



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ DEPARTAMENTO DE
CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS
E MATEMÁTICA**

HYAN DA SILVA CARDOSO DOS SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL ATRAVÉS DE
ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE MATEMÁTICA**

ILHÉUS – BAHIA

2022

HYAN DA SILVA CARDOSO DOS SANTOS

**DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL ATRAVÉS DE
ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE MATEMÁTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, da Universidade Estadual de Santa Cruz, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Flaviana dos Santos Silva

**ILHÉUS – BAHIA
2022**

S237

Santos, Hyan da Silva Cardoso dos.

Desenvolvimento do pensamento computacional através de robótica educacional no ensino de matemática / Hyan da Silva Cardoso dos Santos. – Ilhéus, BA: UESC, 2022.

119 f. : il. ; anexos.

Orientadora: Flaviana dos Santos Silva.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática.

Inclui referências.

1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Robótica (Aplicações). 3. Scratch (Linguagem de programação de computador). 4. Educação matemática. I. Título.

CDD 510.7

HYAN DA SILVA CARDOSO DOS SANTOS

DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL ATRAVÉS DE
ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE MATEMÁTICA.

Dissertação submetida ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática – PPGECEM, em cumprimento parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Matemática.

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA

EM 19/07/2022

Flaviana dos Santos Silva

Profa. Dra. Flaviana dos Santos Silva

Orientadora/Presidente da banca – PPGECEM/UESC

Eduardo Cambuzzi

Prof. Dr. Eduardo Cambuzzi

Examinador – IFBA/Valença

Marlúbia Corrêa de Paula

Profa. Dra. Marlúbia Corrêa de Paula

Examinadora – PPGECEM/UESC

Ilhéus, Bahia, 19 de julho de 2022.

DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL ATRAVÉS DE ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE MATEMÁTICA

RESUMO

Nas duas últimas décadas do presente século, a Robótica Educacional, com base no desenvolvimento do Pensamento Computacional, tem sido pouco a pouco integrada nos itinerários pedagógicos da Educação Básica. O seu uso é atualmente orientado pela Base Nacional Comum Curricular, como forma de enfrentamento aos baixos rendimentos acadêmicos dos estudantes em matemática. Diante disso, o objetivo geral deste estudo é compreender o desenvolvimento do Pensamento Computacional (PC) através das habilidades expressas em uma intervenção de ensino, para promover a construção de conceitos matemáticos em atividades de robótica educacional baseadas no *software Scratch*, associado à prototipagem em Arduino para alunos da Educação Básica. O aporte teórico é o PC conjecturado por Papert e, posteriormente, definido por Wing a partir de estratégias que podem, ou não, fazer o uso de computadores, mas que em geral, privilegiam o ensino das disciplinas STEM (do inglês: Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática). A pesquisa é de natureza qualitativa e teve a participação de 10 alunos do Ensino Médio em um Colégio Estadual no Baixo Sul da Bahia. Para tanto, foram adotados os seguintes instrumentos de coleta de dados: um Diário de Pesquisa e Gravações de Tela conjugadas por um Questionário Processual. A análise dos dados coletados foi realizada pelo método dedutivo misto, de origem na metodologia de Análise de Textual Discursiva (ATD), e focado na observação do desenvolvimento do Pensamento Computacional e construção do conhecimento matemático. Ação essa, que demandou a estruturação de um método de análise visual para a Gravação de Tela, assessorado pela Análise da Imagem em Movimento, no sentido de determinar unidades de análise que permitissem uso de ATD. Como resultados, deste corpo analítico, verificou-se o papel do PC na construção de conhecimento matemático, com o uso do *software Scratch* e plataforma de prototipagem Arduino. Assim, associou-se às habilidades que poderiam se alinhar ou complementar sistematizações através da construção de categorias de análise; ainda, analisou-se compreensivamente a construção do conhecimento matemático dos alunos por meio da Robótica Educacional e compartilhar os objetos de aprendizagem criados ao longo do processo.

Palavras-Chave: Desenvolvimento do Pensamento Computacional. BNCC. Robótica Educacional. *Scratch*. Educação Matemática.

DEVELOPMENT OF COMPUTATIONAL THINKING THROUGH EDUCATIONAL ROBOTICS FOR TEACHING PROCESS OF MATHEMATICS

ABSTRACT

Educational Robotics focused on the development of Computational Thinking has slowly been integrated in the K-12 curriculum. Addressing that process, 2017 Brazil's National Common Curriculum Framework (BNCC) has placed the introduction of Educational Robotics and Computational Thinking as a mean to face and revert the academic scores regarding mathematics. Under the sphere of influence, the main goal of this research is to comprehend the development of Computational Thinking observing abilities expressed on an Educational Robotics teaching intervention to promote the construction of Mathematical concepts with the use of *Software Scratch* and an electronic prototyping platform Arduino for K-10 to 12 students. The theoretical basis is Computational Thinking as proposed by Papert and lately defined by Wing from strategies that may or may not make use of computers to teach Science, Engineering and Mathematics. The nature of the research is qualitative, and counted with the participation of 10 Students from a Public State High School in the Low South region of the Brazilian State of Bahia. For such, three methods of data collection: Diaries of Research and Screen Recordings conjugated with a Procession Questionnaire. Data analysis has been conducted using a partially pre-set deductive method with origins on Discourse Textual Analysis methodology. Focus of the Data Analysis was both the development of computational thinking as the construction of mathematical knowledge. Furthermore, in order to be able to analyze image data conjoining Discourse Textual Analysis and Analysis of Moving Image. As result, of the corpus of Analysis, There has been verified the how the how computational thinking influences the learning process of mathematics, and also it has been possible to describe the inner working of playfulness, motivation, the construction of mathematical Knowledge and Computational Thinking in Educational Robotics.

Key Words: Computational Thinking. Development of Computational Thinking Educational Robotics. *Scratch*. Education in Mathematics.

Dedico esta dissertação àqueles que sempre me acompanham.

De uma forma ou de outra.

Edna (minha mãe), Mima (minha irmã), Francine (minha sobrinha),
Hércules (meu esposo), Nita (minha avó), Nilton (meu Pai) e Paloma (minha melhor amiga).

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, reflito sobre a natureza efêmera da vida, e agradeço a todos que passaram pela minha vida, indistintamente. De todas as formas vocês contribuíram para o que sou hoje.

Agradeço, a minha irmã, minha mãe, meu esposo, meus avós (Nestor e Adelino), minha sobrinha e seu pai (Samir) e minhas amigas Jéssica, Carla, Ivie e Paloma.

Agradeço ao meu núcleo familiar expandido: os Cardoso.

Agradeço a professora Dra. Flaviana dos Santos Silva, por ter acreditado, confiado em mim. E, além de tudo, por ter sido paciente e apoiadora durante o processo de construção dessa dissertação até o último minuto possível.

Agradeço, também, à professora Dra. Marlúbia Corrêa de Paula por ter embarcado na escrita de tantos artigos e, por ser um dos melhores seres humanos que já conheci. Às professoras Dra. Sandra Maria Pinto Magina e Dra. Simone Tormöhlen Gehlen, pelo rigor acadêmico. E ao Prof. Dr. Maxwell Roger da Purificação Siqueira, e as professoras Doutoradas Vera Lucia Merlini, Jurema Lindote Botelho Peixoto, Larissa Pinca Sarro Gomes, pela jornada de aprendizado.

Agradeço a todos os colegas, companheiros de jornada, com abraço especial para Kaique e Tamillis.

Agradeço aos meus professores do IFBA. Aos mestres da graduação Cintia Karla, Roque Lyrio, Antônio Messias, Ícaro, Egberto e Igor; as brilhantes professoras do ensino médio, Patrícia, Adriana e Alba Rogéria; e, ao professor Dr. Eduardo Cambuzzi que me trouxe para o mundo da Robótica.

Por fim, agradeço ao meu grupo de trabalho no Colégio Estadual Rocha Pita. À Neo, Valéria e Liliam, meus colegas de gestão. Às donas Antônia, Angélica, Luciene e Miraildes, sempre esmeradas. Pedro, Lukas, Antônio, Nete, Dior, Denis, que movem a escola. E, a todos os meus colegas professores.

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Figuras

Figura 1: Espiral da Aprendizagem.....	28
Figura 2: Arduino e seus Elementos.....	33
Figura 3: O ambiente de Trabalho do Scratch.....	34
Figura 4: Análise Textual Discursiva I.....	43
Figura 5: Análise Textual Discursiva II.....	44
Figura 6: Análise Textual Discursiva III.....	45
Figura 7: Combinação de moedas para a criação de uma superior.	47
Figura 8: Combinação de cinco moeda para criação de duas moedas	47
Figura 9: O ator substitui valores fixos por variáveis.....	49
Figura 10: Decomposição Substantiva	51
Figura 11: Decomposição Relativa	51
Figura 12: : o Tinkercad	56
Figura 13: Linguagem de programação visual do Tinkercad	57
Figura 14 : Atividade de Produção de Robôs Virtuais.....	65
Figura 15: Algoritmo do Robô Virtual de Antônio.....	66
Figura 16: Codificação das Habilidades da BNCC do Ensino Médio.....	68
Figura 17: Algoritmo de Calculadora de Parcelas.....	69
Figura 18: Solução de Maria.....	70
Figura 19: Estrutura de decisão com três casos.....	71
Figura 20: Ator insere nível selecionado na repetição	82
Figura 21:Primeira Tentativa de A1 com Níveis.....	84

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Quadros

Quadro 1: Ações Significativas relacionadas a criação de algoritmos	48
Quadro 2: Categorias de Análise vide BNCC	50
Quadro 3: Fase 1 da Intervenção	58
Quadro 4: Fase 2 da Intervenção	58
Quadro 5: Fase 4 da Intervenção	59
Quadro 6: Identificação dos Alunos e Participação	61
Quadro 7: Esquematização do Diário do Pesquisador	62
Quadro 8: Competências para Matemática segundo a BNCC.....	67
Quadro 9: Gravação de Tela 2	73
Quadro 10: Gravação de Tela 3	75
Quadro 11: Gravação de Tela 4	77
Quadro 12: Perguntas.....	80
Quadro 13: Categorias da Análise	81
Quadro 14: Extrato de Análise 1	82
Quadro 15: Extrato de análise 2	83
Quadro 16: Extrato de Análise 3.....	84
Quadro 17: Extrato de Análise 4.....	85
Quadro 18: Extrato de Análise 5.....	86
Quadro 19: Extrato de Análise 6.....	86
Quadro 20: Extrato de Análise 7.....	87
Quadro 21: Extrato de Análise 8.....	88

Lista de Siglas

IFBA	Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Bahia
PC	Pensamento Computacional
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BBTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertação
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
INEP	Instituto Nacional de Pesquisas Anísio Teixeira
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
CSTA	Associação de Professores de Ciência de Computação, do inglês
ISTE	Sociedade Internacional para Tecnologia na Educação, do inglês
MIT	Instituto de Tecnologia de Massachussetts, do inglês
RE	Robótica Educacional
CEP	Comissão de Ética Pública
ATD	Análise Textual Discursiva
UESC	Universidade Estadual de Santa Cruz
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Alunos, do inglês

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1. PENSAR E EDUCAR SOBRE E ATRAVÉS DE COMPUTADORES	21
1.1. Pensamento Computacional	21
1.2. As Sistematizações do Pensamento Computacional	23
1.3. Contexto, Construtos, Instrumentos e a Pesquisa em Pensamento Computacional	25
1.4. Na Origem Havia o Construcionismo	26
1.5. Objetos com Significados Reais: robôs educacionais	29
1.6. Fatores Subjetivos da Aprendizagem Associados à Robótica Educacional	31
1.7. O Arduino e a Linguagem Scratch: os instrumentos de construção da RE e do PC.	32
1.8. A relação entre a Robótica Educacional e Scratch	35
2. PERCURSO METODOLÓGICO	37
2.1. Caracterização	38
2.2. Registros de Observação: o diário (de aula) do pesquisador	39
2.2.1. <i>Análise do Diário do Pesquisador</i>	40
2.3. Acessando a Produção dos Alunos: gravação de tela	41
2.4. Marcas da Intervenção Pedagógica: Questionário Processual	42
2.5. Análise Textual Discursiva: Metodologia de Análise	43
2.6. Análise da Imagem em Movimento: especificidades da gravação de tela	45
2.7. Método de Análise ATD: uma análise visual discursiva	46
2.9. Categorias de Análise: Pensamento Computacional	50
2.9.1. <i>Decomposição</i>	50
2.9.2. <i>Reconhecimento de Padrões</i>	52
2.9.3. <i>Abstração</i>	53

2.9.4.	<i>(Criação, preenchimento, adaptação de) Algoritmos</i>	54
3.	A INTERVENÇÃO, O CONTEXTO E O DIÁRIO DO PESQUISADOR	56
3.1.	Tinkercad: solução virtual para a inserção para a introdução do Arduino no ensino remoto	56
3.2.	A Oficina de Robótica	57
3.2.1.	<i>O projeto da intervenção</i>	58
3.3.	Pré-análise do diário do pesquisador: a realidade da escola pública e da pesquisa.	60
3.4.	O Diário do pesquisador: apontamentos de classe	61
3.4.1.	<i>Dados do diário</i>	61
3.4.2.	<i>Entusiasmo e dificuldades</i>	63
3.4.3.	<i>Aula um-a-um.</i>	64
3.4.4.	<i>A aula do WhatsApp (D4)</i>	65
3.4.5.	<i>A expressão do conhecimento matemático em ação</i>	67
4.	ANÁLISE VISUAL E TEXTUAL: COMPETÊNCIAS E EMERGÊNCIAS	73
4.1.	O corpus de análise: processo de determinação das ações significativas e depoimentos.	73
4.2.	Desenvolvimento do Pensamento Computacional: metatexto	80
4.2.1.	<i>Construção de Algoritmos</i>	81
4.2.2.	<i>Decomposição</i>	84
4.2.3.	<i>Reconhecimento de Padrões</i>	85
4.2.4.	<i>Abstração</i>	86
4.2.5.	<i>Depuração</i>	87
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	90
6.	REFERÊNCIAS	94

INTRODUÇÃO

A aprendizagem de conteúdos de Matemática é um processo que pode ser complexo e difícil. Sob a forma de transmissão de conteúdos, característica das formas tradicionais de ensino, esse aprendizado envolve memorização de fórmulas e procedimentos. Mais ainda, os conteúdos e atividades propostas são exercitados de forma mecânica. Os estudantes, nesse contexto, não têm permissão ou abertura para o exercício de sua imaginação e criatividade.

Conforme destaca Ponte (2004, p.10),

O Ensino da Matemática caracterizou-se pela memorização e mecanização, também conhecido (sic) como “ensino tradicional”. Com isso, se exigia do aluno que decorasse demonstrações de teoremas (memorização) e praticasse listas com enorme quantidade de exercícios (mecanização). Todavia, os resultados desta metodologia de ensino não foram significantes.

Esse pano de fundo educacional repercute na situação dos resultados do país em exames internacionais como o PISA (Programa Internacional de Avaliação de Alunos, do inglês), que avalia países em matemática e ciências da natureza. Segundo os dados apresentados no último relatório exposto pelo INEP (BRASIL, 2018a), o Brasil, com resultados médios de 384 pontos, disputa a última posição na América do Sul com a Argentina, que computa 379. Já Uruguai (418), Chile (417), Peru (400) e Colômbia (391) estão à frente.

Num cenário em que o país produz resultados educacionais piores do que aqueles de países com menores economias, é mister, portanto, uma mudança nos processos de ensino e aprendizagem. Dada a crítica ao “ensino tradicional”, ou ao ensino baseado numa abordagem professoral de alunos receptores com ênfase em exercícios de fixação, cabe aqui buscar alternativas e inovações. Uma possibilidade que pode ser aventada é olhar para aquilo que o desenvolvimento tecnológico oferece.

Com o avanço tecnológico constante na humanidade, ferramentas são criadas e recriadas no sentido de simplificar e acelerar procedimentos. Exemplos dessas ferramentas são os computadores, sejam eles humanos, mecânicos, digitais e/ou quânticos. Computadores, no último século, se integraram em inúmeras atividades humanas, inclusive nas salas de aulas (DENNING, 2019). Segundo Wing (2006), computadores influenciam igualmente a produção de conhecimento em diversas áreas. Existe, portanto, oportunidade para que o ensino de Matemática faça uso

dessas inovações computacionais a fim de superar as deficiências do ensino tradicional.

Com essa inquietação em mente, durante a licenciatura em Matemática, no ano de 2010 (primeiro semestre) desenvolvi intervenções pedagógicas mediadas por tecnologia, concretizadas no desenvolvimento de um minicurso para utilização do Geogebra no ensino de funções. Dessa prática, originou-se uma comunicação oral com artigo publicado nos anais do IX SNHM (Simpósio Nacional de História da Matemática).

Nos dois anos e meio seguintes, pude participar do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) do Instituto Federal da Bahia no Campus Valença (IFBA), que tinha como propósito integrar as tecnologias nas aulas de Matemática. Nesse contexto, sob a orientação do Coordenador de área, planejei e desenvolvi intervenções pedagógicas focadas principalmente nos *softwares* de representação gráfica Geogebra e Cabri Geometre para o ensino de funções e geometria. Por meio da participação no PIBID, pude observar o potencial das tecnologias aplicadas ao ensino de Matemática por estudantes do Ensino Médio.

Ao finalizar a participação no PIBID, tive oportunidade de realizar um intercâmbio de dezesseis meses na *University of Calgary*. Nesse lugar, fiz parte da pesquisa em Matemática pura liderada pelo professor Gilad Guor, focada em medições de informação quântica. O intercâmbio favoreceu uma nova visão das tecnologias e, mais profundamente, reconheci o papel importante que cada vez mais elas ganham na vida das pessoas.

De volta ao Brasil, em 2015, integrei como bolsista de iniciação de inovação tecnológica, no projeto coordenado pelo professor doutor Eduardo Cambuzzi. No âmbito desse projeto, desenvolvi objetos de aprendizagem baseados em robótica educacional, inclusive com divulgação no seminário do grupo de pesquisa de Educação, Ciência e Tecnologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Campus Valença (IFBA-Valença). Especificamente, desenvolvi intervenções pedagógicas que utilizavam o *software Scratch* na programação de robôs Lego NXT MINDSTORMS para o ensino conceitos de Geometria Analítica.

Em 2016, apresentei como resultado do trabalho desenvolvido uma análise do Construcionismo inserido nessas práticas educacionais mediadas por robótica, na forma de uma monografia. Nessa direção, foi possível observar os avanços no campo

da computação e das tecnologias digitais sendo evidenciadas na pesquisa em educação que tem se dedicado a criar e explorar processos de ensino-aprendizagem que integrem tecnologia — o Construcionismo.

Seymour Papert (1980) concebeu o Construcionismo como paradigma para o ensino baseado no computador. Esse paradigma pressupõe que o conhecimento é construído a partir das interações do indivíduo com seu meio social, e que é através da construção autônoma, baseada em um projeto de entidades públicas (objetos com significados reais), que esse conhecimento é internalizado. Ao Construcionismo se atrela, por definição, o ensino mediado por computadores.

Neste contexto, Papert faz menção ao corpo de habilidades a serem desenvolvidas através desse paradigma educacional: o Pensamento Computacional (PC). Ele o faz, no entanto, sem maiores desdobramentos. Anos mais tarde, Jeannette Wing (2006) inicia a discussão do que seria o Pensamento Computacional, ou como ela pontua: pensar como um cientista da computação. Conjuntamente com Jan Cuny e Larry Snyder, Jeannette Wing (WING, 2011)¹ define o Pensamento Computacional como os processos mentais envolvidos em formular um problema e expressar suas soluções de tal forma que um computador — homem ou máquina — possa efetivamente executá-las.

Conseqüentemente, a robótica educacional, que é uma atividade de programação por design, conecta-se com compreender mais sobre o Pensamento Computacional. Isso ocorre, uma vez que, este tipo de robótica se empresta da robótica industrial (ramo responsável pela criação de processos autônomos computadorizados) para criar ambientes lúdicos, baseados em programação, solução de problemas, ludicidade entre outros elementos.

Ainda mais importante, de acordo com Campos (2017), na última década, a robótica tem atraído o interesse de docentes e pesquisadores como um importante recurso para o: desenvolvimento cognitivo de alunos da Educação infantil ao Ensino Médio; a materialização do aprendizado de Ciências, Matemática, Tecnologia, Computação e outros saberes; bem como, estruturar o ensino de forma lúdica e diversa da forma tradicional de ensino de matemática e ciências. Para além, há ainda, como Oliveira e Mil (2020) apontam, a tendência de inserção da robótica educacional

¹ Em trabalho nunca publicado, mas referenciado em “Computational Thinking – What and Why.

em ações pedagógicas para o empoderamento de grupos sociais — como é possível observar nas intervenções de Ben e Santos (2020) que levam conhecimento de robótica para garotas de escolas públicas periféricas.

Apropriando-se de Valente (2016), pensar em educar por meio da robótica educacional é passar a refletir sobre o corpo de habilidades chamado de Pensamento Computacional. Associa-se, então, um arcabouço teórico formado entorno da robótica educacional: sua relação com ensino de Matemática; o Construcionismo (PAPERT, 1980) orientador desses processos e o Pensamento Computacional (WING, 2006, 2011, 2014; DENNING, TEDRE, 2019) que pode ser fomentado por meio dele.

