de Administração FACES Journal**, 2015.

CARVALHO, F. J. R.; KLÜBER, T. E. Modelagem matemática e programação de computadores: uma possibilidade para a construção de conhecimento na educação básica. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 23, n. 1, 2021. DOI: 10.23925/1983-3156.2021v23i1p297-323.

CEDRO, W. L.; NASCIMENTO, C. P. Dos métodos e das metodologias em pesquisas educacionais na teoria histórico-cultural. **Educação escolar e pesquisa na teoria histórico-cultural.** São Paulo: Edições Loyola, p. 13-46, 2017.

CHAVES, V. H. C; BERNARDO, C. H. C. **Norbert Wiener: história, ética e teoria.** História (São Paulo), v. 39, 2020.

COSTA, R. L.; SOUZA, M.A.R.; THEREZA JÚNIOR, A.H. Materialismo histórico-dialético em pesquisas em informática na educação. **Metodologia de pesquisa científica em**

informática na educação: abordagem quantitativa. Porto Alegre, RS: SBC, v. 2, 2020.

DALLA VECCHIA, R. **A modelagem matemática e a realidade do mundo cibernético.** 2012. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2012.

DANTAS, M. Álvaro Vieira Pinto e a dialética da informação. **Princípios**, v. 40, n. 162, p. 41-74, 2021.

DIAS, M. S.; SOUZA, N. M. M. A atividade de formação do professor na licenciatura e na docência. **Educação escolar e pesquisa na teoria histórico-cultural.** São Paulo: Edições Loyola, p. 183-210, 2017.

DOWBOR, L. Paulo freire e a revolução digital: a pedagogia do oprimido, hoje, tem um horizonte digital. **Revista UniFreire**, ed. 8, Universitas Paulo Freire, 2020. ISSN 2357-7266

DOWBOR, L. A rede do poder corporativo mundial. São Paulo, 2012.

DUARTE, N. A individualidade para-si: contribuição a uma teoria histórico-social da formação do indivíduo. In: **A individualidade para-si: contribuição a uma teoria histórico-social da formação do indivíduo.** 1993. p. 227-227.

ELIAS, J. P. **Estudo de algoritmos e programação de computadores para resolver problemas de matemática no Ensino Médio.** 2019. 72f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) Universidade de São Paulo. São Carlos, 2019.

ENGELS, F. **Dialética da Natureza.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1976.

FASSARELLA, L. S. Desconexão procedimental e programação no ensino-aprendizagem da matemática: considerações a partir da teoria dos registros de representação semiótica. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 15, n. 2, p. 1-24, 2020.

FIorentini, D. Pesquisar práticas colaborativas ou pesquisar colaborativamente. **Pesquisa qualitativa em educação matemática.** 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica, p. 53 – 85, 2012.

FIorentini, D.; LOrenzato, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos.** 3. ed. Campinas: Autores Associados, 2012.

FORSSTRÖM, S. E.; KAUFMANN, O. T. A Literature Review Exploring the use of Programming in Mathematics Education. **International Journal of Learning, Teaching and Educational Research**, v. 17(12), 18-32. 2018. doi: 10.26803/ijlter.17.12.2.

FREITAS, M. C. O conceito de tecnologia: O quarto quadrante do círculo de Álvaro Vieira Pinto. In: VIEIRA PINTO, Á. B. **O Conceito de Tecnologia.** 1º vol. p.1-25. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

GAMBOA, S. S. **Pesquisa em educação: métodos e epistemologias.** 3. ed. rev., atual. e ampl. [recurso eletrônico]. Chapecó, SC: Argos, 2018.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

GONÇALVES, M. G. M. O método de pesquisa materialista histórico e dialético. In ABRANTES, A. A., SILVA, N. R., MARTINS, S. T. F. (Orgs.), **Método Histórico-Social na Psicologia Social** (pp. 86-104). Petrópolis, RJ: Vozes, 2005.

HOBOLD, M. S. Desenvolvimento profissional dos professores: aspectos conceituais e práticos. **Práxis Educativa**, v. 13, n. 2, p. 425-442, 2018.

HÚNGARO, E. M. A questão do método na constituição da teoria social de Marx. In CUNHA, C., SOUSA, J. V., SILVA, M. A. (Orgs.). **O método dialético na pesquisa em educação**. Campinas: Autores Associados, p. 15-78, 2014.

JAVARONI, S. L.; SANTOS, S. C.; BORBA, M. C. Tecnologias digitais na produção e análise de dados qualitativos. **Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós Graduated em Educação Matemática**, v. 13, n. 1, 2011.

KONDER, L. **O que é dialética**. Brasiliense, 2008.

KOPNIN, P. V. **A dialética como lógica e teoria do conhecimento**. Civilização Brasileira, 1978.

KOSIK, K. **Dialética do concreto**. Ed. Paz e Terra, 1969.

LIMA FILHO, D. L.; QUELUZ, G. L. A tecnologia e a educação tecnológica: elementos para uma sistematização conceitual. **Educação & Tecnologia**, v. 10, n. 1, 2005.

LEONTIEV, A. V. **Actividad, Conciencia y Personalidad**. [S.I.]: Cartago de México, 1984.

LEONTIEV, A. V. As necessidades e os motivos da atividade. LONGAREZI, A. M.; PUENTES, R. V. (Orgs.). **Ensino Desenvolvimental: Antologia livro 1**. Uberlândia: Edufu, v. 4, 2017.

LESSA, V. E. **A programação de computadores e a função afim: um estudo sobre a representação e a compreensão de invariantes operatórios**. 2018. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Passo Fundo, Passo Fundo, 2018. Disponível em: <http://tede.upf.br/jspui/handle/tede/1656>.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência**. Editora 34, 1993.

LÉVY, P. **O que é virtual?** Editora 34, 1999.