Logo, para mim, é bastante interessante explorar estes conceitos no universo da Educação Básica, em específico no campo da robótica educacional e do ensino de Matemática no Ensino Médio. Ou seja, criar intervenções pedagógicas de Robótica Educacional (RE) na Educação Básica para Ensino de Matemática com as devidas repercussões interdisciplinares, pressupõe observar sistematicamente o desenvolvimento do PC associado com a construção do conhecimento matemático. O que coaduna, portanto, com a aquilo que Ávila et al (2017, p.9) descrevem em seu estado da arte:

Portanto, o PC, tendo a robótica como estratégia, é um tema onde diversas questões estão em aberto, principalmente metodológicas, no sentido de guiar a realização de intervenções que visam desenvolver habilidades do PC. Também existem questões de cunho prático pois, para uma ampla disseminação, é preciso investimento em capacitação de profissionais e aquisição de equipamentos (dispositivos robóticos). Enfim, pesquisas devem ser realizadas para estabelecer estratégias de intervenções realmente efetivas para a melhoria da capacidade cognitiva de crianças e jovens.

Na questão de buscar viabilidade, simplicidade e clareza para essas intervenções pedagógicas baseadas em Robótica Educacional, resta a questão do hardware e do ambiente de programação. Com isso em mente, faz sentido a escolha de uma robótica acessível e de código aberto como o Arduino e uma linguagem de programação visual como o *Scratch*.

Arduino é uma plataforma de prototipagem baseada em hardware e *software* de código aberto (consequentemente mais acessível física e financeiramente) cuja intenção é servir na produção de projetos interativos. Através de sua placa, Arduino interpreta o ambiente recebendo informação de diversos sensores e age nas suas cercanias por meio do controle de luzes, sons, motores e outros atores eletrônicos.

Desenvolvido pelo Lifelong Kindergarten Group, grupo de pesquisa do laboratório de mídias o Instituto de Tecnologia de Massachussetts (MIT), o ambiente introdutório de programação *Scratch* foi criado com o propósito de introduzir a programação visualmente para aqueles que não possuem nenhum tipo de experiência no assunto (MALONEY *et al*, 2010).

Há no *software* blocos de programação simples e intuitiva, como: condicionais, armazenamento de variáveis, operações lógico-matemáticas, etc. Logo, *Scratch* é tido como familiar às crianças que o utilizam, uma vez que é facilmente assimilável e permite imaginação e criação com mais sucesso e menos frustração de outros ambientes (ENCHANTING ROBOT CLUB, 2013).

Utilizando essas duas ferramentas, *Scratch* e Arduino, na composição das intervenções, busco responder à seguinte questão de pesquisa: **Como ocorre o desenvolvimento do Pensamento Computacional num processo de ensino-aprendizagem de Matemática em atividades de robótica educacional, baseadas no *software Scratch* associado à prototipagem em Arduino para Alunos da Educação Básica?**

Nesse íterim, o objetivo geral deste estudo é compreender o desenvolvimento do Pensamento Computacional através das habilidades expressas em uma intervenção de ensino, para promover a construção de conceitos matemáticos em atividades de robótica educacional baseadas no *software Scratch* associado à prototipagem em Arduino para alunos da Educação Básica. Os objetivos específicos foram assim definidos:

1. Desenvolver uma intervenção de ensino tendo como base a Robótica Educacional, o *software Scratch* associado ao Arduino.
2. Descrever aspectos motivacionais associados ao desenvolvimento do Pensamento Computacional na ação pedagógica baseada em robótica educacional.
3. Observar a construção do conhecimento matemático por meio da robótica educacional.
4. Identificar o Pensamento Computacional na construção de soluções com o uso do *software Scratch*.

Para tanto, foi desenvolvido projeto de pesquisa de natureza qualitativa aprovada pelo parecer de nº 5.424.170 do CEP da UESC (ANEXO I).

A pandemia do sars-cov-2 e suas variantes, além do número intolerável de vidas humanas perdidas (671.000 até a última escrita), fragilizou as ações pedagógicas das instituições educacionais públicas e inviabilizou por bastante tempo intervenções pedagógicas que requerem o compartilhamento de materiais didáticos.

É importante ressaltar que o trabalho de campo foi em diversas instâncias adaptado para os tempos pandêmicos, no seu desenrolar entre 2020 e 2022. As mudanças influenciaram o local, o público, e os instrumentos da intervenção pedagógica e da pesquisa.

Para tanto, foi criada uma intervenção pedagógica baseada em *Scratch* e *Arduino* mediada por *WhatsApp*, *Google Meet* e *Google Sala de Aula* e executada através da instalação de um clube de robótica em uma escola do município de Aratuípe, baixo sul da Bahia. Os dados foram coletados a partir dos três instrumentos de pesquisa: um diário do pesquisador, um questionário processual e gravações de tela.

Os dados do diário foram analisados qualitativamente de acordo com a observação da construção do conhecimento matemático e aspectos motivacionais da robótica educacional. O questionário processual e as gravações de tela foram analisados com método dedutivo-misto, baseado em Análise Textual Discursiva e Análise da Imagem em Movimento, com a concepção de categorias de análise *a priori*. Essa análise, por fim, é exposta através de um metatexto e cinco categorias de análise: decomposição, reconhecimento de padrões, algoritmos, abstração e depuração.

Assim, esta dissertação se estrutura da seguinte forma: no primeiro capítulo, **“PENSAR E EDUCAR SOBRE E ATRAVÉS DE COMPUTADORES”**, será tratado da gênese dos conceitos do Pensamento Computacional e sua associação com o Construcionismo, a busca por suas definições, e a problematização da sua integração na educação; Ainda, será definido o marco conceitual, para este estudo, da robótica educacional, da programação em linguagem visual, da placa de prototipagem *Arduino*; Por fim, constrói-se um pequeno panorama da pesquisa educacional acerca do PC, da programação *Scratch* e da Robótica Educacional.

Subsequentemente, no capítulo intitulado “**PERCURSO METODOLÓGICO**” discorre-se: *a priori*, sobre os instrumentos de pesquisa utilizados para análise das intervenções: o Diário de Aula (com sua dimensão própria de análise), o Questionário Processual e à Gravação de Tela; e, *a posteriori*, firma-se a Análise textual Discursiva (ATD) enquanto metodologia de estudo e divisa-se métodos de análise dos instrumentos de pesquisa de acordo com os objetivos supracitados; Conclui-se com o estabelecimento das categorias de análise do Pensamento Computacional.

No terceiro capítulo, “**A INTERVENÇÃO, O CONTEXTO E O DIÁRIO DO PESQUISADOR**”, são descritas a intervenção pedagógica, a instalação do projeto, e sua execução e difusão. É também nesse capítulo, que são analisados os registros do Diário do pesquisador em termos narrativos e reflexão-sobre-a-ação, e a criação de um pano de fundo para a análise dos demais instrumentos.

No último capítulo antes das considerações finais, “**ANÁLISE VISUAL E TEXTUAL: COMPETÊNCIAS E EMERGÊNCIAS**”, tem-se a análise dos instrumentos Gravação de Tela conjugado com o questionário Processual através de métodos baseados em ATD; portanto, nesse trecho discorre-se sobre categorias de análise definidas à anterioridade e emergidas do corpus analisado, e exposto o metatexto resultante.

1. PENSAR E EDUCAR SOBRE E ATRAVÉS DE COMPUTADORES

“Should the computer program de kid or
the kid program the computer?”
Seymour Papert.

Neste capítulo são tratadas as bases conceituais referentes à educação mediada por computadores. O foco aqui é o Pensamento Computacional e sua construção enquanto uma habilidade inserida em currículos nacionais. Ademais, é explorado o arcabouço teórico que orienta a educação mediada por computadores e a pesquisa em educação relacionada com o Pensamento Computacional. Além disso, no interesse da pesquisa de campo desenvolvida, discorre-se sobre as concepções metodológicas associadas ao *Software Scratch* e a Placa de Prototipagem Arduino

1.1. Pensamento Computacional

Apesar do nome, o PC não é um produto da sociedade da informação e seus computadores, nem da ciência da computação, muito embora sejam estes os maiores responsáveis pela sua crescente importância. Na verdade, o Pensamento Computacional surge, segundo Denning e Tedre (2019), antes dos próprios computadores.

Na linha do tempo traçada por estes pesquisadores, fica marcado que quando os primeiros criadores de algoritmos da humanidade elaboraram e expressaram suas criações, eles fizeram uso de suas habilidades enquanto pensadores computacionais. Seja na criação das soluções de equações, ou de normas para a criação das pirâmides egípcias, os primeiros computadores (grupos de matemáticos que conjuntamente resolviam algoritmos) consumiam o produto do PC.

Papert (1980), quando define o Construcionismo, faz menção ao corpo de habilidades a serem desenvolvidas através desse paradigma educacional: o Pensamento Computacional. Ele o faz, no entanto, sem maiores desdobramentos. Anos mais tarde, Jeannette Wing inicia a discussão do que seria o PC, ou como ela pontua, pensar como um cientista da computação.

A discussão sobre a natureza do PC, a partir da criação de um conceito e uma sistematização que englobasse o seu corpo de habilidades, foi formalmente iniciada em 2006. Neste ano, Jeannette Wing advogou que o pensar computacional será cada

vez mais de extrema necessidade numa sociedade de incremental presença dos computadores.

Wing (2006) descreve o Pensamento Computacional com uma ferramenta de pensamento de aplicação geral baseada em processos naturais ou artificiais. Ela lista, ilustrativamente, a associação do PC com a resolução de problemas, o design, e a própria condição humana. A pesquisadora também exemplifica esse pensamento como: compartimentalizar, abstrair, representar adequadamente, reanalisar, depurar, selecionar, armazenar, etc.

Ao descrever sem definir, Wing (2006) afirma que algumas características de quem pensa como um cientista da computação (quem possui PC) podem ser encontradas fora de um ambiente de programação. Uma delas, *prefetching* (guardar de forma planejada), pode ser observada no ato de arrumar uma mochila.

Ao determinar o horizonte para o PC, Wing (2011) se preocupou em delinear o que certamente são aspectos do PC e suas contraposições. Assim, qualifica o PC como: conceitualizar e não programar; ser composto de habilidades fundamentais, mas que nem por isso são mecânicas; ser a forma como humanos pensam e não computadores pensam, uma vez que computadores não pensam; complementar e combinar o pensamento dos engenheiros e dos matemáticos, ou seja, não constitui pensamento à parte; ser movido por ideias e não por instrumentos.

Mais tarde, Wing (2014) define o Pensamento Computacional como os processos mentais envolvidos em formular um problema e expressar suas soluções de tal forma que um computador — homem ou máquina — possa efetivamente executá-las.² Assim, dando destaque para a relação linguística que deve ser desenvolvida pelo pensador com computadores

Denning e Tedre (2019), alternativamente, destacam suas definições do PC como:

- Projetar computações para que computadores executem e façam trabalhos por nós.
- Explicar e interpretar o mundo como uma complexa atividade de processamentos de informações.

² Computational thinking is the thought processes involved in formulating a problem and expressing its solution(s) in such a way that a computer—human or machine—can effectively carry out.

Aqui vale destacar o uso de: computações, para aludir a um processo que, mesmo fazendo uso de língua e linguagem, é matemático; trabalho, para identificar um processo que possui valor e significância; explicações, para determinar que o indivíduo que pensa se põe como observador de uma realidade. Esse cuidado é necessário para evitar aquilo que eles chamam de pensamento desejoso³

Ademais, Denning e Tedre (2019) definem as quatro classes desse pensamento desejoso:

- Computadores podem realizar qualquer trabalho uma vez que se crie um algoritmo (não, computadores são limitados por *hardware*, memória, processador, etc.);
- Aprender a programar implica na capacidade de resolver problemas em todas áreas em que a computação é aplicável (não, áreas distintas demandam um conjunto de conhecimentos distintos);
- Computadores não são essenciais para o PC (embora seja possível, desenvolver PC sem computadores, computadores não-humanos foram criados com a função de eliminar erros humanos);
- Imaginar que computadores são inteligentes (eles não o são, apenas realizam tarefas muito mais rápido que humanos).

Esses são erros e posturas não incomuns nos processos de ensino-aprendizagem mediados por computadores que solapam e frustram os resultados de práticas pedagógicas.

1.2. As Sistematizações do Pensamento Computacional

Consonante com as primeiras alusões de Wing (2006), Denning (2017) aponta diversas entidades da institucionalidade educacional que levantaram debates para definir um quadro de habilidades para o PC no Reino Unido, Austrália e Nos Estados Unidos.

Segundo Grover e Pea (2013), educadores, a pesquisa em Educação Científica e novos currículos têm definido o Pensamento Computacional como composto por: abstração e padrões de generalização (incluídos modelos e simulações); processamento sistemático de informação; sistemas simbólicos e

³ Wishful thinking, no original.

representação; noções algorítmicas de fluxo de controle; decomposição estruturada de problemas; pensamento recursivo, iterativo e paralelo; lógica condicional; precauções de performance e eficiência; depuração e sistematizações de buscar pelo erro.

Por exemplo, o CSTA⁴ e ISTE⁵ (2011) providenciaram uma lista de vocábulos para o PC: algoritmos e procedimentos, automação, simulação, paralelização. Paralelamente, Brennan e Resnick (2012) no MIT desenvolveram uma esquematização teóricas para o PC que envolve 3 dimensões-chave: conceitos computacionais que incluem termos de programação como: sequências, loops, paralelização, eventos condicionais, eventos operadores e dados; práticas computacionais, iteração, depuração e abstração; perspectivas computacionais, expressar, conectar e questionar.

Pensando na inserção do PC no Ensino de Matemática e Ciências e em munir os professores de referências para intervenções e avaliações pedagógicas, Weintrop *et al.* (2016) buscaram classificar o PC em quatro categorias — práticas relacionadas a dados, práticas de modelagem e simulação, práticas computacionais de resolução de problemas e práticas de pensamento sistêmico — que se desdobram em vinte e duas outras habilidades oferecendo uma das mais vastas taxonomias⁶ do PC.

Mais tarde no Brasil, a partir da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), é estabelecida a seguinte competência geral a ser desenvolvida em relação às Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2018b, p. 490).

Por conseguinte, a BNCC traz que o PC deve ser trabalhado por meio do desenvolvimento de quatro habilidades: abstração, algoritmo, decomposição, e

⁴ Associação de Professores de Ciência de Computação nos EUA.

⁵ Sociedade Internacional para Tecnologia na Educação.

⁶ Essas habilidades serão melhor analisadas como referência no capítulo metodológico, uma vez que este estudo analisa as habilidades observadas no Pensamento Computacional no Ensino de Matemática.

reconhecimento de padrões. Um conceito mais enxuto em relação a maioria dos outros Países. Ainda assim, a BNCC (BRASIL, 2018b) propõe que o Pensamento Computacional está associado com habilidades como compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, seja de forma metódica e sistemática, tentativa e erro, ou por meio do desenvolvimento de algoritmos.

1.3. Contexto, Construtos, Instrumentos e a Pesquisa em Pensamento Computacional

Pesquisas educacionais têm discutido como os conceitos de PC podem ser incorporados em ambientes educacionais. Segundo Hadad *et al.* (2020) setenta por cento da pesquisa em língua inglesa relativa ao PC tem se originado da Formação de Professores, com mais quinze por cento se originando da Educação Básica. Havendo ainda um foco majoritário nas disciplinas de STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática).

Algo que pode espelhar isso no Brasil, é a pesquisa de Alves *et al.* (2020, p. 48) que realizou um estudo que buscava “apresentar uma alternativa para reduzir as dificuldades dos professores de Física, que desejam inserir nas suas aulas atividades experimentais por meio de aquisição automática de dados”.

Lockwood e Mooney (2018), em revisão bibliográfica, apontam que relativamente à matemática, os tópicos mais recorrentes dessas tentativas de incorporação são: representação numérica, polinômios; redução e composição, desigualdade triangular; aproximação, arredondando erros e resultados de equações quadráticas.

Em relação ao enfoque dos estudos do PC, Hadad *et al.* (2020) discriminam uma tendência significativa em estudos cognitivos (habilidades e competências) primários (análise pura do PC) que buscam avaliar o PC sem o uso de programação,

No Brasil temos exemplos como as pesquisa de:

Sampaio *et al.* (2018) [...] tem a finalidade de explorar um mapeamento teórico entre as habilidades do PC e do Contexto Matemático descrito por Niss (2003), a partir das 20 questões do PISA 2012 [...] Costa, Campos e Guerrero (2016) [...] identificou a relação do PC com questões de Matemática do 8º e 9º anos do Ensino Fundamental [...] Mestre *et al.* (2015) [...] discute sobre as habilidades do PC e as Capacidades Fundamentais de Matemática que são necessárias para desenvolver o letramento matemático no contexto da resolução de problemas [...] Barbosa (2019) [...] buscou identificar como esses

aspectos foram manifestados no grupo de estudantes durante a construção de fractais. (SILVA, 2020, p. 28-32)

Hadad *et al* (2020) também ventila uma significativa linha de estudos não-cognitivos secundários (analisando PC em composição com outras disciplinas, principalmente de STEM) com o foco em analisar o desenvolvimento da programação. E ao fazê-lo, por contraste, trazem à tona o quão são esparsos os estudos de natureza cognitiva secundária que conjuguem construtos baseados em programação, como os da Robótica Educacional, com instrumentos metodológicos para o ensino de matemática.

Em se tratando de instrumentos, programar é ainda, e provavelmente continuará a ser, o meio mais popular de difundir às habilidades do PC e integrá-las ao Ensino Matemática e Ciências (LOCKWOOD e MOONEY, 2018). Além de continuar a ser uma grande ferramenta para mostrar como o PC pode ser aplicado na resolução de problemas da realidade. Isso se dá através de conceitos como: condicionais, iteração, informação e dados. Para tanto, essa programação no ambiente escolar pode fazer uso de *Scratch*, planilhas, *Python*, *BASIC* e *Visual Basic*.

Há ainda o argumento instado por Lockwood e Mooney (2018), de que o uso de linguagens visuais (*Scratch*, *Tinkercad*, *BlockDuinoForKids*, etc.) e simples simulações permitem que as habilidades algorítmicas essenciais⁷ do PC possam ser ensinadas de formas bem menos intimidatórias. Permitindo, assim, que o ensino através de programação possa focar nas habilidades compartilhadas entre o PC e a disciplina objetivada. Neste estudo a matemática.

1.4. Na Origem Havia o Construcionismo

Foi ao situar o Construcionismo, que Papert denominou um tipo de pensamento associado às relações humanas com computadores, o Pensamento Computacional. Compreender o Construcionismo, portanto, é parte essencial e não afastada da compreensão do PC na educação.

O Construcionismo parte das ideias de Seymour Papert (1980) sobre o processo de ensino, uma vez inseridos meios tecnológicos. Enquanto metodologia, o

⁷ Outras estratégias com esse viés foram o uso de: o *Minecraft*, *Printcraft*, atividades de *CS Unplugged*, e criação de jogos como *Scalable Game Design (SGD)* da University of Colorado.

Construcionismo propõe que o aprendizado – e, portanto, a construção do conhecimento – se dá a partir da construção de objetos com significados reais.

Construção é a chave do aprendizado formal e informal, porque o aprendizado trata-se não da aquisição de informações pré-ordenadas, pensadas ou fabricadas, mas da construção e recriação de conhecimentos. Algo que por si só é bem diferente da memorização de conceitos e fórmulas.

Segundo Harel e Papert (1991), a teoria construcionista advoga que indivíduos aprendem mais efetivamente ao construir artefatos que podem ser compartilhados por outros e passarem por profundas reflexões, como: peças teatrais, poemas, peças cartográficas, maquetes, modelos e programas de computador. Claro, estes artefatos, quaisquer que sejam, devem ter significados profundos para estes indivíduos de forma que estes se sintam extremamente engajados no aprendizado.

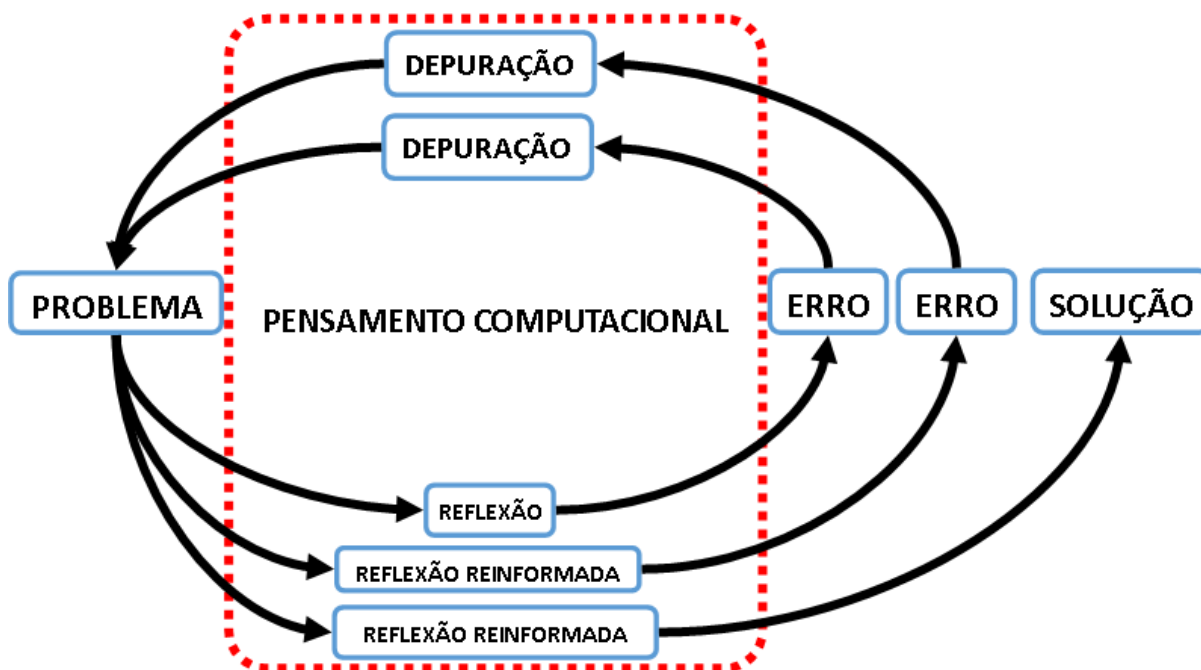
Reforçando, o Construcionismo busca dotar o processo de ensino da capacidade de gerar internalização de saberes por parte dos aprendizes. Ou seja, sob o Construcionismo, o aprendiz é permitido a criar ferramentas. E, nesse processo, ele cristaliza seu conhecimento ao aplicar conhecimentos formais e sistematizados de forma pragmática e útil.

O que contribui para a diferença entre essas duas maneiras de construir o conhecimento é a presença do computador — o fato de o aprendiz estar construindo algo através do computador (computador como ferramenta). O uso do computador requer certas ações que são bastante efetivas no processo de construção do conhecimento. Quando o aprendiz está interagindo com o computador ele está manipulando conceitos e isso contribui para o seu desenvolvimento mental. Ele está adquirindo conceitos da mesma maneira que ele adquire conceitos quando interage com objetos do mundo, como observou Piaget. (VALENTE, 1993, p.1)

O Construcionismo, por definição e conforme denotado acima, orienta os trabalhos de docência baseados em tecnologia (ou seja, está intrinsecamente associado com o PC). Sendo ele gestado por Seymour Papert e seus pares no Massachusetts Institute of Technology (MIT), para orientar a inserção da mediação do aprendizado por meio das novíssimas tecnologias da informação. Importante digressão, práticas de ensino que se utilizam de programação, que buscam desenvolver o PC, estão no cerne desse paradigma, uma vez que não apenas trazem meios de formalização de conceitos lógicos, matemáticos e abstratos, mas igualmente permitem aos aprendizes criarem ferramentas.

No Brasil, Valente (1993) trata do computador na educação no contexto de uma sociedade do conhecimento. O computador na educação, nessa sociedade, responde às demandas do letramento digital (VALENTE, 2016) e naturalmente trazem o Construcionismo às práticas educacionais mediadas pelo computador.

Figura 1: Espiral da Aprendizagem



Fonte: Criada pelo autor (2022) adaptado de Valente (2005)

Valente (2005) ainda adiciona (figura 1) que o aprendizado mediado por computadores, em processos de resolução de problemas ou construção de soluções algorítmicas por ocasião da depuração, acaba por criar uma Espiral de Aprendizagem. Essa espiral metafórica descreve um processo de aprendizagem que consiste em rotinas recursivas delimitadas pela compreensão/reflexão sobre o problema, a solução, e o erro. Pensa-se, propõe-se soluções, erra-se, reflete-se sobre erro, propõe-se soluções de forma cíclica. Os processos internos da espiral – que são procedimentos de Pensamento Computacional – criam, por conseguinte, uma jornada iterativa de aprendizado.

A espiral de aprendizagem (VALENTE, 2005) traz o erro a um papel de relevância, que sai do fim do processo de resolução, para o início do processo de resolução. Para além do erro, em processos de otimização – busca por soluções algorítmicas que demandem menos linhas e elementos do código e/ou menos

processamento – os professores podem insuflar o espiralamento da aprendizagem. É um corolário simples, portanto, que dentro de uma espiral de aprendizagem as habilidades do PC, juntamente com outras habilidades (definidas como foco do processo de ensino), são construídas.

1.5. Objetos com Significados Reais: robôs educacionais

A robótica é um campo da computação extremamente distinto. Ela se encarrega de utilizar-se de programação e engenharia para criar máquinas, ferramentas e objetos autônomos. Esses objetos, então, são capazes de com mínima ou nenhuma intervenção humana executar tarefas dentro das capacidades de seu *hardware e software*.

Em síntese, a robótica é o ramo da ciência que estuda e desenvolve robôs. O Instituto de Robótica da América (ROBOT INSTITUTE OF AMERICA, 1982) definiu um robô como um manipulador reprogramável e multifuncional projetado para mover materiais, partes, ferramentas ou dispositivos através de movimentos programados para uma variedade de tarefas.

A robótica, logo, adveio da necessidade de otimização dos métodos de produção, uma vez que estas máquinas emprestam precisão mecânica as ações que estes executam. Frey e Osborne (2013) afirmam que o compasso da inovação tecnológica é ainda crescente, com novas tecnologias – e a robótica corre a frente dessas tecnologias – tomando mercados de trabalho e tornando certas profissões redundantes e, portanto, obsoletas. Aprender robótica é, portanto, manter-se à frente do compasso da inovação tecnológica. Dominar processos baseados em robótica, portanto, encaixa-se no rol de habilidades, senão essenciais, mas transformadoras para as gerações vindouras.

A Robótica Educacional, educativa ou pedagógica, deriva da robótica industrial. Na robótica industrial o objetivo é substituir a mão de obra humana em trabalhos repetitivos ou insalubres. Já na robótica educacional, o objetivo é promover o aprendizado multidisciplinar de modo a promover a interação entre os aprendizes, estimulando-se, assim, a criatividade e a inteligência.

A robótica pedagógica pode ser definida como a utilização da robótica industrial num contexto onde as atividades de construção e controle de dispositivos, usando kits de montar ou outros materiais, propicia o manuseio de conceitos de ciências em geral num ambiente de sala de aula, nos diferentes níveis de ensino. (D'Abreu, 2002, p.1).

O processo de ensino e aprendizagem baseado em robótica tem cunho construcionista, ou seja, o de fazer o aluno criar, analisar, questionar, construir e testar suas ideias, de modo a que este se aproprie do conhecimento. Segundo D'Abreu e Condori (2017), a Robótica Educacional (Robótica Pedagógica, no seu termo mais recorrente) é um ambiente de aprendizado onde concreto e abstrato se conciliam ludicamente nas tarefas de resolução de problemas que podem se emprestar de múltiplas áreas do conhecimento.

A construção de robôs para fins pedagógicos traz consigo elementos da robótica que permitem o engajamento num trabalho de engenharia nos seus termos e os adiciona um componente de ludicidade. Ela, como seus pioneiros propuseram – Seymour Papert, um deles – cumpre um papel do objeto de aprendizagem no processo educacional do paradigma construcionista.

Trata-se aqui da construção ou programação de um robô, sem nenhum sentido subjetivo outro, mas cujas intenções educacionais envolvidas com a construção são maiores que o produto final em si. Há nessa construção a finalidade de que, ao passo que este processo aconteça, sejam exploradas formas diversas de conhecimento. Conhecimentos que podem nem sempre, ao primeiro exame, estarem imbricados na construção de uma máquina dessas.

A ludicidade associada à produção de robôs estimula a criatividade e gera motivação. E, de acordo com Vargas et al (2012, p. 6):

A utilização da robótica educacional como ferramenta do processo ensino aprendizagem, torna o ambiente acadêmico mais atraente e enfatiza um apelo lúdico ao mesmo, propiciando a experimentação e estimulando a criatividade. Ela surge como uma maneira de viabilizar o conhecimento científico-tecnológico, permitindo aos estudantes estarem em contato direto com novas tecnologias e com aplicações práticas ligadas a assuntos que fazem parte do seu cotidiano.

A Robótica Educacional tem em si não só a capacidade de tornar lúdica a própria ação de programar. Ela vai mais longe. A robótica permite que educadores explorem diversos conhecimentos e, nesse expediente, foquem sua prática pedagógica em ações nas quais os conhecimentos aprendidos devam ser usados como ferramentas de uma construção. Não por menos, ela foi inserida no itinerário pedagógico da BNCC (BRASIL, 2018a).

Um aprendiz de robótica reelabora os seus conhecimentos — aqui, tanto prévios, quanto os recém “adquiridos” — e cria uma ferramenta (nesse caso programa), que é consequência direta da ação do aprendiz de se educar. Portanto, o educando constrói seu conhecimento, transformando conceitos abstratos — nesse trabalho os conhecimentos da Matemática — em ações de um robô.

1.6. Fatores Subjetivos da Aprendizagem Associados à Robótica Educacional

Um aspecto extremamente relevante no uso da Robótica Educacional é o fator motivação. Pode-se dizer sobre a motivação:

A motivação é reconhecida por muitos autores como uma das grandes potencialidades pedagógicas da RE (...). De facto (sic), a RE demonstra um grande poder para motivar e envolver os alunos nas atividades (sic), estimulando a sua curiosidade natural. Em alguns estudos este entusiasmo levou a que os investigadores notaram que havia alunos que queriam trabalhar durante os intervalos, bem como alunos normalmente desatentos que revelavam uma inusitada aplicação nas novas tarefas. Não é de estranhar então que a RE seja encarada como uma forma de motivar os alunos para áreas mais “difíceis”, como a Ciência e a Matemática, onde é reconhecida a necessidade de atrair alunos. (COUTINHO, COSTA, RIBEIRO, 2011, p. 441).

Associada a motivação, outra possibilidade da RE muito maior do que criar um robô que pega coisas, ou aprender a criar programas no *Scratch*⁸, é que a robótica educacional traz para os aprendizes a forma de aprender baseada na autonomia do aprendiz, no pensar em modelos, e na resolução de problemas.

Quando os alunos estão perante o desenvolvimento de um projecto (sic) robótico em que este é concebido e estruturado por si próprios, procuram resolver os problemas com os quais se deparam em todo o processo de uma forma autónoma. Assim, perante desafios de vária ordem, eles procuram os conhecimentos já adquiridos e outros empíricos para os auxiliarem na sua busca. (COUTINHO, COSTA, RIBEIRO, 2011, p. 442).

Pretende-se, dessarte, munir os aprendizes da capacidade de se autodiagnosticar e situar onde encontram-se na execução de tarefas, determinando que conhecimentos detêm ou não detêm. E, por conseguinte, ter um melhor ponto de partida para questionar e criar esquemas. Esta criação de esquemas ou modelagem matemática, segundo Bassanezi (2002, p. 16), pode ser definida da seguinte maneira:

⁸ Mais na sessão subsequente.

“a modelagem matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”.

Ademais, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para a Matemática já determinavam a importância dessa ação de modelar como uma das competências esperadas dos aprendizes da educação básica da forma seguinte:

Expressar-se corretamente utilizando a linguagem (...) adequada a elementos de sua representação simbólica e apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento aprendido, através de tal linguagem”. Ou seja, no momento em que os aprendizes elaboram esses esquemas mentais eles solidificam sua própria capacidade linguística em relação à Matemática. (BRASIL,1997, p. 237).

O esquema mental (modelo) abre portas para o conhecimento científico propriamente dito. Como uma forma de pensar, executar e organizar Matemática, ele transforma os conhecimentos em instrumentos (ou seja, criar esquemas mentais é pensar computacionalmente, quando pensamos numa perspectiva de computadores humanos). Sobre o papel generalizador da Matemática com a porta de entradas do conhecimento sistemático e científico Bassanezi (2002, p.17) afirma:

Matemática passou a funcionar como agente unificador de um mundo racionalizado, sendo um instrumento indispensável para a formulação de teorias fenomenológicas fundamentais, devido, principalmente, ao seu poder de síntese e de generalização.

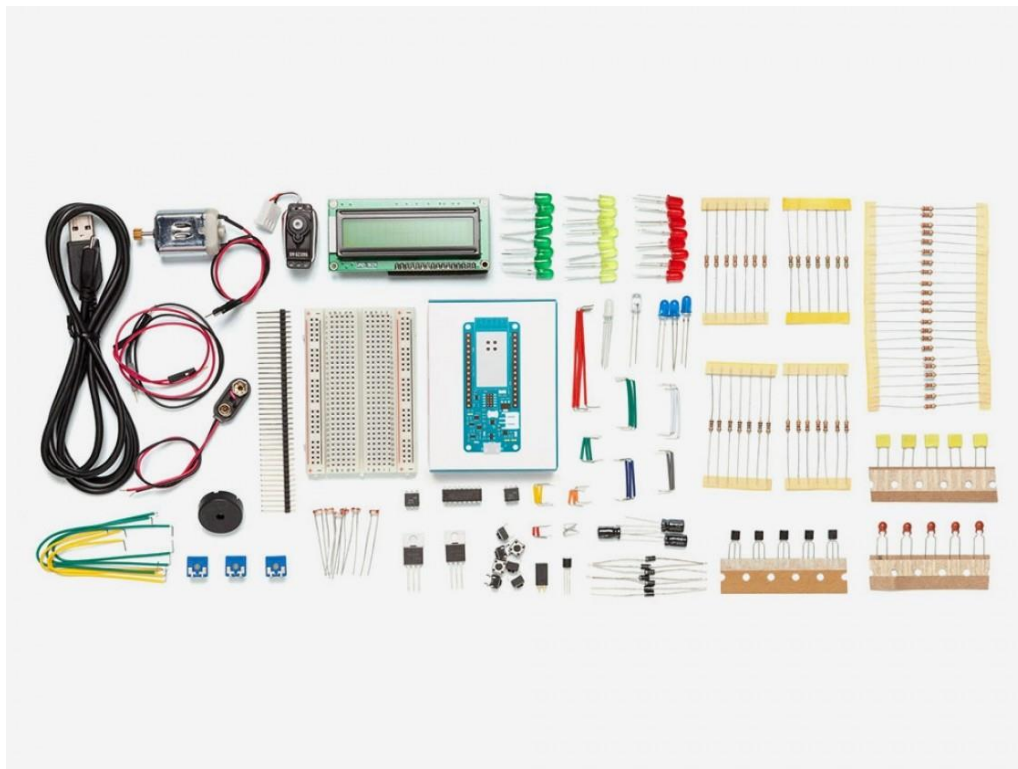
Em resumo, quando se combina a autonomia de ação provida pela orientação construcionista, com os elementos motivadores, a ludicidade, e a capacidade de criação da robótica educacional, e o PC associado a estas, permite-se caminhar pedagogicamente mais adentro da complexidade matemática. Contrastando-se, portanto, com a pura e simples resolução de problemas descontextualizados.

1.7. O Arduino e a Linguagem Scratch: os instrumentos de construção da RE e do PC.

Segundo sua desenvolvedora, Arduino é uma plataforma de prototipagem baseada em *hardware* e *software* de código (consequentemente mais acessível física e financeiramente) aberto cuja intenção é servir na produção de projetos interativos. Mais ainda, através de sua placa, Arduino interpreta o ambiente recebendo

informação de diversos sensores e age nas suas cercanias por meio do controle de luzes, sons, motores e outros atores eletrônicos, conforme ilustra a Figura abaixo.

Figura 2: Arduino e seus Elementos



Fonte: Criado pelo Autor (2021)

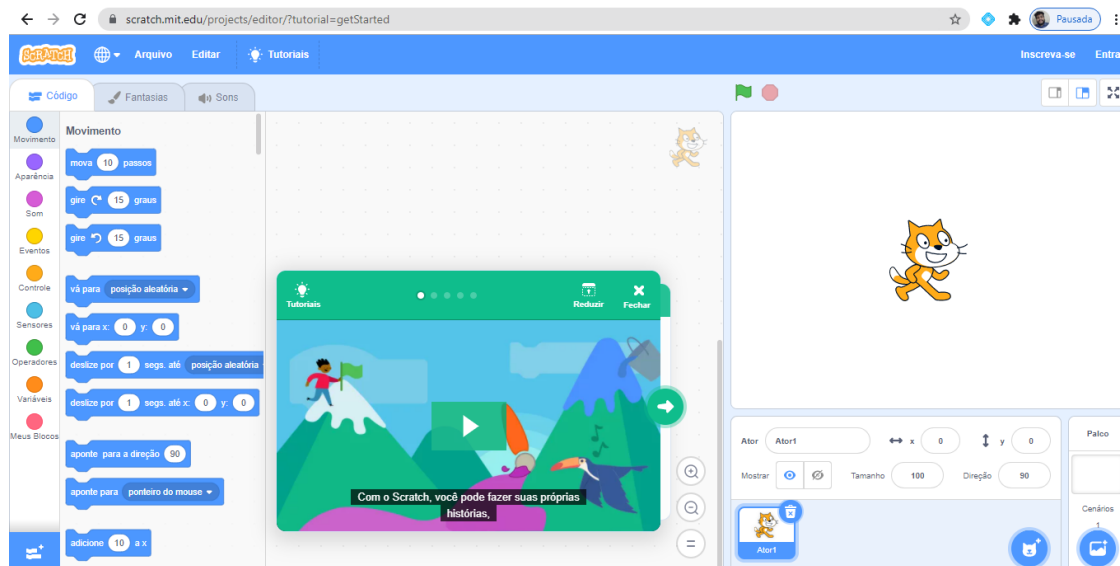
Já o *Scratch* é um ambiente de programação utilizado por crianças do mundo todo, relata *Enchanting Robot Club* (2013). O *Scratch* é familiar às crianças que o utilizam, uma vez que é facilmente assimilável e permite imaginação e criação com mais sucesso. O *Scratch* usa uma linguagem de programação voltada para o aprendizado.

Maloney et al. (2010) descrevem que o *Scratch* foi desenvolvido num grupo de pesquisa, o Lifelong Kindergarten Group (Grupo de Contínuo de Pesquisa Pré-Escolar, traduzido livremente), no laboratório de mídias do MIT. Eles ainda explicam que o ambiente teria o propósito de introduzir de maneira prática e fácil programação para aprendizes jovens e leigos

Originalmente utilizado para criar animações, o *Scratch* através de pequenas adaptações, tem a capacidade de criação de programas e controle sobre motores e

sensores – permite que este seja nos robôs utilizados para controlar o hardware. A figura subsequente mostra o ambiente do *Scratch*.

Figura 3: O ambiente de Trabalho do Scratch



Fonte: Criado pelo Autor (2020)

Como elementos lúdicos o *Scratch* tem blocos com características visuais extremamente marcantes. Os blocos de programação são coloridos de acordo com aspectos diferentes (controles, sensores, operadores matemáticos, operadores lógicos, sons, etc.). Além de formatos diferentes condizentes com a forma com a qual esses aspectos se relacionam entre si. MALONEY *et al.* 2010 enunciam ainda que a linguagem de programação do *Scratch* permite a manipulação de imagem e música para criação de histórias interativas.

Aureliano e Tedesco (2015) ressaltam ainda que as criações no *Scratch*, sendo organizadas na forma de quebra-cabeças, indicam por *design* os passos para serem combinados da melhor forma. Desta maneira, os comandos uma vez conectados formam programas que estão sempre sintaticamente corretos. Sem a preocupação com erros sintáticos, os usuários focam apenas na criação da lógica de funcionamento de seus projetos. O que abre ampla margem para intervenções educacionais baseadas em *Scratch*. Isso é algo que não fica resguardado na programação com a linguagem de controle do Arduino, o C ++.

O *Scratch* é lúdico e intuitivo. Este ambiente ainda não demanda intenso apego a cálculos e determinação dos menores detalhes. Para programas mais complexos, os aprendizes podem se esforçar mais na implementação dos algoritmos e aplicação

de seus conhecimentos. Uma vez que o paradigma deste estudo é construcionista, ele é a escolha lógica melhor, pois os aprendizes terão menor preocupação em programar e maior em resolver problemas.

1.8. A relação entre a Robótica Educacional e Scratch

A Robótica Educacional apresenta potencial pedagógico. Resultantemente, instituições, pesquisadores e educadores em geral têm se dedicado a realizar intervenções e estudos que criam um panorama da RE. Ilustrando esse cenário, Campos (2017, p.10) descreve:

Na última década, a robótica tem aguçado o interesse de docentes e pesquisadores como um importante recurso para o desenvolvimento cognitivo e habilidades sociais de alunos da Educação infantil ao Ensino Médio, e no embasamento para o aprendizado de Ciências, Matemática, Tecnologia, computação e outros saberes.

Essa tendência pode ser lida como um sinal de que a RE está rapidamente se difundindo na Educação Básica mesmo antes das alterações promovidas pela BNCC (sua inserção como uma das possibilidades para o ensino de matemática). Adicionalmente, é sinalizado para integração do Pensamento Computacional. Por conseguinte, estimulando o campo de pesquisa relacionado às intervenções de RE.

A partir deste cenário, Oliveira e Mill (2020), em pesquisa bibliométrica, apontam duas tendências em estudos e práticas realizadas na robótica educacional: no Ensino Fundamental, são utilizados *kits* comerciais objetivando introduzir a temática por meio de projetos para, então, aumentar o nível de complexidade dos conteúdos; no Ensino Médio e no Ensino Superior, aprofundam-se os estudos da robótica para introduzir conceitos de áreas como da Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática (STEAM, em inglês). Quanto ao Pensamento Computacional, este é trabalhado de forma integrada no Ensino Fundamental e como um componente curricular separado nos segmentos escolares subsequentemente.