LEVY, P. **Cibercultura**. Editora 34, 2010.

MACHADO, R. N. et al. O Scratch na sala de aula: o uso da programação com vista à resolução de problemas. **RELACult - Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, [S. l.], 2019. DOI: 10.23899/relacult.v5i4.1248.

MALTEMPI, Marcus V.; VALENTE, José Armando. Melhorando e Diversificando a Aprendizagem via Programação de Computadores. In: **International Conference on Engeneering and Computer Education–ICECE**. 2000.

MARCELINO, Silvio de Brito. **Adquirir fluência e pensar matemática com tecnologias: uma abordagem com o Superlogo**. 2014. 110f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.

MARINHO, F. C. V. **Saberes docentes para a promoção de aprendizagem em ciências e matemática a partir do desenvolvimento de jogos digitais**. 2014. 358f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Saúde), Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

MARRACH, S. A. Neoliberalismo e Educação. In: GUIRALDELLI JUNIOR, P. (Org.). **Infância, Educação e Neoliberalismo**. São Paulo: Cortez, 1996. p. 42-56.

MARTINS, L. M. Psicologia sócio-histórica: o fazer científico. **Psicologia Social: Método Histórico-Social na Psicologia Social**, p. 118-138, 2005.

MARTINS, L. M.; LAVOURA, T. N. Materialismo histórico-dialético: contributos para a investigação em educação. **Educar em Revista**, [S.l.], v. 34, n. 71, p. p. 223-239, nov. 2018. ISSN 1984-0411.

MARX, K. **Contribuição à crítica da economia política**. 2. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2008.

MARX, K.; ENGELS, F. **A ideologia alemã**. Rio de Janeiro: Vozes, 2019.

MÉSZÁROS, I. A reorientação marxiana do método. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, SP, v. 10, n. 38e, p. 5–20, 2012. DOI: 10.20396/rho.v10i38e.8639747. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8639747>. Acesso em: 28 jul. 2022.

MINAYO, M. C. S. **O desenvolvimento do conhecimento: Pesquisa qualitativa em saúde**. 14. ed. São Paulo: HUCITEC, 2014.

MÜLLER, T. M. P. As pesquisas sobre o “estado do conhecimento” em relações étnicoraciais. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, Brasil, n. 62, p. 164-183, dez. 2015.

NETTO, J. P. **Introdução ao estudo do método de Marx**. São Paulo: Expressão Popular, 2011.

PAPERT, S. M. **LOGO: Computadores e Educação**. São Paulo, Editora Brasiliense, 1985.

PAZINATO, A. M. **Desdobramentos da olimpíada de programação de computadores no desenvolvimento do raciocínio lógico matemático**. 2015. Dissertação (Mestrado em

Educação) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2015.

PEIXOTO, J. **A inovação pedagógica como meta dos dispositivos de formação a distância**. EccoS, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 39-54, 2008.

PEIXOTO, J. Contribuições à Crítica ao Tecnocentrismo. **Revista de Educação Pública**, v. 31, p. 1-15, 2022. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/educacaopublica/article/view/13374/11098>
Acesso em: 03 de janeiro de 2023.

PRADO, M. E. B. B.; LOBO DA COSTA, N. M. O papel da atividade de programação no processo de construção de conhecimentos para a docência. **E-Curriculum**, [S. l.], v. 14, n. 3, p. 898–918, 2016. Disponível em: <http://revistas.pucsp.br/curriculum/article/view/28696/20656>

PRADO JR., C. **Dialética do conhecimento**. 2ª ed. São Paulo: ed. Brasiliense, 1980.

RIBOLDI, S. M. O.; RICHERT, J. T. Utilização da Linguagem de Programação Scratch na Aprendizagem de Funções do 1º Grau. **Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología**, nº 26, pp. 63-71, 2020. doi: 10.24215/18509959.25.e7

RIGON, A. J.; ASBAHR, F. S. F.; MORETTI, V. D. Sobre o processo de humanização. **A atividade pedagógica na teoria histórico-cultural**, v. 2, p. 15-50. Campinas, SP: Autores Associados, 2016.

ROCHA, A. K. O. **A programação de computadores como meio para integrar diferentes conhecimentos: uma experiência com professores de Matemática**. 2015. 238 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo. 2015.

ROCHA, K. C. **Programação em Scratch na sala de aula de matemática: investigações sobre a construção do conhecimento de ângulo**. 2017. 211f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

RODRÍGUEZ, Margarita Victoria. Pesquisa social: contribuições do método materialista histórico-dialético. **O método dialético na pesquisa em educação**. Campinas: Autores Associados, p. 131-152, 2014.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Revista diálogo educacional**, v. 6, n. 19, p. 37-50, 2006.

ROQUE, T. **O Dia em que Voltamos de Marte: uma história da ciência e do poder com pistas para um novo presente**. 1. ed. São Paulo: Planeta, 2021. v. 1. 368p.

SAVIANI, D. Crise estrutural, conjuntura nacional, coronavírus e educação – o desmonte da educação nacional. **Revista Exitus**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. e020063, 2020. DOI: 10.24065/2237-9460.2020v10n1ID1463. Disponível em:

<http://www.ufopa.edu.br/portaldeperiodicos/index.php/revistaexitus/article/view/1463>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2022.

SILVA, G. C. Tecnologia, educação e tecnocentrismo: as contribuições de Álvaro Vieira Pinto. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 94, p. 839-857, 2013.

SOUTO, D. L. P.; BORBA, M. C. Transformações Expansivas e tarefas Matemática em um universo que envolve Seres-Humanos-Com-Mídias. In: **I Congresso internacional sobre a Teoria Histórico-Cultural**. Marília: Oficina Universitária, v. 1. p. 1-15, 2012.