Ainda, Oliveira e Mill (2020) apontam para um grande enfoque no papel do componente curricular educação tecnológica na inserção da robótica e afirmam que:

A educação tecnológica responde por parte das atividades práticas na robótica e são caracterizadas, em grande parte, pela elaboração, montagem e programação de artefatos robóticos, direcionadas, sobretudo, aos alunos de anos finais do ensino fundamental e da graduação (OLIVEIRA, MILL, p. 150).

Por conseguinte, essa disciplina de robótica de caráter amplo e escopo fluido é o que a BNCC (BRASIL, 2018a) orienta ser o lócus da formação tecnológica cidadã dos indivíduos do presente século. E essa valoração da Robótica educacional é demonstrativo do seu já argumentado papel cidadão por decorrência do progresso tecnológico.

Então, partindo da premissa de que o domínio da robótica educacional e do PC é um compêndio de habilidades necessárias ao exercício de uma cidadania do presente século, intervenções para o ensino de robótica educacional têm sido desenvolvidas como práticas emancipadoras. A intervenção descrita por Ben e Santos (2020, p 13), exemplifica essa tendência:

O projeto foi executado na instituição proponente e contou com a participação de 71 meninas, do 1º ao 3º ano do ensino médio, provenientes de escolas públicas e privadas do município e região. Os resultados desta experiência permitiram uma aproximação maior com a realidade das meninas no que se refere ao contato com a tecnologia.

Apesar da defendida importância da robótica educacional na educação básica, Campos (2017) aponta alguns aspectos que dificultam propostas educacionais baseadas em robótica educacional, como: alto valor financeiro dos *kits* no mercado, a falta de professores com domínio sobre o tema, a presença do computador na escola e a ausência de metodologias baseadas em projeto. O autor ainda corrobora:

Na comunidade de pesquisa sobre robótica em educação, é crescente a crítica sobre a falta de investigação quantitativa em como a robótica pode melhorar o aprendizado dos alunos. Apontamos a falta de um exame sistemático dos projetos de robótica e de uma avaliação significativa dos impactos, ou se alcançam seus objetivos. Em alguns casos, os benefícios esperados não são claramente mensurados e definidos por causa da não existência de um sistema de indicadores e de uma metodologia padrão de avaliação para eles. (CAMPOS, 2017, p. 10).

Por fim, de acordo com o excerto exposto sobre a análise das intervenções RE, há o questionamento à ausência de indicadores nos métodos de análise (que este estudo levará em consideração) dos resultados dessas intervenções. Evocando, em turno, a necessidade de estudos qualitativos sobre as competências do Pensamento Computacional, de modo que estes conceitos possam se associar consistentemente com as intervenções de robótica educacional.

2. PERCURSO METODOLÓGICO

“O erro é um lugar de norte localizado, também, para um aprender. Se ele for mapeado, é uma bússola para navegar”.
Marlúbia Corrêa de Paula

A investigação em educação matemática, como uma categoria de pesquisa educacional, tem feito o emprego de meios de pesquisa qualitativos (prevalentemente fenomenológicos-hermenêuticos e adjacientemente histórico-críticos), como aponta Fiorentini e Lorenzato (2012). A pesquisa dos processos de ensino-aprendizagem, conforme Bordam e Biklen (1982), ao se constituir qualitativamente, tem o pesquisador (professor) como instrumento principal, num esforço descritivo dos processos com dados quantitativos sendo emprestados para criação de contextos e significados.

A análise realizada, nessa premissa, debruça-se sobre intervenções que foram construídas numa pesquisa de observação participativa (GIL, 2008). Intervenções⁹, essas, de Robótica Educacional com programação via *Scratch* por meio de *smartphones* ou *tablets* num clube de robótica regido por um professor de matemática (este pesquisador) e composto alunos do Ensino Médio.

Para fins de pesquisa, este trabalho tem como instrumentos a observação participante individual natural e estruturada (LAKATOS; MARCONI, 2009) registrada no Diário de Pesquisador/Professor, associado a Gravação de Tela conjugada com o Questionário Processual. Aqui temos, portanto, análise e reflexão da própria práxis pedagógica do pesquisador e do aprendizado de alunos mediante os elementos supracitados. Destarte, faz-se este percurso metodológico analisando fenômenos, características e qualidades, algo que se inclina a perspectiva fenomenológico-hermenêutica (CHIZZOTTI, 2011).

A pesquisa, concorrentemente, orienta-se numa base que consiste em desenvolver uma intervenção de Robótica (Educacional) com suporte no *software Scratch* e na Plataforma Tinkercad. São três vetores de ação: descrever o papel da motivação, e do Pensamento Computacional na ação pedagógica baseada em robótica educacional; observar a construção do conhecimento do Matemático por

⁹Em “A INTERVENÇÃO, O CONTEXTO E O DIÁRIO DO PESQUISADOR” é tratada a estruturação das intervenções e o desenrolar da pesquisa em torno delas.

meio da robótica educacional; e, identificar o papel do Pensamento Computacional na construção de conceitos matemáticos com o uso do *software Scratch*.

2.1. Caracterização

O estudo presente foi realizado em uma escola pública do município de Aratuípe, Baixo Sul baiano, em intervenções pedagógicas virtuais de Robótica Educacional baseada em Arduino e *Scratch* por meio do Clube de Robótica para até 20 alunos das turmas do Ensino Médio. Em termos do projeto de intervenção associado a pesquisa, temos a seguinte estruturação:

Fase de Submissão à Comissão de Ética

- Submissão deste projeto à Comissão de Ética da UESC
- Aprovação pelo parecer de nº 5.424.170 do CEP da UESC¹⁰

Fase de instalação do projeto

- Estudo dos conceitos de robótica, eletrônica, e sobre o uso e montagem dos *kits* de Robótica Arduino;
- Associação de conceitos de matemática com tarefas de robótica;
- Reconhecimento e avaliação do público-alvo de grupos de alunos que participarão do projeto.

Fase de planejamento de atividades

- Pesquisa empírico bibliográfica em conjunto com a orientadora sobre robótica educacional, Pensamento Computacional, Construcionismo, objetos de aprendizagem e aprendizagem com *Scratch*;
- Levantamento das possibilidades de uso da Robótica Educacional;
- Avaliação, análise e compreensão dos conteúdos de matemática a serem trabalhados através dos objetos de aprendizagem;
- Formulação de cenários de aplicação e conteúdo a serem abordados;

¹⁰ Anexo I

- Elaboração do plano de ação para a turma;
- Formulação e construção dos objetos de aprendizagem em matemática;
- Desenvolvimento de instrumentos de coleta de dados qualitativos.

Fase de execução e difusão

- Elaboração do plano de desenvolvimento dos objetos de aprendizagem;
- Colaboração na definição e formalização dos cenários utilizando robôs;
- Desenvolvimento dos planos educacionais;
- Análise do andamento do projeto em função do grupo de alunos, monitoramento e correção de falhas durante o processo.

Fase de análise e retroalimentação

- Aplicação dos instrumentos de análise qualitativos;
- Verificação da viabilidade e efeito pedagógico das intervenções;
- Sistematização e qualificação dos resultados da análise;
- Formalização dos objetos de aprendizagem criados ao longo do projeto;
- Divulgação dos resultados

2.2. Registros de Observação: o diário (de aula) do pesquisador

Reiterando a preocupação da pesquisa em educação como uma pesquisa focada no processo, como alertado por Fiorentini e Lorenzato (2012), durante o curso das intervenções pedagógicas, a pesquisa de campo se deu por meio de uma observação participante individual natural. Segundo, Lakatos e Marconi (2009) a observação, quando direta e extensiva, é o método de coleta de dados qualitativos que usa os sentidos para registrar as ações, os comportamentos, as relações dos indivíduos interpessoais dos indivíduos inseridos no campo da pesquisa.

Paralelamente, a observação é caracterizada como participante, pois o pesquisador é, ao mesmo tempo, o professor responsável pelo desenvolvimento e execução da intervenção educacional em questão (LAKATOS; MARCONI, 2009). É também natural, uma vez que o pesquisador já é pertencente daquele ambiente.

Ademais, como vem no bojo de uma intervenção pedagógica, esta observação é definida como estruturada, com um instrumento de registro definido, o Diário do pesquisador e vetores definidos de observação.

Como aludido, o registro de observação foi feito através do Diário (de aula) do pesquisador. Entendendo-se aqui o registro no Diário do pesquisador compreendendo: sua ação pedagógica, em relação ao planejado e ao adverso; sua relação com os aprendizes e vice-versa; o engajamento e das reações dos aprendizes em relação às atividades e aos objetos de aprendizagem; as habilidades destacáveis emergentes; os momentos indicativos da construção do conhecimento; os contratempos, revezes e acomodações necessárias.

Para muito além desta pesquisa, o Diário do pesquisador é calcado numa perspectiva docente prático reflexiva (SCHON, 1983). Este diário é o estágio de reflexão-sobre-ação: ação explícita sobre a prática docente que faz uso de linguagem com o sentido de situar mudanças no agir docente. O “Diário constitui um instrumento básico da avaliação que deve ser elaborado por qualquer docente que pretende uma atividade reflexiva em seu trabalho” (CARVALHO; GIANOTTO, 2011, p. 134). Por conseguinte, essa pesquisa analisa e constrói sobre a própria práxis docente e, portanto, é um esforço prático reflexivo: um esforço formativo docente.

2.2.1. Análise do Diário do Pesquisador

Dada as características e o foco narrativo-descritivo do diário, a análise foi realizada de forma indutiva. As amarras referenciais feitas no texto à sua construção comportam os limites focais em consonância com objetivos de pesquisa. Mais precisamente, em termos da descrição dos elementos motivadores, atitudinais, lúdicos e interpessoais nas intervenções baseadas em RE; e subsidiariamente, aspectos da construção do conhecimento matemático e do desenvolvimento do PC, a parte das interações dos aprendizes com os consoles de programação.

Esse instrumento procurou descartar redundâncias e destacar ideias. Amplamente, buscou-se descrever o contexto da pesquisa trazendo elementos concretos e argumentos exaustivamente analisados e teoricamente fundamentados sobre aspectos de ensino-aprendizagem de matemática extra conteúdo e desenvolvimento de PC extra máquina. Para além, entendeu-se que o conteúdo

classificado permitirá compreender processos de aprendizagem e tecer objetivos de ensino.

2.3. Acessando a Produção dos Alunos: gravação de tela

Analisar a produção dos alunos é essencial para compreender seus processos de aprendizagem. O produto das atividades desenvolvidas pelos alunos em suas atividades de aprendizado é registro do conhecimento, das habilidades e competências desenvolvidas ao longo de processos educacionais, mas também dos erros e desconhecimentos. No caso deste estudo, os robôs virtuais desenvolvidos, os programas, e a escrita durante as soluções passaram por esse procedimento.

Analisar programas, robôs e soluções escritas coaduna com a compreensão das habilidades de PC desenvolvidas e do Conhecimento Matemático construído uma vez que são o ponto final de um processo de desenvolvimento de ambos; uma vez que, as atividades e problemas em questão são concebidos com a função de desenvolver tais habilidades e conhecimentos.

No entanto, a pesquisa em educação não se trata de um processo estritamente quantificável, cujo o “depois” guarda suficiência compreensiva. Há necessidade de instrumentos que captem o complexo e profundo valor do processo, do “durante”, do desenvolvimento. Nesse caso, encaixa-se a videogravação, visto que a “Palavra e imagem em movimento fazem, da videogravação, modos de buscar capturar a essência das narrativas em jogo” (HONORATO et al, 2006, p. 7).

Por outro lado, segundo Tang et al. (2006), as presentes práticas com computadores têm sido difíceis de captar em completude utilizando apenas métodos convencionais de videogravação. Muito desse trabalho é feito em colaboração, múltiplos projetos e ambientes, e aparelhos como *smartphones* e *laptops*. Atributos, esses, que tornam difícil o simples posicionamento de câmeras e a gravação em momentos específicos.

Com a finalidade de suprir essas lacunas, este estudo optou pelo uso da gravação de tela. Este tipo de gravação é uma gravação feita a partir do próprio computador, *smartphone*, *tablet* ou qualquer outro console de programação, captando a tela do computador e o áudio do seu entorno. Foram registradas as interações aluno-máquina nos ambientes de programação, bem como o uso de quaisquer outras ferramentas presentes na interface do computador. Ainda, de acordo com Tang et al.

(2006), o uso da gravação de tela é não obstrutivo e inevitável, uma vez que todas as interações (visualmente) e entornos (sonoramente) registrados.

Esse tipo de videogravação foi utilizada com intenção de melhor descrever os processos mentais captáveis, envolvidos na programação através de *Scratch* e, por conseguinte, para compreender as habilidades do PC e da Matemática envolvidas nos processos. Mais ainda, gravar a tela do console de programação permite analisar com o olhar privilegiado da perspectiva visual do aprendiz: a organização dos algoritmos, as tentativas e os erros, o desenvolvimento de eficiência, e o uso de ferramentas da máquina externas à plataforma de programação.

Em suma, essa gravação é um instrumento que permite a análise de todas as etapas da relação aprendiz-computador. Adicionalmente, esse tipo de gravação permite (ou não) a captação de áudio como em uma videogravação usual. O papel preponderante da captação de áudio, por esse método, durante a programação de robôs, é o registro comunicacional da colaboração.

2.4. Marcas da Intervenção Pedagógica: Questionário Processual

Segundo Marconi e Lakatos (2009), o questionário é uma ferramenta de observação direta e intensiva, pelo modo como coleta dados diretamente do participante da pesquisa. Por outro lado, Fiorentini e Lorenzato (2012) defendem a importância desses para a pesquisa qualitativa, quando utilizadas questões abertas, por permitir análises mais profundas e serem categorizadas. Algo muito importante, pois como será visto mais à frente, instrumentos desta pesquisa serão analisados textual e discursivamente.

Os autores Fiorentini e Lorenzato (2012) ainda declaram que o questionário permite uma maior impessoalidade na pesquisa, ao passo que pode ser enviado pelo correio e/ou acessado na ausência do pesquisador, de acordo com a voluntariedade do pesquisado.

Com o sentido de estudar o processo de aprendizado nas intervenções, foi feito o uso de um questionário de questões abertas respondido pelo estudante durante o processo. Isso se deu através de um formulário virtual acessível no mesmo console de programação. Captou-se, então, dos alunos, dados em diversos momentos do processo. Por essas características, o instrumento é um Questionário Processual.

2.5. Análise Textual Discursiva: Metodologia de Análise

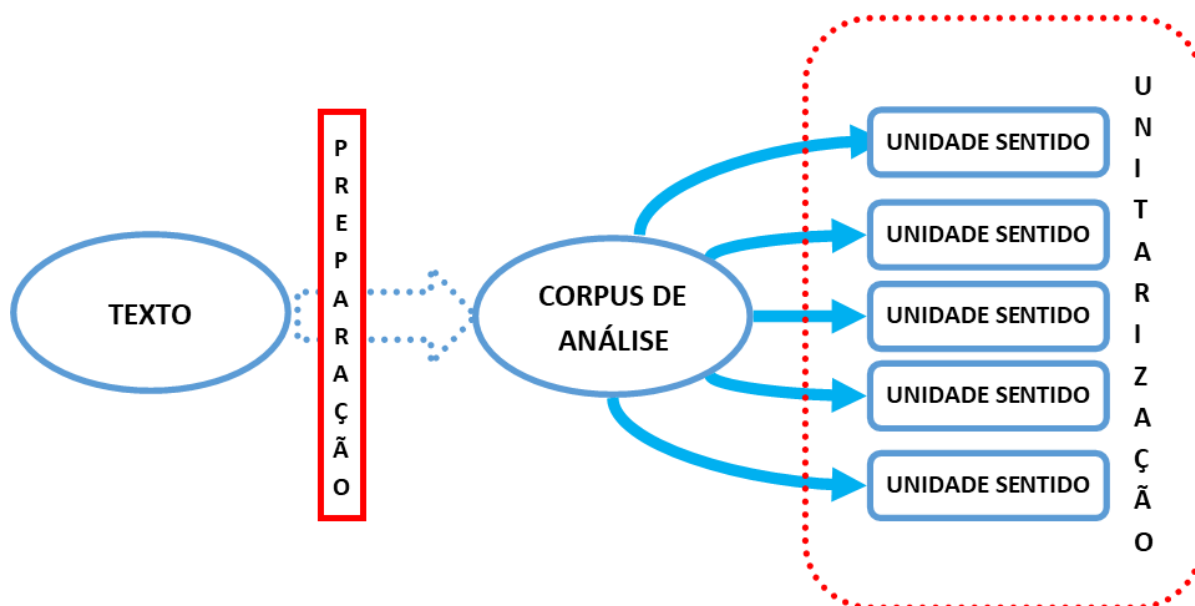
Tanto a Gravação de Tela, quanto o Questionário Processual passaram por Análise Textual Discursiva. De acordo com Moraes e Galiuzzi (2006), a Análise Textual Discursiva (ATD) situa-se entre dois pólos conceituais: o dos significados expressos pelo autor e o dos contextos de produção dos textos.

A ATD é composta por três processos claramente distinguíveis: a unitarização, a categorização e a produção do metatexto. Sobre a primeira etapa Moraes e Galiuzzi (2006, p. 118) descrevem:

A análise textual discursiva é descrita como um processo que se inicia com uma unitarização em que os textos são separados em unidades de significado. Estas unidades por si mesmas podem gerar outros conjuntos de unidades oriundas da interlocução empírica, da interlocução teórica e das interpretações feitas pelo pesquisador.

Essa descrição – também, ilustrada abaixo – denota que esta análise não se inicia com um processo de copiar, colar e adequar gramaticalmente. O que há, é uma interpretação e apropriação semântico-teórica de ordem subjetiva e qualitativa. A unitarização não busca frases ou períodos, mesmo que haja uma preparação do corpus para análise, mas a partição dos textos em suas ideias e argumentos.

Figura 4: Análise Textual Discursiva I

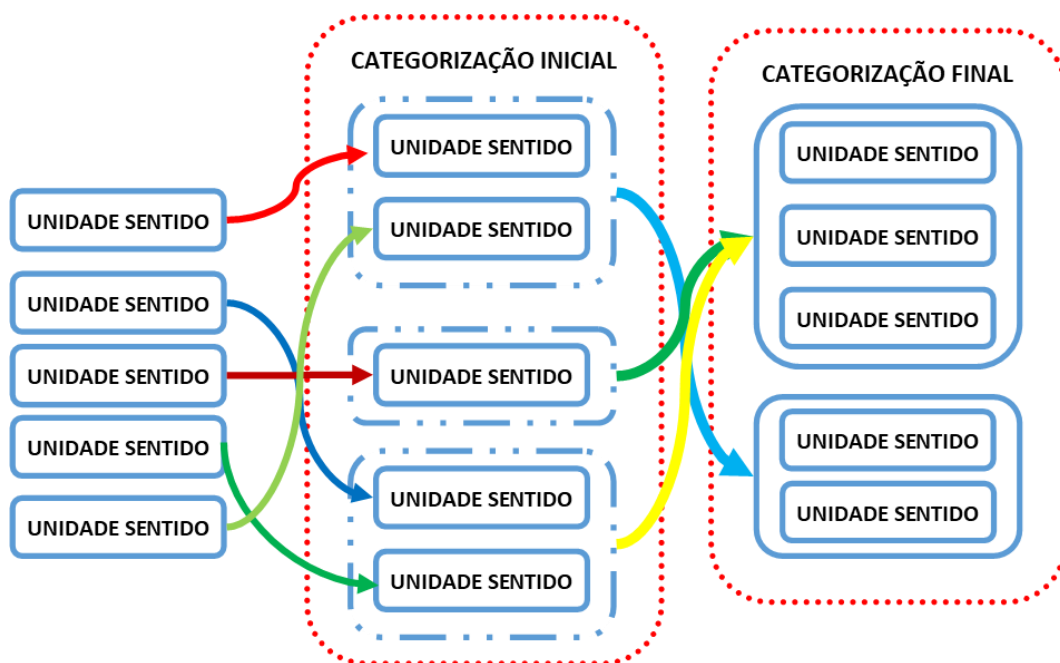


Fonte: criada pelo autor (2022)

Morais e Galiuzzi (2006, p. 118) posicionam que "há a articulação de significados semelhantes em um processo denominado de categorização". E, que

"neste processo reúnem-se as unidades de significado semelhantes, podendo gerar vários níveis de categorias de análise".

Figura 5: Análise Textual Discursiva II



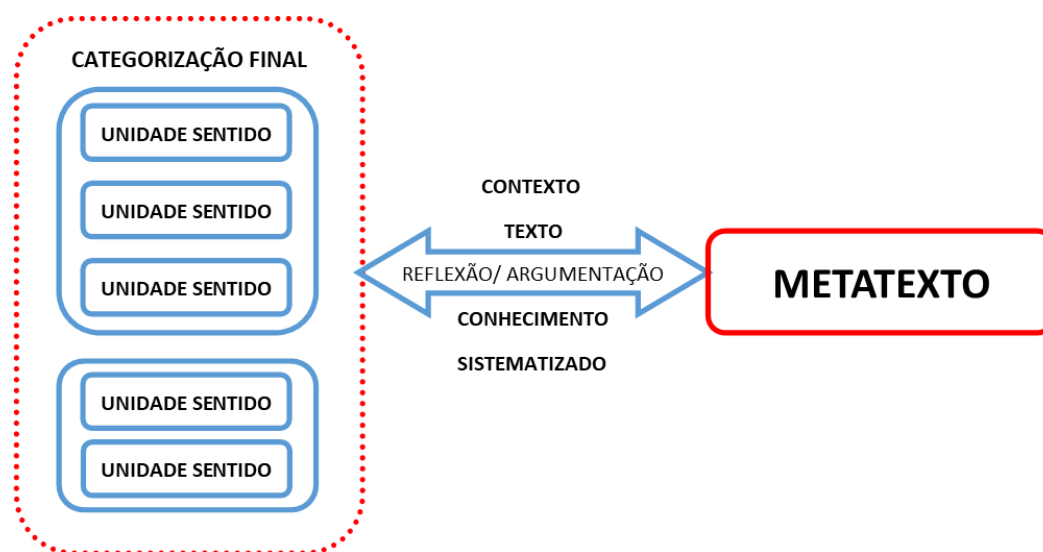
Fonte: criada pelo autor (2022)

É na categorização (ilustrada acima), de acordo com Galiazzi e Sousa (2019), que se delineia o método de Análise Textual Discursiva. A natureza deste método pode ser: indutiva, em que agrupamentos por separação e/ou contraste, constituem categorias fundamentadas por um referencial teórico subjacente; dedutiva, em que categorias são assinaladas previamente, a partir de um referencial teórico originante que orienta a coleta dos dados; ou mista, quando categorias emergem a partir de um referencial teórico definido *a priori*, mas que permite à emergência de unidades de significado a parte.

A ATD tem no exercício da escrita seu fundamento enquanto ferramenta mediadora na produção de significados e por isso, em processos recursivos, a análise se desloca do empírico para a abstração teórica, que só pode ser alcançada se o pesquisador fizer um movimento intenso de interpretação e produção de argumentos. (MORAIS; GALIAZZI, 2006, p. 118).

O processo descrito – ilustrado na figura abaixo – é a parte concluinte de uma ATD, o metatexto. Este texto é teoricamente fundamentado tem por função expressar em argumentos, ideias que foram recursivamente analisadas e agrupadas em categorias e subcategorias.

Figura 6: Análise Textual Discursiva III



Fonte: criada pelo autor (2022)

2.6. Análise da Imagem em Movimento: especificidades da gravação de tela

Nas Gravações de Tela não se registra o sujeito, apenas suas ações e os comentários sobre essas ações (e as conversas dissociadas do ambiente). Portanto, ela se distingue da videogravação, o que exclui a análise de expressões e emoções como põe Honorato *et al.* (2006). A gravação de tela ainda não é um registro de cenas, ao menos não neste estudo, portanto, exclui-se aquilo que Rose (2008) chama de transladar — no sentido de trazer de uma linguagem audiovisual para a escrita — silêncios, pausas, hesitações, ênfase, inflexões e cadência.

Rose (2008) alerta ainda que na Análise da Imagem em Movimento é necessária a descrição dos cenários, movimentos de câmera e aspectos gráficos, como fontes, cores e leiautes. No entanto, como o registro da programação em *Scratch* foca num cenário não-criado pelos estudantes (a interface de programação), onde os elementos visuais existem em função do seu papel na construção dos programas, essa também é uma dimensão desprezível (a análise).

Cabe ainda salientar que, o registro em questão não é de ações aleatórias, mas de ações roteirizadas (mesmo que tentativas e erros) pela intenção de resolver

problemas e executar tarefas. Restam, portanto, autoralmente cada ação¹¹ e os possíveis comentários captados (descartada a conversa paralela, o contexto da sala é registrado via Diário do Pesquisador para salvaguarda) como itens analisáveis e, segundo Rose (2008), fazendo papel de dimensão visual e verbal respectivamente.

2.7. Método de Análise ATD: uma análise visual discursiva

Após as supramencionadas considerações, conforme Rose (2008), combinam-se essas dimensões visual e verbal na unidade de análise da gravação de tela que, por questão do método (baseado em Análise Textual Discursiva) escolhido, serão tratados com o termo “Ações Significativas”.

Analisar os registros de gravações de tela exige, antes de qualquer método baseado em ATD, uma compreensão alterada das unidades de significado (produto do processo de unitarização do texto, vide Moraes e Galiazzi (2006)). Isso se dá pela natureza de um texto decorrente das gravações de tela que são majoritariamente visuais. Nesta pesquisa, não se busca fazer apenas a análise de transcrições, como estabelecer parâmetros prévios de estruturação da observação e extração de das imagens coletadas

No sentido de realizar uma Análise Visual com base em ATD, o ato de identificar unidades de significados, aqui então é tratado intercambiavelmente como de identificar ações significativas (as unidades de análise do presente texto visual). Nesse ínterim, define-se o ator (o aluno), a ação (verbo com advérbio), o objeto (o código, a variável, a peça, etc.) e o contexto (que pode ser acrescentado pela dimensão verbal).

¹¹ Como as ações são demarcadas e delimitadas e integradas no método de análise é percorrido em: Métodos de ATD na Análise: Especificidades da Gravação de Tela

Figura 7: Combinação de moedas para a criação de uma superior.



Fonte: Santos, Paula e Silva (2021, p. 13, no prelo)

Em paralelo há o registro escrito, em que as unidades significativas podem ou não ser hierarquizadas – de acordo com o posicionamento de ideias na frase – e sequenciais. Neste registro, as ações significativas podem ser paralelas, subpartículas e entrecruzadas. Depuradas as ações, termina-se a análise com a categorização e a produção de metatexto de forma usual.

Figura 8: Combinação de cinco moeda para criação de duas moedas



Fonte: Santos, Paula e Silva (2021, p. 13, no prelo)

Santos, Paula e Silva (2021, p. 13, no prelo) fornecem exemplos de análises preliminares das ações de um ator e as unidades básicas de análise “ações significativas”, na vídeo gravação de tela de um problema envolvendo um jogo de smartphone (ilustrado nas duas figuras acima), como se vê:

Nos exemplos das Figuras [...], têm-se as unidades significativas “O ator alinhou três itens de ordem inferior para criar um item de ordem superior”; “O ator alinhou cinco itens em formato de ordem inferior para criar dois itens de ordem superior”, descartando os cenários que, para esta análise visual, seriam supérfluos. Interessantemente, com os registros da gravação de tela e dos questionários, observa-se mais uma unidade significativa: “O ator comparou que as combinações e observou como obter uma maior quantidade de itens” (SANTOS, PAULA, SILVA, 2021, p. 13, no prelo).]

Paula e Silva (2021) acrescentam ainda que essas unidades significadas, ao serem associadas com categorias presentes na literatura, podem incorporar a

categoria Decomposição¹², conforme uma unidade de significado extraída via ATD. Eles reiteram que, como nesse cenário hipotético, a partir daquilo que fala Wing (2011), o ator em questão, para pensar computacionalmente, envolve-se no jogo e se decompõe as ações necessárias para expressar as soluções e obter resultados ótimos. Assim, o agrupamento de unidades significativas proporciona um adensamento teórico (as ações significativas podem ser observadas no quadro a seguir).

Quadro 1: Ações Significativas relacionadas a criação de algoritmos

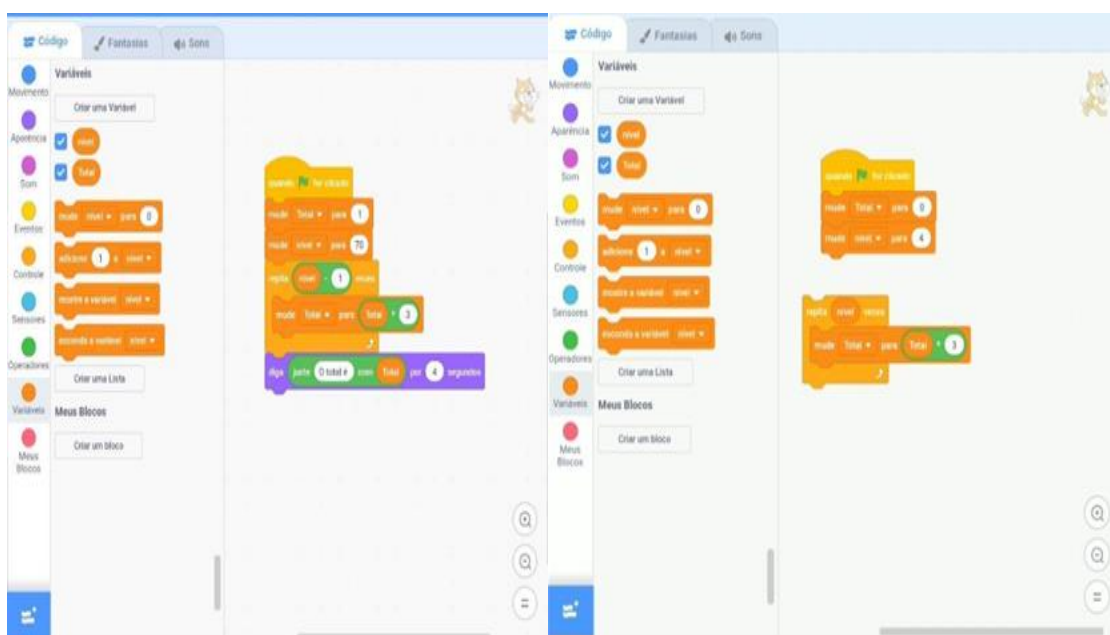
Algo ritmos	<ul style="list-style-type: none"> O ator cria as variáveis de Nível e Total O ator usa condicional O ator faz uso de multiplicação sobre o total O ator confunde as variáveis O ator insere blocos aninhados O ator alinha blocos O ator utiliza operadores não matemáticos O ator apaga blocos de programação por engano O ator percebe que a plataforma não permite desfazer ação O ator memoriza a ordem dos blocos
------------------------	---

Fonte: Santos, Paula e Silva (2021)

Num processo de criação de análise visual discursiva o mesmo registro pode ser utilizado para explicitar uma série de movimentos como é possível observar na relação entre o quadro acima e a figura abaixo:

¹² Conforme se discorrido na subseção categorias de análise do pensamento computacional

Figura 9: O ator substitui valores fixos por variáveis



Fonte: Criado pelo autor (2021)

Em contraste com a análise do diário, feita livremente, o método escolhido é dedutivo misto. As categorias postas a priori são as habilidades da competência¹³ PC partindo da BNCC (algoritmos, decomposição, reconhecimento de padrões e abstração). Na análise sob essas categorias serão observadas as competências associadas às unidades temáticas de matemática oriundas do mesmo documento números, álgebra, grandezas e medidas, geometria, probabilidade e estática.

2.8. Métodos de ATD na Análise: algumas especificidades

Os questionários processuais unitarizados foram anexados ao corpus analítico conjuntamente com as ações significativas. Doravante, esperou-se compreender no detalhe mínimo, por ocasião da categorização, como se constrói o conhecimento matemático nas situações de programação e criação de robôs educacionais. Esperou-se obter-se dados tanto no explicitado pelos discursos captados pelos questionários, quanto naquilo delineado pelas ações significativas visualmente obtidas, de modo que, possa-se obter bases consolidadas referenciais para intervenções pedagógicas futuras.

¹³ Dada a origem e o trato dado pela BNCC ao desenvolvimento do PC enquanto o desenvolvimento de competência una, nesse texto ao se referir às categorias de ATD em relação ao desenvolvimento do PC estas são equiparadas a habilidades: os componentes de uma competência.

No tocante às habilidade do PC (o segundo viés, construído também dedutivamente), foi esperada a emergência de categorias fora do escopo das habilidades elencadas pela BNCC, o “*a priori*”. No comparativo com as diversas sistematizações do PC, aquela da BNCC se distingue pelo diminuto corpo metalinguístico. Pode-se colocar como expectativa a emergência de categorias que ocupem o espaço entre as definições da BNCC com outras como: as do ISTE/CSTA (2011), Weintrop et al. (2016), Brennan e Resnick (2012).

2.9. Categorias de Análise: Pensamento Computacional

Quadro 2: Categorias de Análise vide BNCC

PENSAMENTO COMPUTACIONAL (COMPETÊNCIA)
CATEGORIAS (HABILIDADES)
Abstração
Reconhecimento de Padrões
Construção de Algoritmos
Decomposição

Fonte: criado pelo autor (2022)

Como discorrido na seção anterior, o método de análise escolhido foi dedutivo-misto e, portanto, demanda o estabelecimento de categorias de análise iniciais. As categorias de análise assentadas nas habilidades do PC são advindas de muitas sistematizações, mas para fins deste estudo, toma-se aquelas nominadas pela BNCC (Brasil, 2018a). Essas são decomposição, (reconhecimento de) padrões, abstração e algoritmos.

2.9.1. Decomposição

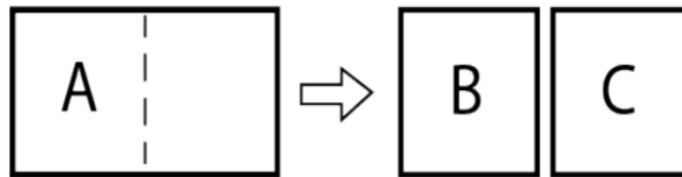
Encontram-se, nesta categoria, os processos de quebra de problemas em partes menores, “palatáveis”. Liukas (2015) compara esse processo ao arranjo de fases de um jogo. Brackmann (2017) explica que essa partição de um problema ou sistema complexo em partes menores permite o exame e resolução dessas partes individualmente.

Decompor um problema no âmbito do PC é uma habilidade associada à gestão de um problema. As linhas de produção industrial criadas pelo fordismo no início do

século passado empregam bem esse princípio. A construção de um automóvel nestas linhas de produção se dão para produzir peças, partes, módulos e ao final um veículo inteiro. Assim se faz ao problema decomposto.

Rich, Egan e Ellsworth (2019) definem a avaliação da decomposição enquanto um sub-construto do PC, por meio de duas subcategorizações: decomposição por substância ou decomposição por relação.

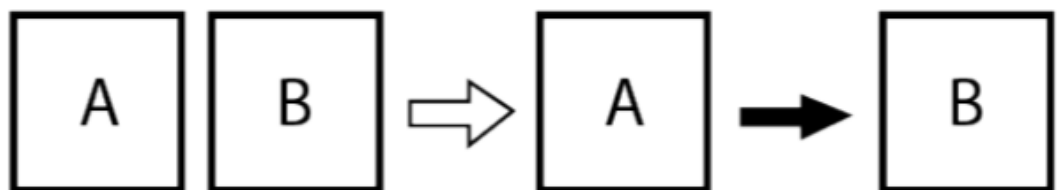
Figura 10: : Decomposição Substantiva



Fonte: (RICH, EGAN, ELLSWORTH; 2019, p. 420)

Uma decomposição substantiva (conforme, figura acima), de um problema, organiza-o em partes de acordo com um eixo escolhido e evoca compreendê-las e resolvê-las. Tomando um texto por alegoria, podemos compreender que a sua divisão em parágrafos e desses parágrafos em frases representa uma decomposição substantiva. Nesse sentido, há nesse processo de decomposição o conhecimento da estrutura do problema. Para Rich, Egan e Ellsworth (2019), esse processo mental da decomposição estabelece os X e Y de um problema.

Figura 11: Decomposição Relativa



Fonte: (RICH, EGAN, ELLSWORTH; 2019, p. 420)

A decomposição relativa trata a partição de um problema de acordo com as relações das partes entre si (como na figura acima). Estas partições comumente se dividem por: sequência, a ordem das partes no sistema/problema; função, o papel das

partes na execução da solução de um problema; e por dependência, partes que dependem de outras partes, ou resoluções que dependem de outras resoluções.

Ao combinar decomposição por substância (e, portanto, a definição de entes que compõe o problema) à decomposição por relação, pode se afirmar estar criando funções (num sentido matemático, $A \rightarrow B$). E, por conseguinte uma decomposição que Rich, Egan e Ellsworth (2019) chamarão de decomposição funcional.

Ainda, quando reflete-se que segundo Wing (2006) e Denning e Tedre (2019) o PC é iterativo. É então, possível perceber que, num processo de desenvolvimento de uma solução computacional, os processos de decomposição podem ser desenvolvidos, iterados, depurados e associados ciclicamente, sendo limitados apenas ao necessário para o alcance da solução. O que, por conseguinte, pode apontar para existências de estratégias de decomposição. Algo que, em turno, pode ser entendido como uma sub habilidade ou uma habilidade a parte e, portanto, um categoria de análise à parte.

2.9.2. *Reconhecimento de Padrões*

Brackmann (2017) situa o reconhecimento de padrões geminado a etapa de decomposição da seguinte forma:

Ao realizar a decomposição de um problema complexo, seguidamente se encontra padrões entre os subproblemas gerados. Padrões são similaridades ou características que alguns dos problemas compartilham e que podem ser explorados para que sejam solucionados de forma mais eficiente. (BRACKMANN, 2017, p.35)

Ainda, padrão, segundo Chao (2009), é a organização do caos expressada por um arranjo. O padrão se caracteriza pelo ordenamento de elementos em lugar de um valor intrínseco que estes elementos possuam. Isso é de tal valência que elementos de natureza fundamentalmente distintas podem apresentar os mesmos padrões. Padrões são, portanto, construtos de natureza vaga.

De acordo com um certo propósito e método, os problemas podem ser analisados de modo a estabelecer – reconhecer – padrões, ou padronizar. Este processo se dá através de: classificação, a padronização por categorias estabelecidas (pela matemática, ciências, etc.); ou, pelo agrupamento (clustering), a padronização por categorias não estabelecidas que são erigidas dos dados do problema apresentados (CHAO, 2009). Pode-se nomear o primeiro processo como de ordem

supervisionada e o segundo como de ordem não-supervisionada. O termo supervisão se refere a existência de um corpo de conhecimentos sistematizado que orienta a ação.

Na prática, o processo revolve em torno de descritores (funcionalidades) e classificadores. Chao (2009) aponta um padrão como um arranjo de descritores. Por exemplo, o objeto xícara (um padrão) tem como descritor, a forma. Já os classificadores se referem aos processos e mecanismos utilizados para definir o padrão em face aos dados informados pelo problema

Chao (2009) ainda pontua que esses processos podem ser de: ordem quantitativa, por comprimento, área, textura, etc.; ou, de ordem estrutural, descrevendo fatores qualitativos, ordem de permutações ou hierarquias.

O reconhecimento de padrões no Pensamento Computacional, como observam Grover e Pea (2018), pode levar a soluções generalizadas (foco da abstração matemática) que permitem conseqüentemente automação via computador. Reconhecer padrões permite incorporar iteração e recursividade no algoritmo de solução. Reconhecer padrões é a habilidade do PC que passa pela exploração dos conhecimentos prévios como forma de resolver problemas rapidamente ao fazer uso de soluções definidas em outros problemas.

2.9.3. *Abstração*

A habilidade de abstrair é fundamental ao ato de pensar/refletir em geral. Conseqüentemente, abstrair não é único ao PC e serve como ponto de intersecção desta competência com aquelas da matemática. Nesse ínterim, na computação, abstrair pode ser definido a partir de Barr e Stephenson (2011), como: o uso de procedimentos de coesão de comandos que executam uma função.

Na matemática, abstração pertence ao pensamento algébrico e envolve o uso de variáveis algébricas para, em essência, identificar fatos fundamentais em um problema estruturado numa linguagem/língua não-matemática; e, conseqüentemente, trazê-los para o domínio da linguagem matemática, de acordo com Barr e Stephenson (2011). A combinação das duas visões supracitadas de abstração e o encaixe delas como habilidade do PC ilustra o movimento das características do problema para um formato de generalização.

Gautam, Bortz e Tartar (2020), apropriando-se dessas noções para o PC, caracterizam o processo de abstrair pela retirada de certos descritores de um objeto ou processo (padrão). Em seguida, são ignorados outros, com objetivo de encontrar elementos em comum no objeto que transcendam contextos originais e resultem em novos conceitos ou ações.

Segundo Brackmann (2017, p.38),

Abstração envolve a filtragem dos dados e sua classificação, essencialmente ignorando elementos que não são necessários para que se possa concentrar nos que são relevantes. Através desta técnica, consegue-se criar uma representação (ideia) do que está se tentando resolver.

Por conseguinte, os processos mentais que recaem na categoria abstração se situam após o processo de reconhecimento de padrões. Uma vez que é necessário identificar partes do problema com padrão e alijá-lo de descritores que, em certos aspectos, podem ser únicos naquele contexto. Em termos mais taxonômicos, podemos classificar abstração como sendo de duas ordens.

Segundo Ribeiro, Foss e Cavalheiro (2019), existe a abstração de incide sobre a informação contida no problema, com foco: algébrico, torna o dado passível de manipulações algébricas; de registro, que coleta dados descritivos; em listagem, que agrupa elementos do problema; em grafos: representação lógico-geométrica das relações dos elementos. Há também a abstração que incide sobre solução do problema (conhecimento acumulado sobre formas de propor uma solução na forma de algoritmo).