SOUTO, D. L. P. **Transformações expansivas em um curso de educação matemática a distância online**. 2013. 279 p. Tese - (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/102097>>.

SOUTO, D. L. P.; BORBA, M. C. Seres humanos - com - internet ou internet - com – seres humanos: uma troca de papéis?. **Relime**, Ciudad de México , v. 19, n. 2, p. 217-242, jul. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362016000200217&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 24 de março de 2023.

SOUZA, E.C. **Programação no ensino de matemática utilizando Processing 2: um estudo das relações formalizadas por alunos do ensino fundamental com baixo rendimento em matemática**. 2016. 189f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista Júlio De Mesquita Filho, Bauru, 2016.

TIKHOMIROV, O. K. The psychological consequences of computerization. In J.V. Wertsch (Ed.) **The Concept of Activity in Soviet Psychology** (pp. 256–278). Armonk, New York: M. E. Sharpe, 1981.

TIKHOMIROV, O. K. The theory of activity changed by information technology. **Perspectives on activity theory**, p. 347, 1999.

VALENTE, J. A. **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas: Unicamp/NIED, 2. ed., 1998.

VALENTE, J. A. et al. **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: Unicamp/NIED, v. 6, 1999.

VENTORINI, A. E.; FIOREZE, L. A. Funções e programação no Scratch. **RENOTE**, v. 16, n. 2, p. 576-585, 2018.

VILLARREAL, M. E.; BORBA, M. C. Collectives of humans-withmedia in mathematics education: notebooks, blackboards, calculators, computers and ... notebooks 100 years of ICMI. **ZDM Mathematics Education**, [s.l.], v. 42, p. 49–62, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/71562>. Acesso em: 22 fev. 2022.

VIEIRA PINTO, Á. B. **O Conceito de Tecnologia**. v. 1. Rio de Janeiro. Contraponto Editora,

2005a.

VIEIRA PINTO, Á. B. **O Conceito de Tecnologia**. v. 2. Rio de Janeiro. Contraponto Editora, 2005b.

VIEIRA PINTO, Á. B. **Sete lições sobre educação de adultos**. 13 ed. São Paulo. Cortez, 2003.

VIEIRA PINTO, Á. B. **Ciência e Existência**. [S.I.]: Paz e Terra,1969.

VOSGERAU, D. S. R.; ROMANOWSKI, J. P. Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. **Revista diálogo educacional**, v. 14, n. 41, p. 165-189, 2014.

9 APÊNDICE A – O FILÓSOFO VIEIRA PINTO

Para a nossa escrita sobre os elementos essenciais para pensar os aspectos relacionados à tecnologia contemporânea, a partir das compreensões dos conceitos e ideias contidas na obra “O Conceito de Tecnologia” de Álvaro Vieira Pinto, e discutir acerca das contribuições para o tema que estamos investigando – a produção de conhecimento matemático articulado e configurado por conhecimentos e recursos associados à prática de programação computacional –, entendemos que é importante realizar um conciso relato biográfico da trajetória de vida do autor em pauta. Para nós, esse relato é necessário dada a contribuição de Vieira Pinto para o pensamento de importantes intelectuais, dois dos quais são referências no âmbito nacional e internacional na área de Educação, que são Paulo Freire e Darcy Ribeiro. Além do mais, Vieira Pinto teve participação bastante ativa na política num momento conturbado da história do Brasil, período de 1955 a 1964, o que lhe custou ser perseguido pela ditadura no Brasil, iniciada em 1964, e o conseqüente exílio.

O filósofo brasileiro Álvaro Borges Vieira Pinto nasceu em 1909, no estado do Rio de Janeiro, na cidade Campos de Goytacazes e faleceu, em 1987, na cidade Rio de Janeiro, RJ. Graduou-se em medicina em 1932, atuando por um período de 16 anos na área, principalmente, em pesquisas relacionadas ao câncer, em um laboratório de Biologia. Devido ao seu trabalho no laboratório, motivou-se a estudar matemática e física em nível superior, isso se deu na Universidade do Distrito Federal em 1937, no entanto, não foi possível concluir os estudos por conseqüências do encerramento do curso, pela universidade, na metade do mesmo ano (MERKLE; GONZATO, 2016).

O seu interesse por filosofia iniciou quando realizava o curso de medicina e, por necessidades financeiras. Nesse período, começou a trabalhar como professor de Filosofia e Física do segundo grau, assumindo algumas aulas em um colégio de freiras. Após sua formação em Medicina e trabalhando no laboratório como pesquisador, começa a lecionar História da Filosofia na Faculdade de Filosofia do Distrito Federal, como professor adjunto (FAVERI, 2012). Nesse momento, o filósofo brasileiro vai consolidando suas raízes no campo da filosofia e começa a publicar alguns escritos filosóficos. Em 1949, pós II Guerra Mundial, vai para França estudar na Universidade de Sorbonne, com vistas a se aprofundar nos conhecimentos filosóficos, o que culmina na escrita de uma tese sobre Platão (FAVERI; 2012). No ano seguinte, volta ao Brasil e defende sua tese a uma banca, o que lhe valeu a

titularidade de professor catedrático em História da Filosofia na mesma faculdade que era professor adjunto.

Em 1955, ano de criação do Instituto Superior de Estudos Brasileiros (ISEB), Vieira Pinto é convidado a compor o conselho consultivo do referido instituto e, posteriormente, é convidado para assumir o departamento de Filosofia (MERKLE; GONZATO, 2016). Nesse instituto, inicia também a sua atuação como professor de Filosofia, a qual vai se desdobrar em outras atividades de cunho político, que, por sua vez, relacionam-se ao caráter político de criação do ISEB, cujo objetivo foi pensar o desenvolvimento nacional. A partir do início dos anos 1960, sua participação no ISEB reflete na sua orientação filosófica e política, adotando uma visão mais crítica da realidade ao desenvolver uma compreensão terceiro-mundista do quadro brasileiro e muda seu espectro teórico para um nacionalismo libertador, fundado no existencialismo e no marxismo, colocando-o assim em uma posição mais à esquerda do debate sobre a realidade nacional (MERKLE; GONZATO, 2016).

No ano de 1960, é publicado pelo ISEB o primeiro volume com 438 páginas de uma grande obra sua destinada a pensar a realidade nacional com o título de “Consciência e realidade nacional”, o segundo volume foi publicado no ano seguinte, com 639 páginas. No mesmo ano de publicação do segundo volume, Vieira Pinto se envolve com os debates políticos que vinham ocorrendo, em grande parte, ligados ao movimento estudantil e elabora um manuscrito, a pedido da UNE (União Nacional dos Estudantes), com o título “A questão da universidade”, o qual é publicado pela própria entidade. Ainda nesse ano, é convidado pela editora Civilização Brasileira, para dirigir o projeto “Cadernos do povo brasileiro”, em que publicou o texto “Por que os ricos não fazem greve?” (FREITAS, 2005; MERKLE; GONZATO, 2016; FAVERI, 2012).

Na virada de 1960 para 1961, Vieira Pinto assume a direção executiva do ISEB, posto que ocupou até o fechamento da instituição pelo golpe militar-empresarial-midiático de 1964. Durante o período que esteve à frente da direção do ISEB enfrentou uma forte campanha de grupos de empresários, da imprensa e de políticos contra as posições que o instituto defendia para o desenvolvimento nacional (FAVERI, 2012). Esse movimento também estava associado a uma grande efervescência social, em grande medida contaminado pelo cenário internacional da época, Guerra Fria, que veio a culminar no golpe de 1964.

No ano do golpe, Vieira Pinto é perseguido pela ditadura, assim como vários que faziam parte do ISEB, e decide pedir exílio na embaixada da Iugoslávia, país onde

permaneceu por um período de um ano. Depois desse período de exílio nesse país, é convidado por Paulo Freire a desenvolver alguns trabalhos no Chile, onde permanece até o ano de 1968, momento em que volta para o Brasil através de uma negociação realizada com o governo militar (FAVERI, 2012). Sua passagem pelo Chile rendeu algumas obras importantes para o seu pensamento como o “El pensamiento crítico em demografia” publicado em 1973 pelo Centro Latino-Americano de Demografia (CELADE), órgão ligado à ONU, e a obra “Ciência e Existência” resultado de aulas em cursos avançados do CELADE realizados no Chile, o qual somente foi publicado no Brasil em 1969, pela editora Paz e Terra.

Durante o período de 1970 à 1980, Vieira Pinto se dedicou a trabalhos de tradução e também à escrita de vários manuscritos, um deles, concluído em 1973, com as revisões finalizadas em 1974 - “O conceito de Tecnologia”, obra essa que fundamentou as discussões teóricas desta pesquisa. Antes de falecer, Vieira Pinto concede uma entrevista relacionada a um projeto de pesquisa do professor Demerval Saviani, a qual relata as diversas obras já prontas e outras que vinha escrevendo. O filósofo menciona, também, na entrevista, que guardava alguns escritos referentes a aulas-conferências sobre Educação realizadas no Chile, um desses despertou a atenção do professor Saviani que convenceu Vieira Pinto de publicá-lo. Isso foi possível em 1982, pela Cortez Editora, com o título “Sete lições sobre educação de adultos” (VIEIRA PINTO, 2003).

Ainda existem obras de Vieira Pinto relatadas na entrevista ao professor Saviani que não foram encontradas e outras que foram publicadas postumamente, como é o caso de “O Conceito de Tecnologia” que só se tornou pública no ano de 2005 pela editora Contraponto. Vieira Pinto mencionou, na entrevista ao professor Demerval Saviani em 1982, que possuía muitos manuscritos para publicar, dentre elas citou um livro sobre Tecnologia que era muito grande para abranger todas as questões que precisavam ser discutidas para contemplar o tema. Tal manuscrito mencionado na entrevista por Vieira Pinto, foi encontrado pela irmã do advogado responsável por gerir os bens da família após o falecimento de sua esposa, o qual chegou ao conhecimento de uma ex-aluna do filósofo, desencadeando todo o processo até ser publicado, o que veio acontecer no ano de 2005 pela editora Contraponto com o título “O Conceito de Tecnologia”. O manuscrito começou a ser datilografado pela esposa de Vieira Pinto no início dos anos 1970 e concluído, com todas as revisões, em 1974. A primeira edição da obra do filósofo, publicada postumamente em 2005, é composta de dois volumes com 532 páginas no primeiro e 796 no segundo.

Nessa obra, considerada “um tratado filosófico de longo alcance” (FREITAS, 2005), o autor, em nossa compreensão, denuncia e desmistifica certos aforismos que vinham se constituindo a época da escrita da obra, como as expressões “explosão tecnológica, era tecnológica e civilização tecnológica”. Segundo o autor, tais expressões estão associadas a um movimento de valorização, exaltação do presente, que visa promover uma operação ideológica que favorece as atuais classes dominantes, pois são as que possuem e se beneficiam das realizações do presente.

10 APÊNDICE B – PRIMEIRO FORMULÁRIO DE INTERESSE PARA PARTICIPAR DAS AÇÕES FORMATIVAS DO PROJETO DE EXTENSÃO

15/07/2022 08:09

Projeto de extensão : Robótica e programação para professores de matemática da Educação Básica

Projeto de extensão : Robótica e programação para professores de matemática da Educação Básica

Olá, somos Daniel e Vitor, doutorando e universitário da Unesp campus Rio Claro. Queremos construir um espaço, associado a um projeto de extensão, para trabalhar conhecimentos de Robótica e Programação Computacional voltados para professores de matemática da Educação Básica. O formulário a ser preenchido servirá para conhecer melhor os interessados em participar e poder contatá-los.