2.9.4. *(Criação, preenchimento, adaptação de) Algoritmos*

A última habilidade do PC, enunciada pela BNCC (BRASIL, 2018a), e aqui posta como categoria de análise, é a da concepção da solução do problema em formato computacional, ou do design de algoritmos. Sendo objeto do escrutínio da computação e da materialidade da solução, os processos envolvidos na obtenção do algoritmo podem ser subcategorizados como de ordem: da lógica, da operação, transformação.

A lógica, segundo Grover e Pea (2018), no processo resolução de problemas por algoritmo, descreve o uso da estruturação da situação em acordo como a sintaxe booleana (se, e, não, ou/if, and, not, or) que é utilizada nos programas de computador.

Por exemplo, para criar um programa que acorde alguém às 15h das quintas-feiras e às 16h das sextas-feiras, é possível estruturar a solução do problema como: Tocar alarme SE (Dia é Quinta-feira E Horário é 15h) OU (Dia é Sexta-feira E Horário é 16h).

Operação, de acordo com Grover e Pea (2018), se refere às capacidades de organizar os algoritmos em termos de: sequência, a ordem das partes das soluções; seleção, partes que cumpre certas funções de acordo com a decomposição; e, repetição, organização de acordo estruturas que ditam tarefas repetitivas dos algoritmos. Já a transformação afirma-se na capacidade de utilizar algoritmos prontos e adaptá-los a situações-problema presentes.

3. A INTERVENÇÃO, O CONTEXTO E O DIÁRIO DO PESQUISADOR

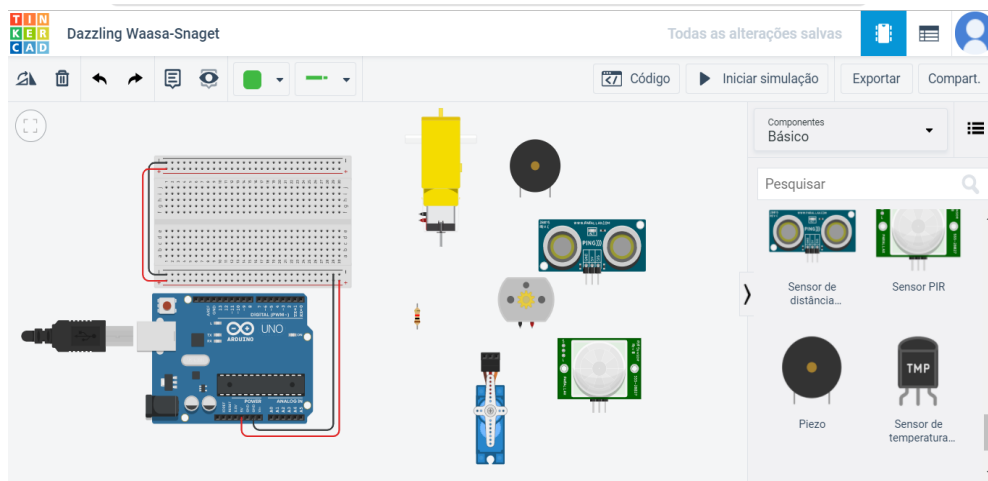
“Professors of computer science should teach a course called ‘Ways to think like a Computer Scientist’”
Jeannette Marie Wing

Este capítulo centra-se na análise das adequações estruturais provocadas pela realidade fática do ambiente escolar e da pandemia e as suas influências na pesquisa. O capítulo culmina por trazer a análise do diário do pesquisador.

3.1. Tinkercad: solução virtual para a inserção para a introdução do Arduino no ensino remoto

Observando o período pandêmico e partindo das restrições nos ambientes escolares, repensou-se a intervenção para um ambiente completamente virtual. As intervenções desse estudo na etapa de manipulação do Arduino planejadas através da plataforma Tinkercad e de seu simulador de prototipagem Arduino.

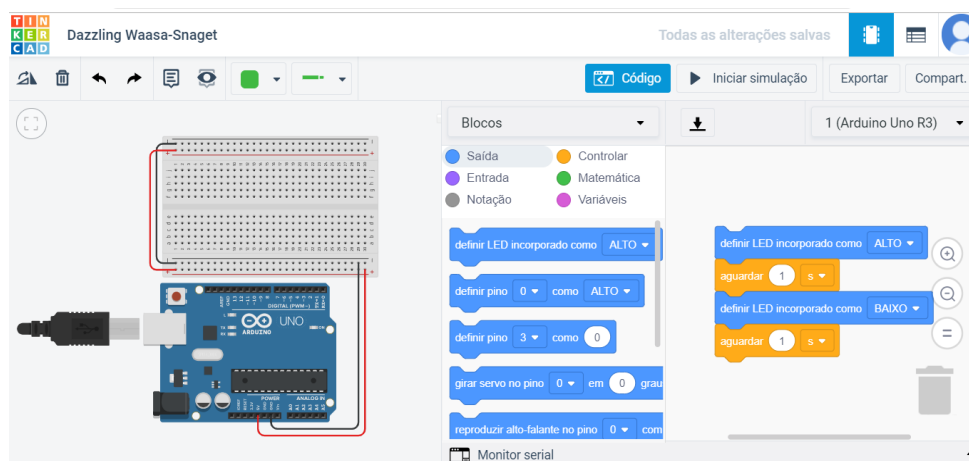
Figura 12: : o Tinkercad



Fonte: Criado pelo autor (2021)

Os criadores do Tinkercad, que é acessível via navegador (visível na figura acima) e em conta gratuita, o classificam como “um aplicativo gratuito e fácil de usar para projetos 3D, componentes eletrônicos e codificação” (TINKERCAD, 2021, p.1). A partir dele, é possível trabalhar com uma simulação da placa de Arduino, seus componentes, fios, motores, fontes energéticas e sensores.

Figura 13: Linguagem de programação visual do Tinkercad



Fonte: Criado pelo Autor (2021)

Ademais, como é possível ver acima, a plataforma possui uma linguagem de programação visual que emula na maioria dos aspectos aquela do *Scratch*. Há ainda, adaptações na linguagem visual que adéquam-na para programação de componentes eletrônicos. Portanto, a plataforma permite no virtual replicar alguns elementos da fisicalidade da Robótica Educacional. Por conseguinte, a plataforma Tinkercad acaba por mesclar o Arduino e o *Scratch*.

3.2. A Oficina de Robótica

A Intervenção pedagógica ocorrida no Ensino Médio através de clube de robótica, foi executada através do aplicativo *WhatsApp*, do site Tinkercad, do aplicativo/site/programa do *Scratch* e da plataforma Google Sala de Aula. Essa última plataforma de gestão pedagógica, em uso pela Secretaria de Educação do Estado da Bahia, dá acesso a múltiplos aplicativos, dentre eles o aplicativo de videoconferência Google Meet.

Como o Google Meet permite compartilhamento de tela dos usuários, foi por meio dele que nesta oficina ocorrem momentos síncronos de aula. Como já mencionado, os momentos assíncronos foram assessorados via *WhatsApp*. Preliminarmente, as tarefas de programação foram sediadas no *Scratch*, e evoluindo para o Tinkercad no momento do uso do Arduino. É importante salientar que a maior parte das atividades estão imbuídas de temas matemáticos no sentido de se associar a competência e habilidades emergentes.

A oficina se estruturou de acordo com as fases:

3.2.1. O projeto da intervenção

Primeiro momento da intervenção que se inicia pelo conhecimento da turma e início dos registros no diário do pesquisador sobre os aspectos subjetivos da prática, vide quadro abaixo

Quadro 3: Fase 1 da Intervenção

FASE 1: APRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA DE REGISTRO	
AÇÕES	PROCEDIMENTOS
Apresentação do Questionário Processual	Instrução do preenchimento
	Exposição das questões: “Qual foram as etapas que vocês tomaram para resolver o problema da aula de hoje?” e “Descreva as operações matemáticas envolvidas na resolução do desafio da aula de hoje.”
Apresentação dos Procedimentos de Gravação de Tela	Gravação através do Google Sala de Aula

Fonte: criado pelo autor (2022)

Exploração da plataforma *Scratch*, através do site, programa para computador e/ou do aplicativo para tablet. Segundo parâmetros descritos no quadro abaixo.

Quadro 4: Fase 2 da Intervenção

FASE 2: INICIAÇÃO À LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO VISUAL		
AÇÕES	PROCEDIMENTOS	TEMA MATEMÁTICO
Apresentação de elementos básicos de programação	Uso de variáveis, realização de operações matemáticas básicas e não-matemáticas — entrada, saída e expressão de dados, concatenação, randomização — estruturas de repetição (loops) e condicionais	IMPLÍCITOS
	Incorporação dos elementos em programa	
	Atividade síncrona de desenvolvimento de um programa de animação do <i>Scratch</i>	
	Entrada no questionário processual	
Desenvolvimento de calculadoras para operações não básicas.	Atividade de criação de uma calculadora de radiciação exata utilizando condicionais e estruturas de repetição para anunciar resultados não exatos	ARITMÉTICA BÁSICA E ÁLGEBRA
	Atividade de criação de uma calculadora de médias, utilizando condicionais e estruturas de repetição para anunciar resultados não exatos	
	Atividade de criação de um robô virtual que utiliza condicionais e estruturas de repetição para anunciar resultados da interação com o usuário	
	Entrada no questionário processual	

Fonte: criado pelo autor (2022)

A terceira fase consiste na análise de um jogo para smartphones: “Merge Dragons”. Atividade assíncrona, conforme (SANTOS, PAULA, SILVA, no prelo, 2021), que compreende a análise de um jogo. A descrição dos princípios matemáticos associados e a construção de um programa no ambiente *Scratch* que calcule o número de itens a serem combinados para que se obtenha um certo nível mais

avançado necessário para alcançar os objetivos. As etapas previstas discorre da seguinte maneira:

- Joga-se;
- Compreende-se o princípio matemático de combinação dos itens;
- Descreve-se com percepção matemática aquilo que é necessário para obter itens;
- Analisa-se a tarefa apresentada de acordo com o conhecimento sobre o jogo;
- Cria-se a resposta à tarefa utilizando o ambiente de programação *Scratch*.

Vale aqui ressaltar que o jogo consiste na combinação de itens conectados três a três (alinhados) num tabuleiro para obter um item no nível seguinte. Ou, alternativamente, a combinação de cinco itens para chegar ao nível seguinte, o que alude conceitos matemáticos envolvendo potenciação e, mais avançada, progressão geométrica; Os temas matemáticos em questão são a potenciação e a noção intuitiva de progressão aritmética.

Na última fase, 4, temos a introdução dos elementos básicos do Arduino através da plataforma tinkercad, conforme quadro abaixo.

Quadro 5: Fase 4 da Intervenção

FASE 4: INICIAÇÃO À LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO VISUAL		
AÇÕES	PROCEDIMENTOS	TEMAS MATEMÁTICOS
Aula expositiva na qual são apresentados elementos básicos de Arduino no tinkercad.	Apresentação das placas de Arduino	IMPLÍCITOS
	Apresentação do que é e das funções de uma protoboard	
	Introdução à linguagem de programação visual do tinkercad	
	Apresentação das placas de Arduino	
	Entrada no questionário processual	
Introdução aos conceitos e elementos básicos de eletrônica	Compreensão e exploração dos usos dos circuitos elétricos	GRANDEZAS E PROPORCIONALIDADE
	Compreensão do funcionamento de um resistor, capacitor, motor, potenciômetro	
	Entrada no questionário processual	
Introdução dos elementos básicos do controle Arduino e dos sensores.	Compreensão e exploração dos usos dos circuitos elétricos	GRANDEZAS E PROPORCIONALIDADE
	Compreensão do funcionamento de um resistor, capacitor, motor, potenciômetro	
	Compreensão e uso dos sensores ambientais no Arduino	
	Desenvolvimento simulado de dispositivos com componentes controlados por Arduino	
	Desenvolvimento de um termômetro virtual (sensor de temperatura) que seja capaz de indicar a temperatura	

	através de uma escala de cores expressas por lâmpadas LED	
Automatização de simulada de dispositivos com componentes controlados por Arduino	Criação de um dado com uma única face numerada que aleatoriamente expresse através de lâmpadas LEDs números aleatórios tal qual o faria se fosse um dado convencional	PROBABILIDADE

Fonte: criado pelo autor (2022)

3.3. Pré-análise do diário do pesquisador: a realidade da escola pública e da pesquisa.

A intervenção planejada no bojo desta pesquisa foi desenvolvida como uma ação introdutória de robótica educacional numa escola pública. Nesse meio tempo, houve mudanças de: público-alvo e lócus de pesquisa, em razão de reorganizações na rede estadual de ensino (fechamento da unidade escolar original); e do perfil do pesquisador, uma vez que este sai da sala de aula como professor e entra na gestão escolar.

Igualmente oportuno é descrever a realidade deste clube de robótica criado para concretizar a intervenção, mas que pretende-se perene. O grupo do clube de robótica no *WhatsApp* conta com 23 membros: dois professores, o pesquisador e um colega interessado em aprender sobre robótica para iniciar práticas em outra unidade escolar de outra rede pública; a coordenadora pedagógica da unidade escolar; o número oficial de *WhatsApp* da unidade escolar; e dezenove alunos distribuídos nas três séries do ensino médio.

Constituído em dezembro de 2021, o clube iniciou funcionamento para intervenção no presente ano. Dentre entradas e saídas, houve um decréscimo de 6 alunos. Essa flutuação no número de alunos pode ser justificada pelos seguintes fatos: desconforto com a classe online, falta de tempo, falta de vontade. Vale ainda salientar que, o público do grupo do *WhatsApp* nem sempre se converteu em público para o Google Meet, contando com 12 participantes no máximo e 1 no mínimo.

Adequações foram feitas no ritmo dos encontros, sendo as três primeiras fases compreendidas em 8 encontros: o primeiro deles para a fase 1; cinco encontros para a fase 2 (um momento de revisão entre dois momentos); e, dois encontros para a fase 3. O encontro limite para corte, e inserção dos dados na pesquisa foi o oitavo encontro. No momento da escrita deste texto, a fase 4 ainda se encontra em andamento e desdobrará em outras atividades.

Ainda, em relação à criação do *corpus*, dificuldades foram observadas nas respostas do questionário processual de horas curtas demais ou às vezes faltantes, mesmo por alunos presentes. Conseqüentemente, e oportunamente, essas entradas compõem o *corpus* analisado conjuntamente como as ações são significativas. Por fim, dificuldades de ordem técnica na captação do áudio tornaram mais importante o diário do pesquisador como ferramenta para trazer contexto para as ações significativas.

3.4. O Diário do pesquisador: apontamentos de classe

3.4.1. Dados do diário

Com inspiração na sistematização de unitarização, as entradas no diário do pesquisador serão enumeradas (D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8)¹⁴, correspondendo a encontros semanais. Os estudantes estão registrados com nomes fictícios: Maria, Fernando, Rute, Pedro, Antônio, Marcelo, Regina, Camila, Lucas e Felipe. Na análise das gravações de telas, alguns deles terão a identificação de ator feita pela letra “A” e um número. Conforme quadro abaixo.

Quadro 6: Identificação dos Alunos e Participação

IDENTIFICAÇÃO DOS ALUNOS									
NOME FICTÍCIO	CÓDIGO NA GRAVAÇÃO DE TELA	PRESENÇA NOS ENCONTROS							
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
ANTÔNIO	A1	X	X	X	X	X	X		X
PEDRO	A2	X	X	X	X	X	X	X	X
FERNANDO	A4	X	X	X			X		
RUTE		X	X	X	X				
MARIA	A3/A4 ¹⁵	X	X	X	X	X	X		X
CAMILA		X	X	X	X	X			
MARCELO		X	X	X			X		
REGINA			X	X	X				
LUCAS									X
FELIPE									X

¹⁴ Estão disponíveis na íntegra no Apêndice A.

¹⁵ A4 representa alunos na função de observador que comenta.

Fonte: criado pelo autor (2022)

Antes de tudo, cabe um alerta. Este diário foi construído em acordo com parâmetros da pesquisa e não guarda em si capacidade de descrever em completude todos os momentos da intervenção executada no campo da pesquisa. Fogem dele, as conversas entre os intervalos dos encontros presenciais e via *WhatsApp*, assim como os momentos de programação nos computadores adquiridos na metade da intervenção pela unidade escolar dos participantes do grupo (mas não da pesquisa), que não tem acesso a computadores de qualquer tipo em casa, e todos os encontros ocorridos após a escrita da análise.

Ainda, é perceptível, e ilustrado no quadro acima, que o clube no período analisado teve uma frequência nos encontros que diminuiu a partir do encontro D5. Isso se deve a combinação de: chuvas fortes, que prejudicaram o fornecimento de internet de alguns alunos; desinteresse na atividade de programação; e, o período de provas integradas da unidade escolar. O quadro abaixo descreve os encontros.

Quadro 7: Esquematização do Diário do Pesquisador

DIÁRIO DO PESQUISADOR			
FASE	ENTRADA	RESUMO	GRAVAÇÃO DE TELA
1	D1	Introdução ao <i>Scratch</i> e questionário processual, averiguação ao acesso à internet e conhecimentos de robótica	NÃO PLANEJADA
2	D2	Introdução ao <i>Scratch</i> , uso de variáveis, perguntas e operações matemáticas simples. Revisão de porcentagens	NÃO PLANEJADA
	D3	Estruturas de decisão e operadores matemáticos de comparação, otimização	NÃO HOUE ¹⁶
	D4	Robôs virtuais e interação, aula via <i>WhatsApp</i> , múltiplas estruturas de decisão.	NÃO HOUE ¹⁷
	D5	Calculadoras matemáticas e estruturas de repetição, esforços de otimização.	GRAVAÇÃO DE TELA 1
2 e 3	D6	Esforços de otimização de estruturas de repetição condicionais.	GRAVAÇÃO DE TELA 2
2	D7	Aula um a um, versão dos conhecimentos anteriores.	GRAVAÇÃO DE TELA 3
3	D8	Aula baseada no jogo Merge Dragons.	GRAVAÇÃO DE TELA 4

¹⁶ Problemas técnicos inutilizaram os Registros

¹⁷ Encontro realizado através do WhatsApp

Fonte: criado pelo autor (2022)

O primeiro encontro virtual do clube foi de apresentação da robótica educacional, do *Scratch* e de inscrição em suas diversas plataformas. Além disso, foram tratados assuntos administrativos referentes à pesquisa, permissões e as gravações de tela. O segundo encontro virtual foi de introdução a linguagem de programação visual do *Scratch*. Esse momento foi expositivo e focou-se na exploração das minúcias da plataforma, como: os atores, as variáveis, os encaixes, etc.

Em D3, as gravações de tela falharam. O encontro foi em parte expositivo com um momento de demonstração de estrutura de decisão e outro momento para os alunos produzirem programas empregando essas estruturas. D4 foi um encontro que não contou com intermediação via *Google Meet*, ele aconteceu via WhatsApp apenas. Neste encontro, os estudantes do clube utilizaram seu conhecimento para construir um robô virtual de atendimento.

Em D5, a gravação de tela foi bem sucedida. Neste encontro, o professor criou um robô virtual utilizando os parâmetros da aula anterior, ademais foram introduzidas as estruturas de repetição. Os encontros D6, D7 e D8 foram momentos de programação feitas pelos estudantes do clube e constam detalhadamente descritos nos quadros 5, 6 e 7¹⁸, respectivamente. Em D6, se tratou da construção de calculadoras e reflexão sobre a sua otimização. Já em D7, houve um momento de revisão 1 a 1. Por fim, em D8 foram construídos programas com base na proposta da fase 3, baseada no jogo Merge Dragons.

Das seções a seguir, na primeira seção são discutidas as observações sobre o contexto educacional, aspectos lúdicos e motivacionais. Em seguida, analisa-se uma oportunidade de encontro um-a-um com um estudante. A terceira seção discorre sobre o encontro ocorrido via WhatsApp. Por fim, trata-se do conhecimento matemático construído.

3.4.2. *Entusiasmo e dificuldades*

É observável que, como alude Valente (2016) sobre alunos da escola pública, os estudantes não possuem experiência e/ou letramento em linguagem de

¹⁸ Capítulo seguinte

programação, mesmo que visual (D1). Também houve relutância em iniciativas de programação nos smartphones *a priori* (D4).

O entusiasmo dos estudantes é perceptível no seu momento máximo ao início da intervenção (D1, D2, D3). No entanto, a natureza excludente do acesso à internet acaba por, em muitas instâncias, solapar as possibilidades pedagógicas nela baseadas. Em D8 é evidenciado que o clube moverá para um plataforma presencial, com maior potencial abrangente.

Muito embora tenha havido uma dificuldade clara no processo de compartilhamento dos algoritmos entre os seus colegas, houve um engajamento em produzir soluções (conforme D8 e D6) e, concorrentemente, um baixo engajamento na produção de soluções algorítmicas longas (Maria em D4). Tendência que, extrapolada, pode instar o estudante, num processo mais longo, a buscar estratégias de decomposição dos problemas.

3.4.3. *Aula um-a-um.*

D7 trouxe um relato interessante, pois Pedro um dos alunos mais dedicados e perceptivelmente um daqueles com maiores dificuldades, sendo o único presente no encontro em um dia chuvoso, se beneficiou (espera-se) de um momento um-a-um. Ele demonstrou dificuldade com os preceitos básicos da linguagem de programação, que mesmo visual lhe trazia dificuldades.