*Obrigatório

1. E-mail *

2. Nome *

3. Cidade *

4. Escola que leciona (Caso não estiver lecionando em alguma escola, preencha com "Não leciono") *

15/07/2022 08:09

Projeto de extensão : Robótica e programação para professores de matemática da Educação Básica

5. Caso esteja lecionando em alguma escola, em quais séries leciona?

6. "Nível de conhecimento" sobre robótica e programação ou "experiências" com robótica e programação

Marcar apenas uma oval.

- Razoável
- Pouco/Pouca
- Nenhum/Nenhuma

Consulta sobre
disponibilidade
de tempo

Levantamento do total de horas por semana que cada inscrito poderá se dedicar as atividades que serão desenvolvidas e quais dias e horários que cada um poderá estar disponível para interação de forma síncrona.

7. Quantas horas por semana terá disponível para realizar as atividades?

Marcar apenas uma oval.

- 1 hora
- 2 horas
- 3 horas
- 4 horas ou mais

15/07/2022 08:09

Projeto de extensão : Robótica e programação para professores de matemática da Educação Básica

8. Quais dias da semana está disponível para a participar de forma síncrona?

Marque todas que se aplicam.

- segunda-feira
- terça-feira
- quarta-feira
- quinta-feira
- sexta-feira
- sábado

9. Quais períodos do dia são mais adequados para a sua participação?

Marque todas que se aplicam.

- Manhã
- Tarde
- Noite

10. Informe o horário que seria mais adequado para a sua participação de acordo com o período apontado no item anterior

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

11 APÊNDICE C – FORMULÁRIO DE CONFIRMAÇÃO DE INTERESSE PARA PARTICIPAR DAS AÇÕES FORMATIVAS DO PROJETO DE EXTENSÃO

15/07/2022 07:51

Projeto de extensão : Robótica e programação para professores de matemática da Educação Básica

Projeto de extensão : Robótica e programação para professores de matemática da Educação Básica

Olá, somos Daniel e Vitor, doutorando e universitário da Unesp campus Rio Claro. Queremos construir um espaço, associado a um projeto de extensão, para trabalhar conhecimentos de Robótica e Programação Computacional voltados para professores de matemática da Educação Básica. O formulário a ser preenchido servirá para conhecer melhor os interessados em participar e poder contatá-los.

*Obrigatório

1. E-mail *

2. Quantas horas por semana terá disponível para realizar as atividades?

Marcar apenas uma oval.

- 1 hora
- 2 horas
- 3 horas
- 4 horas ou mais

3. Quais dias da semana está disponível para a participar de forma síncrona?

Marque todas que se aplicam.

- segunda-feira
- terça-feira
- quarta-feira
- quinta-feira
- sexta-feira
- sábado

15/07/2022 07:51

Projeto de extensão : Robótica e programação para professores de matemática da Educação Básica

4. Quais períodos do dia são mais adequados para a sua participação?

Marque todas que se aplicam.

- Manhã
 Tarde
 Noite

5. Informe o horário que seria mais adequado para a sua participação de acordo com o período apontado no item anterior

6. Você já utilizou ou utiliza o Google Classroom?

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

7. Você acredita que o ambiente é adequado para realizar atividades de formação?

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

15/07/2022 07:51

Projeto de extensão : Robótica e programação para professores de matemática da Educação Básica

8. Compartilhe alguma ou algumas sugestões que possa contribuir para a utilização do ambiente.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

12 APÊNDICE D – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA GRAVAÇÃO DE IMAGEM E SOM



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”



TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE GRAVAÇÃO E CONTEÚDO

Eu, _____, AUTORIZO, por meio deste termo, o pesquisador DANIEL TEBALDI SANTOS a utilizar os dados produzidos nos encontros do projeto de extensão *“Espaço formativo com professores de Matemática do Ensino Básico: produção de atividades de ensino mediadas por programação computacional e robótica”*.

Esta AUTORIZAÇÃO foi concedida mediante o compromisso do pesquisador acima citado em garantir-me os seguintes direitos:

1. poderei ler a transcrição de minha gravação;
2. os dados coletados serão usados exclusivamente para gerar informações para a pesquisa do referido pesquisador e outras publicações dela decorrentes, quais sejam: periódicos, congressos e jornais;
3. minha identificação não será revelada em nenhuma das vias de publicação das informações geradas;
4. qualquer outra forma de utilização dessas informações somente poderá ser feita mediante minha autorização;

Rio Claro, ____ de __ setembro _____ de 2020.