Procedimentos como mudar os nomes das variáveis para melhor se adequar às solução lhe pareciam muito difíceis. Embora a resolução matemática do problema não existisse, em observação superficial, a necessidade de maior suporte pedagógico, quiçá psicopedagógico. Houve uma dissociação de suas habilidades lógicas de suas habilidades linguísticas.

Brennan e Resnick (2012) determinam que habilidades referentes a sintaxe de programação são parte do PC. Denning e Tedre (2019) são crassos ao apontar que o Pensamento Computacional é sobre computadores. E Valente (2016) reitera que a natureza do aprendizado com computadores é um letramento. E nesse sentido, este estudante, em específico, no caminho do desenvolvimento de seu Pensamento Computacional, demanda suporte além daquilo aventado para o clube robótica.

3.4.4. A aula do WhatsApp (D4)

No quarto dos encontros do clube, com o objetivo de criar uma dinâmica diferenciada para intervenção, o encontro ocorreu exclusivamente de forma virtual (D3). Uma atividade de construção de robô de vendas. Uma fuga do planejado, mas que explorou o uso de estruturas de decisão. Atividade exposta na figura abaixo:

Figura 14 : Atividade de Produção de Robôs Virtuais

Atividade	Robô de vendas	Desafio:
<p data-bbox="352 629 549 656">Robôs 🤖 de vendas</p> <p data-bbox="296 678 600 927">No WhatsApp inúmeras empresas utilizam mecanismos de resposta automatizadas, robôs que existem apenas virtualmente. Eles captam informações fornecidas pelos clientes e são capazes de fornecer respostas predeterminadas de acordo com as demandas. Na Bahia, a Coelba e a Embasa são exemplos disso. Na sua cidade é provável que haja alguma lanchonete que use esse tipo serviço. Baseado nesse cenário, iremos criar nosso próprio robô de respostas.]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Escolha um ator no Scratch; ● Crie uma saudação que contenha o nome de sua lanchonete; ● Fale ao cliente o cardápio: duas escolhas de alimento e três de bebida, no mínimo; ● Pergunte se o cliente deseja algo para beber. Se sim, pergunte o quê. ● Pergunte se o cliente deseja algo para comer. Se sim, pergunte o quê. ● Informe ao cliente o pedido e o valor total. ● Agradeça pelo pedido. 	<p data-bbox="1038 656 1362 741">Será que consegue fazer um robô que te permite escolher vários tipos de bebida? Ou de alimento?</p>

Fonte: criado pelo autor (2022)

Este encontro apresenta elementos destacáveis, fazendo jus a uma única entrada na análise. Aqui ficaram claros os diferentes níveis de letramento digital advogados por Valente (2016), e a gama de conhecimentos demandados pelo Pensamento Computacional que não vertem naturalmente como alertam Wing (2011) e Denning e Tedre (2019).

Duas situações o exemplificam isso. Regina diz que não conseguiu entrar na plataforma *Scratch*. Quando se tratou a situação, observou-se que a aluna não sabia que “correio-eletrônico” era a tradução do estrangeirismo “e-mail”. E o correio-eletrônico era um dos itens da inscrição na plataforma. Até o momento ela sonegava que não se cadastrou. Por outro lado, Antônio e Maria constroem espontaneamente seus programas em língua inglesa, mesmo toda instrução na intervenção tendo ocorrido em língua portuguesa.

Outra instância que explica um pouco de como a motivação tem a ver com a facilidade em resolver tarefas repetitivas com certo conforto. Antônio, programando no computador, foi aquele que se sentiu confortável em compartilhar seu

desempenho. Enquanto outros, programando via smartphone e tablet não se sentiram confortáveis.

Por fim, um aspecto interessante tem a ver com um erro. Camila entendeu que ela deveria criar uma animação, que ela postou e tão logo apagou. Ela utilizou elementos dos *Scratch* para manipulação de múltiplos personagens, algo que não foi tratado, inclusive. Isso mostrou um aprendizado autônomo. Essa instância, pedagogicamente, permitiu tratar da diferença entre uma animação e um robô virtual (um manipulador autônomo capaz de interatividade).

Figura 15: Algoritmo do Robô Virtual de Antônio

```

when clicked
say "Olá! Bem vindo(a) ao restaurante Rocha Pital" for 2 seconds
say "O cardápio é o seguinte:" for 2 seconds
say "Alimento: 1 - churrasco (R$20,00) 2 - moqueca (R$30,00)" for 2 seconds
say "Bebida: 1 - água (R$2,50) 2 - refrigerante (R$5,00) 3 - cerveja (R$6,00)" for 4 seconds
ask "quer comer?" and wait
if answer = sim then
ask "Quer comer o que?" and wait
set alimento = to answer
if alimento = churrasco then
set preço alimento = to 20
else
set preço alimento = to 30
else
set preço alimento = to 0
ask "Quer beber?" and wait
if answer = sim then
ask "O que pretende beber?" and wait
set bebida = to answer
if bebida = água then
set preço bebida = to 2.5
if bebida = refrigerante then
set preço bebida = to 5
if bebida = cerveja then
set preço bebida = to 6
else
set preço bebida = to 0
set preço total = to preço alimento + preço bebida
say "O preço final ficou" for 1 seconds
say "preço total" for 2 seconds
say "É pra já meu patrão(a), obrigado pelo pedido!" for 2 seconds

```

Fonte: criado pelo autor (2022)

3.4.5. A expressão do conhecimento matemático em ação

A BNCC (2018a) abandonou uma sistematização para matemática nas competências clássicas dos PCNs (1997) como: números, tratamento de informação, álgebra, etc. que evocam o conteúdo. E deu lugar a competências gerais e mais amplas que combinam um grande espectro de habilidades associadas a todas as disciplinas matemáticas, vide quadro abaixo. Para uso nessa análise, visto basicamente todas as ações poderiam ser encaixadas em qualquer uma das três últimas competências, foi feito o uso das habilidades (estas usam são identificadas por um código observável na figura subsequente), que a própria base orienta que devem ser alinhadas em unidades temáticas respeitando os conteúdos.

Quadro 8: Competências para Matemática segundo a BNCC

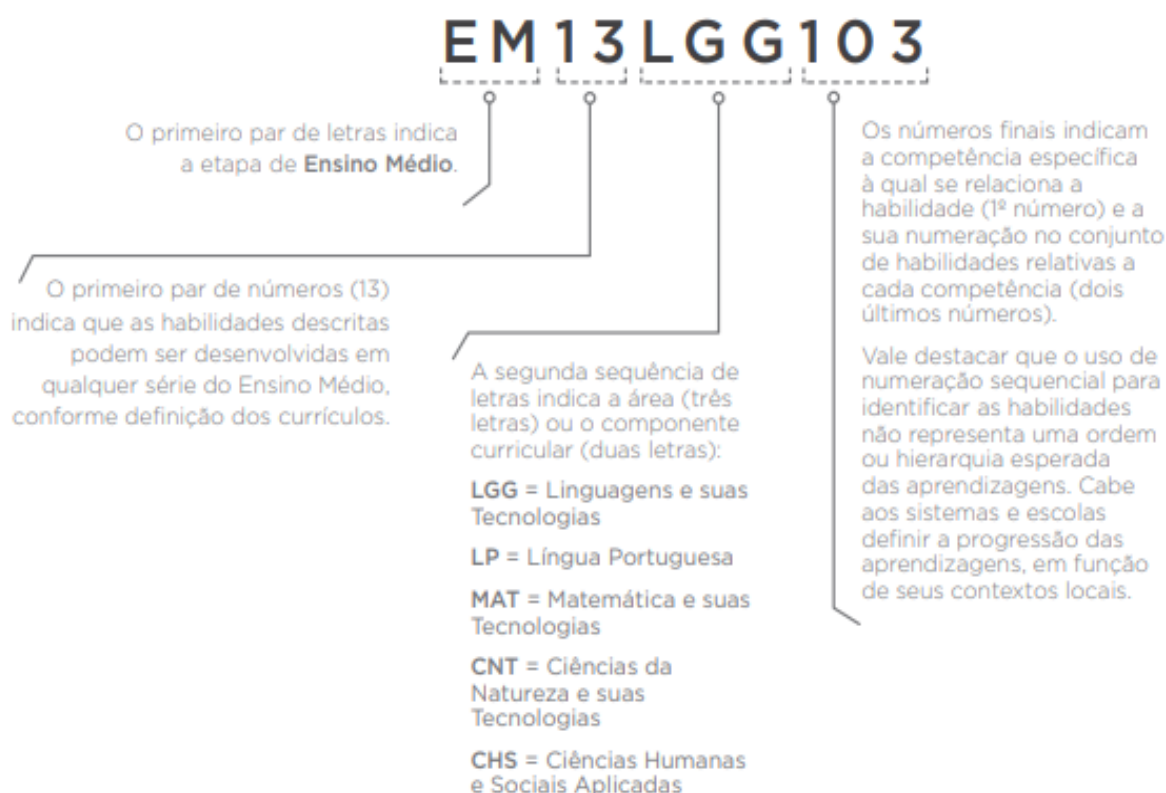
COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS PARA O ENSINO MÉDIO	
1	Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, ou ainda questões econômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a consolidar uma formação científica geral.
2	Articular conhecimentos matemáticos ao propor e/ou participar de ações para investigar desafios do mundo contemporâneo e tomar decisões éticas e socialmente responsáveis, com base na análise de problemas de urgência social, como os voltados a situações de saúde, sustentabilidade, das implicações da tecnologia no mundo do trabalho, entre outros, recorrendo a conceitos, procedimentos e linguagens próprios da Matemática.
3	Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos, em seus campos – Aritmética, Álgebra, Grandezas e Medidas, Geometria, Probabilidade e Estatística –, para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente
4	Compreender e utilizar, com flexibilidade e fluidez, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas, de modo a favorecer a construção e o desenvolvimento do raciocínio matemático.
5	Investigar e estabelecer conjecturas a respeito de diferentes conceitos e propriedades matemáticas, empregando recursos e estratégias como observação de padrões, experimentações e tecnologias digitais, identificando a necessidade, ou não, de uma demonstração cada vez mais formal na validação das referidas conjecturas.

Fonte: Adaptado pelo autor (2022) de BNCC: Ensino Médio (Brasil, 2018a)

Durante os exercícios de programação, seja em momento de ação ou de observação, os estudantes exprimiram suas soluções através de seu conhecimento matemático (conforme Depoimento. 13) ou seu conhecimento computacional (visto em D8). Ser capaz de escrever um algoritmo, por só, é uma habilidade matemática, descrita na BNCC: EM13MAT315, “Reconhecer um problema algorítmico, enunciá-lo, procurar uma solução e expressá-la por meio de um algoritmo, com o respectivo fluxograma” (BRASIL, 2018a, p.528).

Figura 16: Codificação das Habilidades da BNCC do Ensino Médio

Cada habilidade é identificada por um **código alfanumérico** cuja composição é a seguinte:

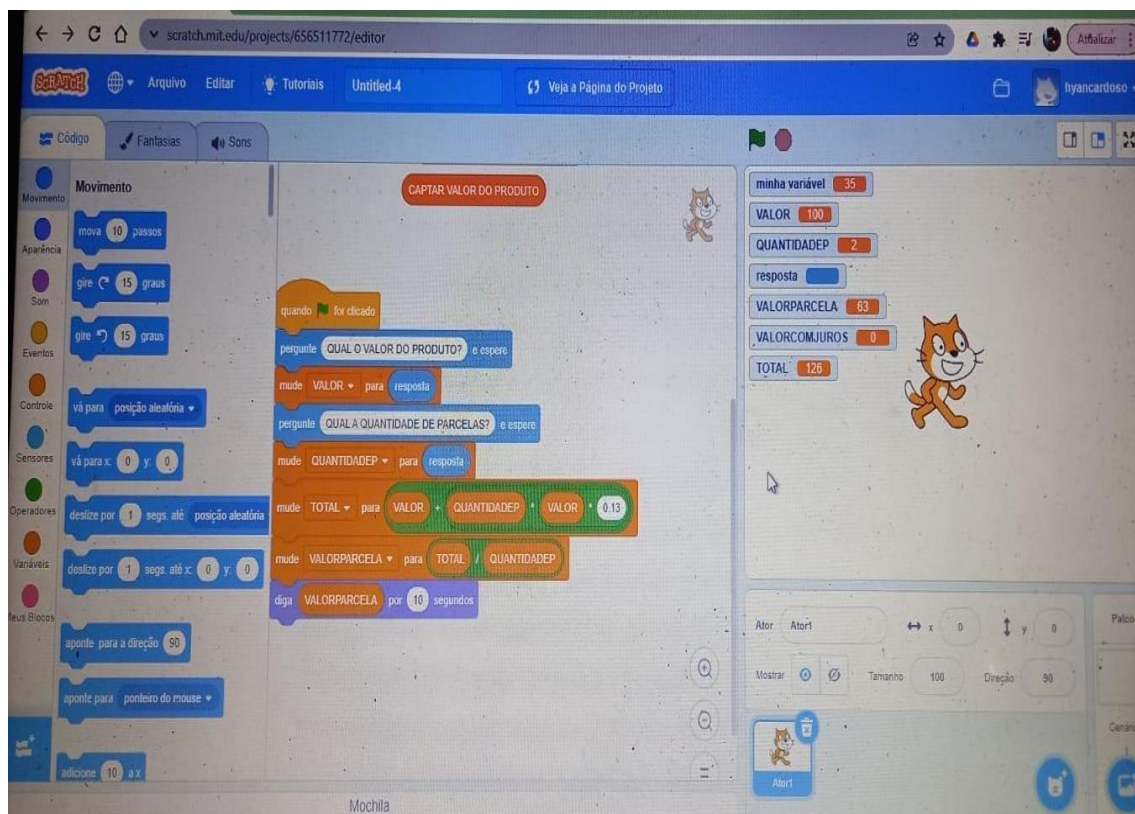


Fonte: BNCC (BRASIL, 2018a, p. 34)

Em primeiro lugar, seus algoritmos são impregnados do tratamento da informação fornecida pelo problema e empregam uma estrutura lógica que requer o uso da aritmética das quatro operações. Isso foi visto na construção de robôs de venda (D4). E se alinha a habilidade, EM13MAT301, de “resolver e elaborar problemas do

cotidiano, da Matemática e de outras áreas do conhecimento, que envolvem equações lineares simultâneas, usando técnicas algébricas e gráficas, incluindo ou não tecnologias digitais” (BRASIL, 2018a, p.528).

Figura 17: Algoritmo de Calculadora de Parcelas

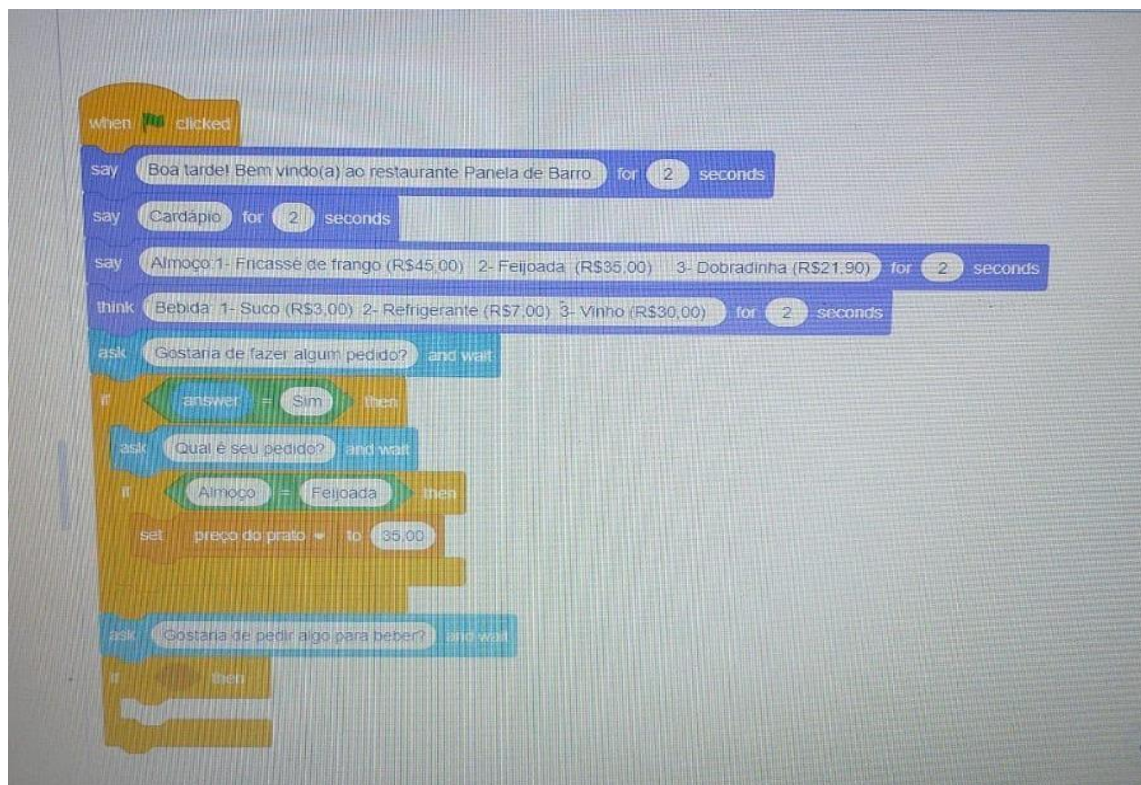


Fonte: Criada pelo Autor (2022)

Já no primeiro exercício (D2), os alunos põem em ação seus conhecimentos de matemática financeira básica, para criar um programa que age como uma função de duas variáveis (ilustrado acima): o valor total e a quantidade de parcelas. Embora sem formalização, este grupo de estudantes busca no momento um conhecimento-ponte, nesse caso, a porcentagem, para o cumprimento desse objetivo.

Assim, munidos desse conhecimento são capazes de, coletivamente, resolver os problemas, não ficando assumido que seriam capazes de escrever essa mesma função de duas variáveis ($R \times N \rightarrow R$) em linguagem matemática. Mas fica perceptível a capacidade de escrevê-la como fórmulas de matemática financeira. O que condiz como a habilidade EM13MAT303, “Resolver e elaborar problemas envolvendo porcentagens em diversos contextos” (BRASIL, 2018a, 529)

Figura 18: Solução de Maria

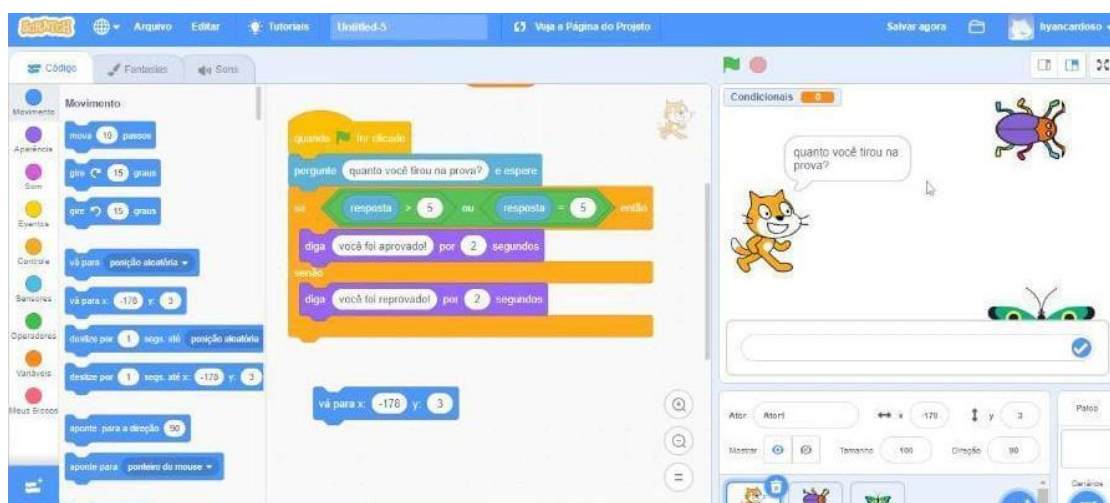


Fonte: criada pelo autor (2022)

Outra forma de expressão desse conhecimento ou desconhecimento é possível ver em D4 quando uma das alunas (na figura acima), que posteriormente reclamará do tamanho de um algoritmo, aumenta em um a quantidade de itens de combinação. Inadvertidamente, a aluna incorre no princípio multiplicativo da análise combinatória e aumenta seu número de linhas de código em três ao transformar uma combinação de 2 com 3, em uma de 3 com 3.

Fato que ocorreu a despeito do que a solução demandava. Havia a necessidade do desenvolvimento da habilidade EM13MAT310, “Resolver e elaborar problemas de contagem envolvendo diferentes tipos de agrupamento de elementos, por meio dos princípios multiplicativo e aditivo, recorrendo a estratégias diversas como o diagrama de árvore” (BRASIL, 2018a, 529). Esta é uma interessante situação em que um conhecimento não envolvido explicitamente na solução de um problema tem prestigiado papel no alcance da solução.

Figura 19: Estrutura de decisão com três casos



Fonte: criado pelo autor (2022)

Na solução de um programa que analisou médias e afirmou se aprovado, ou reprovado, (em D3) é observado que a quebra em casos determina o tamanho do algoritmo e a forma que ele toma. E, essa quebra se orienta pela compreensão do estudante que o constrói relações de ordem ($>$, $=$, $<$). Percebeu-se que essa noção se apresenta em torno do valor de média, "5", instalando um estrutura em torno do "maior ou igual" a esse valor. No entanto, numa análise visando otimizar o programa percebeu-se que uma estrutura em torno de "menor que" seria mais simples. Portanto, diminuiria o código.