Assinatura do participante da pesquisa

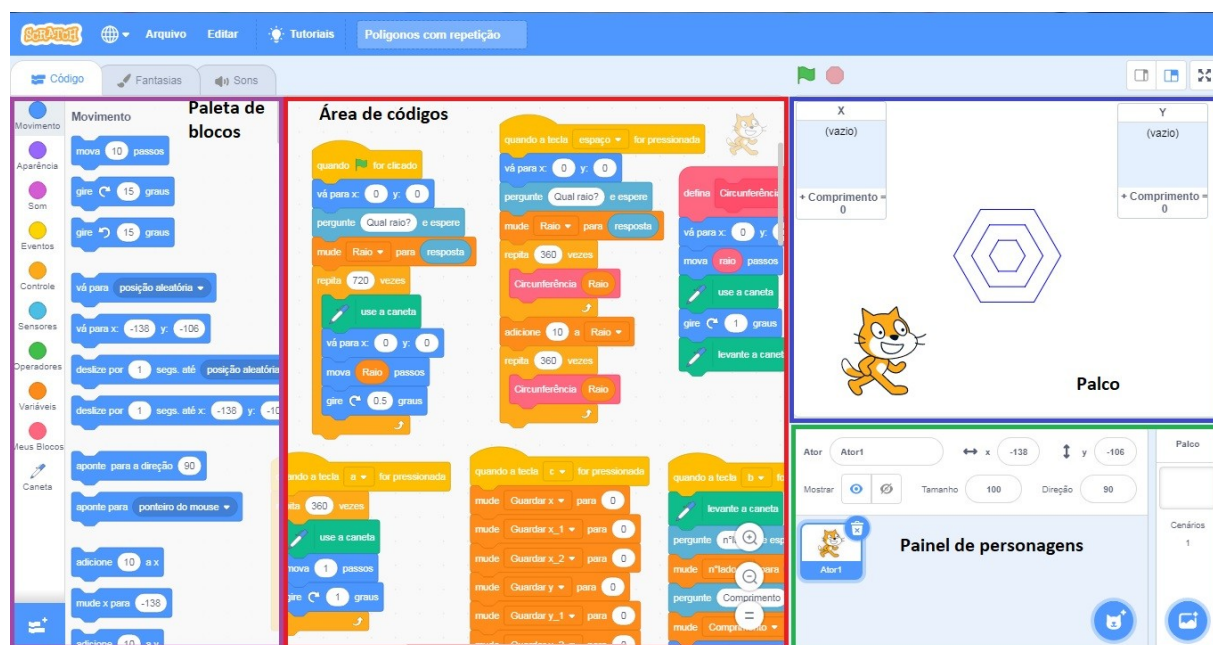
Assinatura e carimbo do pesquisador responsável

13 APÊNDICE E – SOFTWARE SCRATCH E PLATAFORMA TINKERCAD

Scratch

O *Scratch* é um software de programação de computadores aberto que utiliza a linguagem de blocos de comandos lógicos. O software foi criado em 2007 pelo *Lifelong Kindergarten Group*, pertencente ao *Media Lab* do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), de Boston, EUA sob a liderança do pesquisador Mitchel Resnick. Inspirado nas ideias do projeto LOGO desenvolvida pelo educador Seymour Papert, o qual foi orientador de Resnick, o objetivo da criação do software pelo grupo foi criar um ambiente de programação que pudesse ser mais atrativo aos usuários, em especial ao público escolar, como forma de popularização da ciência de computação e das possíveis relações da tecnologia com os processos de aprendizagem.

Figura 18: Interface do Scratch 3.0



Fonte: Elaborado pelo autor.

A interface do *Scratch*, Figura 18, está organizada em quatro partes principais para orientação dos usuários do software: a área que estão os blocos de comandos (Paleta de blocos), que suas funções são diferenciadas pelas cores; a área de programação (Área de

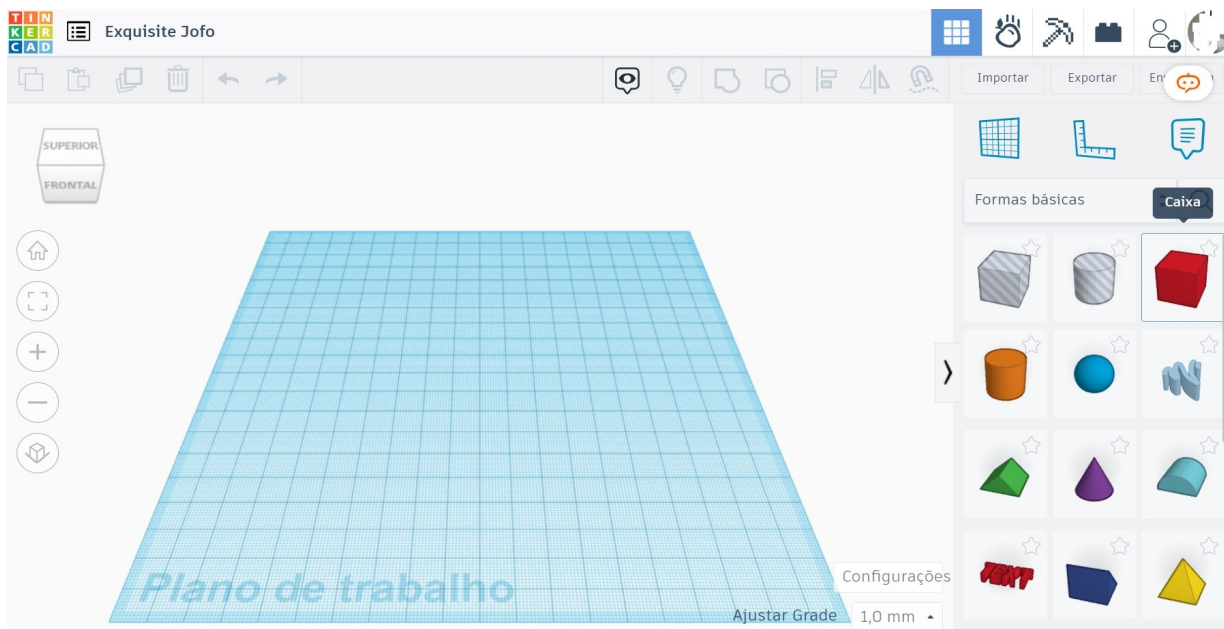
códigos) onde os blocos devem ser encaixados para criação dos programas; a área de execução do programa (Palco) em que um personagem faz a representação da execução; e área de personagens (Painel de personagens) onde ficam os personagens utilizados para cada programação elaborada.

O software *Scratch* pode ser utilizado de maneira offline a partir da sua instalação no computador, baixando o programa disponível em : <https://scratch.mit.edu/> ou de forma online pelo link: <https://scratch.mit.edu/projects/editor/?tutorial=getStarted>

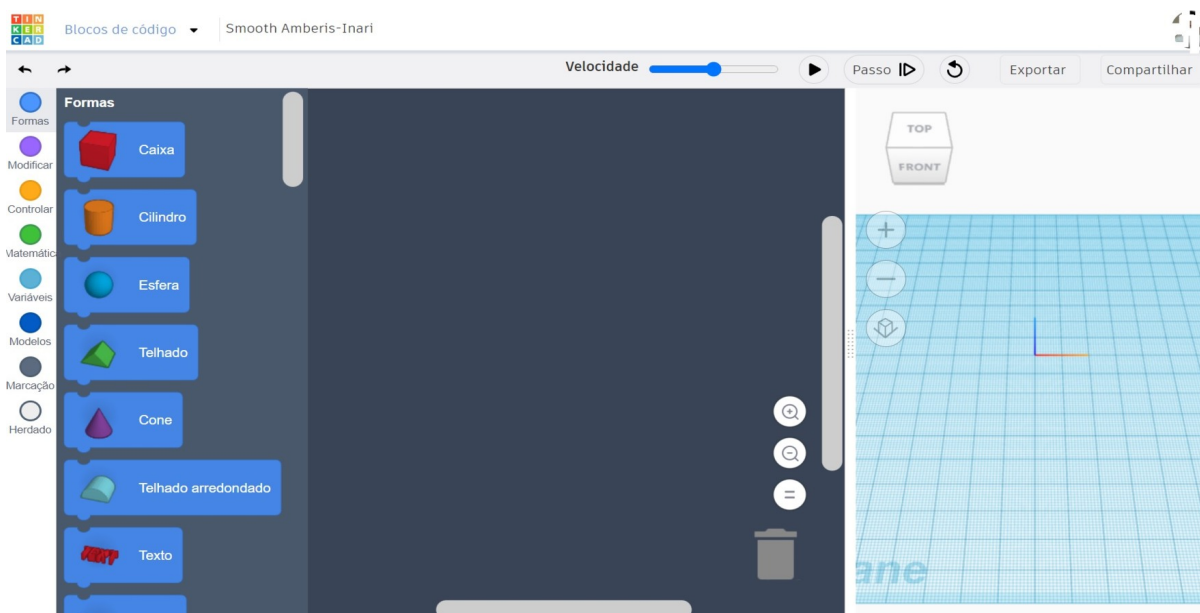
TinkerCad

A plataforma de prototipagem virtual *TinkerCad* é um aplicativo online criado pela empresa de software design e conteúdo digital *AUTODESK*, que atua com soluções tecnológicas para projetos de criação. O *TinkerCad* possui uma variedade de ferramentas online de acesso gratuito para desenvolvimento de projetos que envolvem criação de programações por blocos de código, simulação de circuitos elétricos analógicos e digitais e design de modelos 3D. O objetivo da sua criação da plataforma é disponibilizar programas didáticos para serem implementados em espaços escolares, visto que o aplicativo online, também, disponibiliza um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) com acesso a uma variedade de planos de aula pré-elaborados por temas, que envolvem as ferramentas disponíveis pela plataforma, permitindo que professores possam organizar situações de ensino a distância. As figuras, a seguir, apresentam as interfaces dos três recursos que a plataforma oferece aos usuários: área de construções 3D; ambiente de programação em blocos de código; e simulação de circuitos elétricos.

Os recursos podem ser acessados pelo link: <https://www.tinkercad.com/>

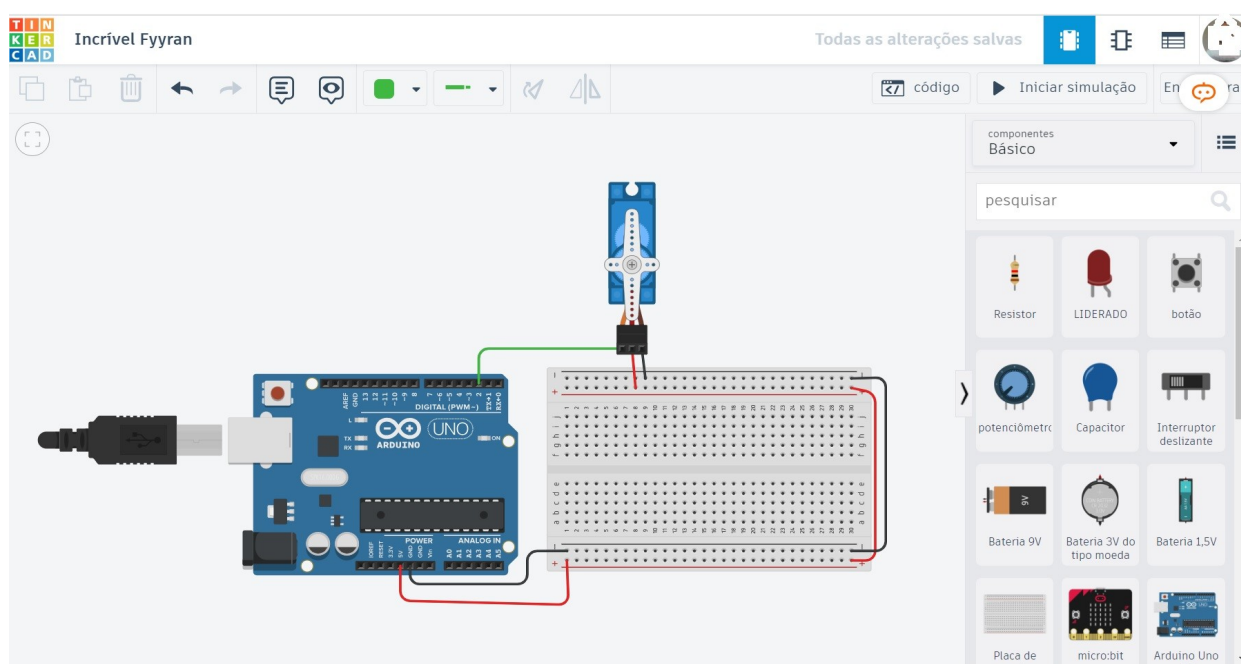
Figura 19: Interface TinkerCad: construções 3D

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 20: Interface TinkerCad: programação em blocos de códigos

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 21: Interface TinkerCad: circuitos elétricos



Fonte: Elaborado pelo autor.

14 APÊNDICE F – ATIVIDADES DE PROGRAMAÇÃO REALIZADAS

Vamos criar um projeto para que o personagem GIGA desenhe um quadrado encontrando e encaixando no ambiente Scratch apenas os 8 blocos abaixo e preenchendo os espaços em branco com os valores que já aparecem nos blocos. Para os que não aparecem será preciso que pense e reflita sobre quais seriam os valores corretos para que GIGA desenhe o quadrado.



Conseguiu criar o projeto para ajudar o GIGA? Parabéns!!! Salve-o para nos enviar e compartilhar a sua criação!

Agora vamos ver se através do seu projeto é possível construir outros polígonos regulares. Lembrando que, polígonos regulares são figuras geométricas planas que possuem lados de medidas iguais e ângulos de medidas iguais. Diga quais alterações são necessárias realizar no projeto que criou, sem acrescentar novos blocos, para ajudar novamente o GIGA a desenhar outros polígonos regulares? Responda aqui mesmo.

Para terminarmos de ajudar o GIGA, procure outros blocos para encaixar no seu projeto para que apareça a pergunta “Quantos lados possui o polígono regular que você quer que o GIGA desenhe?” E também o ajude a desenhar o respectivo polígono de acordo com o número de lados da resposta dada.

Explique qual a função, no seu projeto, de cada bloco que acrescentou.

Vamos animar o seu projeto? Procure um cenário e uma música que acha legal no Scratch e acrescente no projeto. Salve o que criou e nos envie para compartilhar as suas ideias!

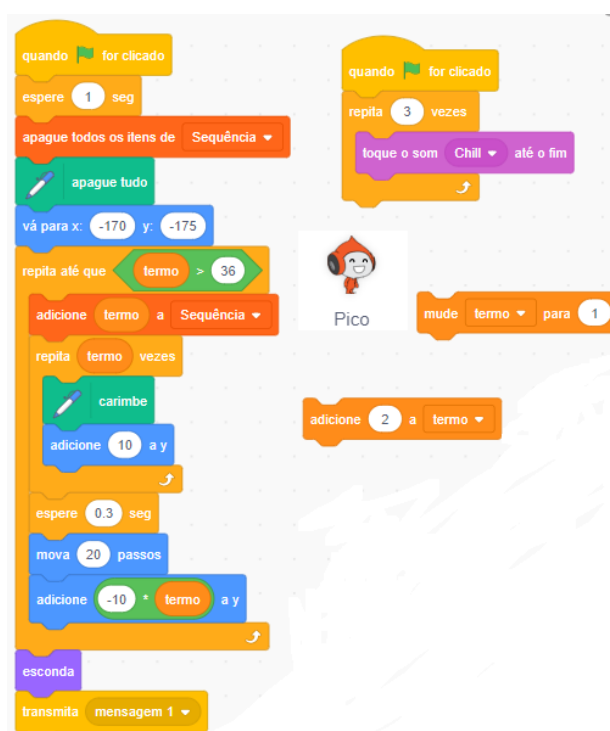
BOM TRABALHO E MÃO NA MASSA!

ATIVIDADES DE PROGRAMAÇÃO REALIZADAS

Vamos ajudar o Pico a resolver um probleminha no que está fazendo? Ele construiu um projeto para mostrar de forma gráfica e numérica a sequência dos 18 primeiros números ímpares positivos conforme mostrado no vídeo disponível no link abaixo:

[Sequência de números ímpares.mp4](#)

Porém, algo aconteceu com seu projeto e dois dos blocos saíram do lugar.



Pico está em dúvida onde deve encaixá-lo no seu projeto para que continue realizando a construção da sequência da mesma forma apresentada no vídeo. Você poderia ajudá-lo?

Acesse o [Projeto](#) e tente encaixar os blocos!

Depois nos envie o arquivo do projeto com os blocos nos respectivos lugares corretos.

Agora que conseguiu ajudar o Pico a encaixar os blocos que estavam fora do projeto. Escreva aqui o que é necessário alterar no projeto para que Pico possa construir agora a sequência dos 18 números pares positivos? E se por acaso Pico queira brincar de tabuada e construir a sequência da tabuada do 5 multiplicando do 1 ao 10. Diga-nos quais alterações são necessárias realizar no projeto para que ele consiga isso?

Agora Pico teve uma outra ideia, somar todos os valores da sequência dos 18 primeiros números ímpares positivos que ele construiu. Como você poderia ajudá-lo a fazer isso? Adicione ao projeto novos blocos para que ao final da construção da sequência seja apresentado essa soma. Compartilhe conosco o arquivo do projeto que construiu que apresenta essa soma.

Bom trabalho e mão na massa!!!

ATIVIDADES DE PROGRAMAÇÃO REALIZADAS

No nosso último encontro síncrono foi apresentado rapidamente como podemos construir blocos novos no ambiente Scratch por meio da ferramenta Meus Blocos.

Construa com essa função 2 blocos: um que desenhe um polígono regular qualquer e o outro uma circunferência. E que ambos, também, de a possibilidade de inserir o tamanho desejado.

Como mostrado no vídeo disponível no link abaixo.

https://drive.google.com/open?id=1RdsKdz5ZfIql_zImz4-EvtgXUuD_1Ddq

Agora elabore um projeto que desenhe polígonos regulares concêntricos ou circunferências concêntricas.