Quando da produção do algoritmo que sintetizava o princípio matemático por trás do jogo MERGE DRAGONS, o raciocínio algébrico necessário significou utilizar uma estrutura de repetição para recriar o comportamento de uma progressão geométrica (D8). E nesse interim, desenvolvendo a habilidade EM13MAT508 de "Identificar e associar sequências numéricas (PG) a funções exponenciais de domínios discretos para análise de propriedades, incluindo dedução de algumas fórmulas e resolução de problemas" (BRASIL, 2018a, 533).

Nesse exercício, o conhecimento matemático e de programação se misturaram, uma vez que os limites da linguagem de programação (que não possui diretamente a operação de potenciação) demandam acomodações de alguma ordem.

Ainda nesse registro, foi possível observar nas ações de depuração (lideradas por Antônio) a formação de uma espiral de aprendizagem (VALENTE, 2002), em que se utilizou turnos de depuração para afinar uma construção algorítmica. A depuração caminhou para determinar o primeiro elemento de uma progressão geométrica, que

nos limites da linguagem de programação seria capaz de entregar o resultado da solução esperada.

Fica nesse turno de ações pedagógicas perceptível que ações de programação demandam conhecimentos expostos e não expostos, expressos em linguagem formal e informal. Esses conhecimentos, e a busca por eles no curso do desenvolvimento do Pensamento Computacional, ditam a capacidade de exprimir as soluções, mas também se inserem nas capacidades de depuração e otimização destas soluções.

4. ANÁLISE VISUAL E TEXTUAL: COMPETÊNCIAS E EMERGÊNCIAS

“Só assim poderemos esperar dias melhores para a Educação, acreditando que cada educador é uma peça fundamental”

Flaviana dos Santos Silva

Nesta capítulo final, os dados das gravação de tela e do questionário são expostos. Conjuntamente, esses dados compõem o corpus de análise e são organizados em sistematização apresentada na primeira sessão. São detalhadas as categorias de análise, incluído uma categoria emergente na seção subsequente. Por fim, é apresentado o metatexto.

4.1. O corpus de análise: processo de determinação das ações significativas e depoimentos.

Como previamente mencionado, o processo de análise trata através do método baseado em Análise Visual e ATD de gravações da execução de diversas tarefas. As ações significativas abaixo captam momentos dos estudantes (denominados atores, por executarem a ação) programando e auxiliando os colegas. Subsequentemente, há quadros com as respostas do questionário processual que se somam para formar este corpus de análise.

Nas três gravações visuais (três quadros subsequentes) aqui apresentadas, atores (estudantes) numerados, A1 (Antônio), A2 (Pedro), A3 (Maria) e A4 (Pedro/Marcelo/Maria, quando observando) constroem programas de acordo com as instruções do professor. A fim de criar o contexto, estão em negrito as ações do professor. Além disso, onde se fez necessário, registros colhidos do diário do pesquisador foram adicionados para dar voz. Uma quarta gravação de tela, a de número 1, foi descartada por não exibir momentos de ação dos alunos.

Quadro 9: Gravação de Tela 2

Gravação de Tela 2
<p>O professor enuncia a problema “escrever um algoritmo que escreva os números ímpares entre 100 e 200”</p> <p>O Ator...</p> <p>Ação 1. A1 inicia o programa insere o bloco “Quando bandeira verde for clicada”</p> <p>Ação 2. A1 cria a variável “número”</p> <p style="padding-left: 40px;">Ação 2.1. A1 insere o bloco “mudar variável para...” que muda o valor de número para 100</p> <p>Ação 3. A1 anexa o bloco “repetir até que ...”</p>

Gravação de Tela 2

Ação 3.1. A1 encaixa bloco de comparação “maior que” na condição

Ação 3.2. A1 condiciona a “número” maior que a 200

Ação 3.3. A1 insere dentro da repetição bloco “mudar variável para...” que

Ação 3.3.1. A1 muda o valor de “número” para o operador “número” mais 1

Ação 4. A1 encaixa abaixo a condicional “se...então...”

Ação 4.1. A1 utiliza o bloco de comparação “menor que” na condição

Ação 5. A1 troca o bloco de comparação “menor que” por “igual a” na condição

Ação 5.1. A1 combina o bloco com o operador “resto de... por...”

Ação 5.2. A1 põe 0 do outro lado da igualdade

Ação 5.3. A1 insere “diga...por...segundos” dentro da igualdade “se...então...”

Ação 5.3.1. A1 preenche o bloco com a variável “número”

O professor questiona se não há outro meio de resolver esse problema: “É possível otimizar esse programa? É possível resolver esse problema sem utilizar ‘se... então...’? Há algum padrão?” (Vide DP)

Ação 1. A4 Observador pondera “eles crescem de dois em dois” (vide DP)

Ação 6. A1 Ator desmonta o programa

Ação 6.1. A1 Retira estrutura condicional

Ação 7. A1 Move para apagar, mas retira o conteúdo “diga...por...segundos” preenchido com número

Ação 8. A1 copia o bloco

Ação 9. A1 e coloca imediatamente antes da estrutura de repetição

Ação 10. A1 observa,

Ação 10.1. A1 considera errôneo

Ação 10.2. A1 e retira.

Ação 11. A1 troca valores de bloco “mudar variáveis para...”, que muda o valor de “número” para o operador “número” mais 1, para que este passe para mudar o valor de “número” para o operador “número” mais 2.

Ação 12. A1 testa o programa

Ação 12.1. A1 percebe erro

Ação 12.2. A1 pondera

Ação 12.3. A1 muda o bloco de define o valor inicial de “número” de 100 para 101

Ação 12.4. A1 testa

Ação 12.5. A1 percebe erro

Ação 12.6. A1 muda o bloco de define o valor inicial de “número” de 101 para 99

O professor seleciona um novo ator e propõe um novo problema: “criar programa que some os múltiplos de 3 ímpares entre 1 e 500”

O Ator...

Ação 1. A3 inicia o programa insere o bloco “Quando bandeira verde for clicada”

Ação 2. A3 percorre a barra de bloco de variáveis

Ação 2.1. A3 seleciona bloco “mude...para” arrasta o para a área de programação

Ação 3. A3 descarta o bloco

Ação 4. A3 cria nova variável, “ator”

Ação 5. A3 seleciona bloco “mude...para” arrasta o para a área de programação

Ação 5.1. A3 busca de forma errática pelas abas.

Gravação de Tela 2	
Ação 2.	A4 Observador intervém, enuncia que ele precisa de uma estrutura de repetição
Ação 6.	A3 Ator busca pela estrutura de repetição
	Ação 6.1. A3 decide por “repetir até que...”
Ação 7.	A3 buscar pôr no bloco operadores]
	Professor sugere: “o formato possibilita o encaixe”
	Ator...
Ação 8.	A3 escolhe um bloco de comparação de igualdade
	Ação 8.1. A3 insere o bloco na estrutura de repetição e a variável “ator” no bloco
Ação 9.	A3 insere “adiciona... a”, que adiciona 3 a “ator”
Ação 3.	A4 Observador sugere que deve ser inserido condicional “se...então...”
Ação 10.	A3 Ator segue a sugestão
	Ação 10.1. A3 busca por condicionais
	Professor enuncia em forma de pergunta: “buscamos pares ou ímpares?”
Ação 4.	A4 Observador propõe o uso do bloco de negação na condicional
Ação 11.	A3 O ator segue sugestão insere o bloco “não...” como condicional do “se...então...”
	Ação 11.1. A3 insere o bloco “... igual...”
Ação 5.	A4 Observador propõe uso do bloco “resto de ... por...”
Ação 12.	A3 O ator insere o bloco “resto de ... por...” e o iguala a 0
Ação 13.	A3 insere o bloco “mudar...para...”
	Ação 13.1. A3 define que o bloco mude “my variable” para “my variable” mais “ator”
	Ação 13.2. A3 Insere fora das estruturas aninhadas dois blocos “diga...por...segundos”
	Ação 13.3. A3 preenche os com “O total é...” e “my variable”
Ação 14.	A3 Testa o programa
	Ação 14.1. A3 percebe o erro
Ação 15.	A3 insere dois blocos “mudar...para...”
	Ação 15.1. A3 define o valor inicial das variáveis como 0
Ação 16.	A3 testa o programa

Fonte: criado pelo autor (2022)

O quadro acima traz as ações significativas na criação de dois algoritmos. O primeiro enuncia uma série de números ímpares entre dois números inteiros, 100 e 200. Já o segundo algoritmo, é a soma de números ímpares múltiplos de 3, entre 1 e 500. Neste registro dois atores A1, Antônio, e A3, Maria, programam. Pedro (A4) faz observações.

Quadro 10: Gravação de Tela 3

GRAVAÇÃO DE TELA 3	
O professor expõe a tarefa de programação “Dizer olá 10 vezes”	
Expõe os tipos de blocos: controle, variáveis, aparências.	
Ação 1.	A2 Ator escolhe blocos entre os blocos de eventos e blocos de aparências
Expõe blocos “diga...” e diga “diga... por...segundos”	

GRAVAÇÃO DE TELA 3

Expõe blocos “Quando bandeira verde for clicada” e “Quando... for clicado”

Ator...

Ação 2. A2 decide por uso dos blocos “Quando bandeira verde for clicada”

Ação 3. A2 decide por uso do bloco “diga... por...segundos”

Ação 4. A2 enuncia necessidade de blocos de repetição

São expostos blocos “repetir até que...” e diga “repetir... vezes”

Ação 5. A2 escolhe “repetir...vezes”

Ação 6. A2 insere o bloco “diga... por...segundos”, olá por 2 segundos.

Ação 7. A2 testa o programa

Ação 7.1. A2 Não consegue discernir funcionamento

Ação 7.2. A2 insere o bloco “espere por...” dentro do bloco de repetição antes do bloco de aparência.

Ação 7.3. A2 testa o programa

Ação 7.4. A2 insere o bloco depois

Ação 7.5. A2 testa o programa

Ação 8. A2 O ator questiona sobre o uso do outro bloco de repetição.

O professor expõe um uso do outro bloco de repetição com condição

Desmonta o programa

Troca o “repetir...vezes” por “repetir até que...”

Insere variável “resposta” igual a “não” como condição

Insere o sensor pergunta dentro da repetição

Altera o conteúdo da pergunta para “devo continuar a repetir”

Testa o programa.

O professor propõe a tarefa “repetir perguntando quantas vezes “O ator...

Ação 9. A2 canibaliza do programa anterior

Ação 9.1. A2 separa as partes

Ação 9.2. A2 retira a resposta da condicional da repetição

Ação 9.3. A2 retira a pergunta de dentro

Ação 9.4. A2 descarta o bloco de repetição “repetir até que...”

Ação 9.5. A2 traz de volta o bloco de repetição “repetir...vezes” que estava no canto da tela

Ação 10. A2 expressa “igual ao anterior” (vide DP)

Ação 11. A2 posiciona no início do programa o sensor pergunta

Ação 12. A2 remonta os blocos na ordem anterior

Ação 13. A2 testa o programa

Ação 13.1. A2 percebe que não alterou a pergunta

Ação 13.2. A2 altera a pergunta

GRAVAÇÃO DE TELA 3	
O professor propõe a tarefa “Responder sobre a necessidade de guarda-chuva de acordo com clima”	
O professor descarta o programa anterior	
O ator...	
Ação 14. A2	busca a estrutura condicional
Ação 15. A2	escolhe o bloco “se...então...” ao invés de “se... então... senão...”
Ação 16. A2	escolhe o bloco de comparação de igualdade
Ação 16.1. A2	insere o bloco como condicional
Ação 16.2. A2	Insere no bloco a variável “resposta”
Ação 16.3. A2	preenche o outro lado da igualdade com “chuvoso”
Ação 17. A2	posiciona o sensor pergunta acima
Ação 17.1. A2	preenche o sensor com a pergunta: “qual o clima de hoje”
Ação 18. A2	insere no bloco “se... então... um bloco “diga...por...segundos”
Ação 18.1. A2	preenche o bloco com “você deve usar guarda-chuva hoje”
Ação 19. A2	cria um bloco “diga...por...segundos” contendo “tenha um bom dia

Fonte: criado pelo autor (2022)

Na gravação de Tela 3, Pedro, como A2, programa uma série de pequenos programas, cujo objetivo pedagógico é revisar conceitos de programação explorados nos encontros anteriores. Essa gravação é de um momento mais próximo do professor-aluno. Na análise do diário, o momento foi denominado aula um-a-um.

Quadro 11: Gravação de Tela 4

GRAVAÇÃO DE TELA 4	
O professor expõe imagens do jogo expõe o princípio matemático de funcionamento	
O ator...	
Ação 13. A1	analisa as peças necessárias à construção
Ação 14. A1	Nomeia as variáveis nível 1, 2 e 3
Ação 14.1. A1	Assinala valores às variáveis 1, 2 e 3
Ação 14.2. A1	Define valor inicial para as variáveis em 0
Ação 14.3. A1	Escolhe o bloco “mude variável para” três vezes.
Ação 14.4. A1	Preenche cada bloco com mude nível 1 para 1, nível 2 para nível 1 multiplicado por 2, e nível 3 para nível 2 multiplicado por 3.
O professor que solicita expresse o raciocínio via programa.	
Ação 15. A1	Ator acrescenta bloco de evento bandeira verde e bloco de aparência “diga por... segundos”.
Professor reitera a pergunta “Quantas peças são necessárias para atingir certo nível”	
Ator questiona “de todos os níveis?”	
O professor percebe a falha no enunciado e restringe a complexidade do programa “apenas	

GRAVAÇÃO DE TELA 4

peças do primeiro nível” e aponta que o “programa deve ser interativo”.

Ação 16. A1 insere no início do programa o sensor “pergunta” com a pergunta “qual nível deseja alcançar?”

Ação 17. A1 Cria a variável nível selecionado

Ação 17.1. A1 cria o bloco de controle “mude variável... para...” para mudar variável selecionada para a resposta da pergunta

Ação 18. A1 Traz comando “se... então e se ... senão” para a tela.

Ação 18.1. A1 Utiliza variável “nível desejado” como condicional a igualdade com o “nível 3”

Ação 18.2. A1 Insere dentro do bloco “se... então” como condição

Ação 19. A1 Insere dentro do “se... então...” o bloco “mude...para...” que muda a variável nível desejado para a operação “nível 3” dividido por “nível 1”

Ação 20. A1 adiciona no final do código bloco de aparência “diga...por...segundos”

Ação 21. A1 cria operação concatenação “junte... com...” e insere no bloco de aparência.

Ação 22. A1 Concatena “o número de peças é” com a variável nível desejado.

O professor intervém e solicita que o aluno teste o programa com valores. Professor narra para os outros autores o que estava sendo feito pelo colega

O ator

Ação 23. A1 testa os valores.

Ação 24. A1 observa o programa.

Ação 25. A1 conjectura (vide registro DP) utilizar três “se...então...” para cobrir mais possibilidades

O professor questiona “como otimizaria o programa para que responda um quantidade para qualquer nível solicitado?” Quais são as estruturas que nos permitem fazer isso?”

O ator...

Ação 26. A1 busca na barra quais estruturas usar.

Ação 27. A1 Encontra “repetir até que...” e “repetir... vezes” decide por “repetir...vezes”

Ação 28. A1 desmonta o programa

Ação 28.1. A1 quebra o algoritmo no topo e retira blocos que mudam os valores das variáveis nível 1, 2, 3.

Ação 28.2. A1 quebra o algoritmo após a pergunta e insere o bloco “repetir...vezes”

Ação 28.3. A1 quebra o algoritmo na altura do “se... então” retira bloco “mude...para...” que muda a variável nível

Ação 28.4. A1 desejado para a operação “nível 3” dividido por “nível 1”

Ação 28.5. A1 quebra o algoritmo e separa o bloco “diga...por...segundos” que expressa o resultado.

Ação 29. A1 pondera sobre os passos subsequentes.

O professor intervém e diz “Às vezes num programa precisamos modular qual informação este recebe” e adiciono “Como podemos fazer isso”?

GRAVAÇÃO DE TELA 4

O ator...

Ação 30. A1 responde (vide DP): “tenho que mudar a pergunta”.

Ação 30.1. A1 altera a pergunta de (“qual nível deseja alcançar?”) “Qual nível deseja alcançar (responda com um número)?”

Ação 31. A1 insere a variável “nível desejado” como condição de repetição

Ação 32. A1 apaga as variáveis, nível 1, 2 e 3

Ação 33. A1 cria a variável “número de peças”

Ação 34. A1 insere o bloco “mude... para...” abaixo da resposta, mudando “número de peças” para 1

Ação 34.1. A1 insere o bloco “mude... para...”, dentro do “repetir...vezes”

Ação 35. A1 Configura o bloco “mude... para...” para mudar “número de peças” para “número de peças” vezes 3.

O professor pede para que teste a eficácia do programa

O ator...

Ação 36. A1 testa o programa

Ação 36.1. A1 insere 7 como resposta no sensor resposta

Ação 6. A4 **observadores assinalam resposta do programa como incorreta**

O ator...

Ação 37. A1 insere 1 como resposta

Ação 37.1. A1 assinala erro na resposta do programa

Ação 37.2. A1 identifica numa multiplicidade excessiva por 3

Ação 37.3. A1 limpa a área de programação dos blocos descartados

Ação 37.4. A1 define valor inicial para a variável número de peças como “número de peças” menos 1

Ação 37.5. A1 testa com “resposta” 1

Ação 37.6. A1 assinala erro

Ação 37.7. A1 remove o de operação número de peças” menos 1

Ação 37.8. A1 pondera e diz “vou dividir por três antes professor” (vide DP)

Ação 37.9. A1 substitui o bloco removido por “1” dividido por “3”

Ação 37.10. A1 testar o programa com diversos valores.

Ação 37.11. A1 não assinala erros

O professor segue o encontro propondo desafio de criar programa que calcule o número de peças observando a possibilidade de combinar 5 peças e obter 2 peças do nível seguinte.

Encerra-se o tempo do encontro

Fonte: criado pelo autor (2022)

No último quadro de registro de gravações Antônio, A1, cria perante seus colegas um programa que ilustra o princípio matemático relacionado com o Jogo

Merge Dragons: o crescimento exponencial. No quadro seguinte, apresentam-se os excertos do questionário processual e sua codificação em depoimentos numerados e associados aos atores divididos em quadros de acordo com as perguntas realizadas. O questionário foi respondido por Antônio, Pedro e Marcelo.

Quadro 12: Perguntas

Descreva as operações matemáticas envolvidas na solução dos problemas	
Depoimento 1.	Principalmente a multiplicação e divisão, porém também foi interessante notar uma similaridade com a potenciação. (ANTÔNIO)
Depoimento 2.	Fazer os resultado da operação ser menor ou igual a 500 (ANTÔNIO)
Depoimento 3.	A operação foi dizer olá 10 vezes, e fazer perguntas (PEDRO)
Depoimento 4.	Divisão (PEDRO)
Depoimento 5.	Adição, multiplicação e divisão. (PEDRO)
Depoimento 6.	Utilizei multiplicação e divisão, mas percebi que também poderia se utilizar a potenciação (ANTÔNIO)
Quais foram as etapas que você tomou para resolver o problema da aula de hoje?	
Depoimento 7.	Primeiro identificar o que era pedido, depois pensar em como seria possível de executar a tarefa, (ANTÔNIO)
Depoimento 8.	Depois procurar formas de otimizar o programa e retirar os bugs (ANTÔNIO)
Depoimento 9.	Utilizei o resolução maior que, menor que e igual e o número somado (PEDRO)
Depoimento 10.	Primeiro foi nos controles, eventos, nós operadores e nas variáveis (PEDRO)
Depoimento 11.	Descobrir as peças dos níveis inferiores (PEDRO)
Depoimento 12.	Entender a situação, analisar as causas e resultados, buscar a solução e rever o que foi aprendido (MARCELO)
Depoimento 13.	Criei variáveis para dar um "valor" para cada nível, e para saber a quantidade de objetos de cada nível necessária para chegar ao próximo nível basta dividir esses valores. Por exemplo: o nível 1 vale 1 o nível 2 vale 3 o nível 3 vale $9 \div 3 = 3$ objetos de nível 2 para se chegar ao nível 3. (ANTÔNIO)

Fonte: criado pelo autor (2022)

4.2. Desenvolvimento do Pensamento Computacional: metatexto

O *corpus* traz à luz o curso do desenvolvimento do Pensamento Computacional dos atores. Nesse processo, cinco habilidades foram observáveis. Quatro delas alinhadas com os parâmetros da BNCC (BRASIL, 2017): Decomposição, Construção de Algoritmos, Reconhecimento de Padrões, Abstração, e Decomposição de Problemas. Adicionalmente, uma quinta, depuração, é trazida à emergência por relevância e prevalência.

Nesse ínterim, o quadro abaixo mostra processo de categorização em etapas finais¹⁹. As seções seguintes trazem, estruturado de acordo como essas categorias finais, o metatexto.

Quadro 13: Categorias da Análise

PENSAMENTO COMPUTACIONAL		
CATEGORIA INICIAIS	CATEGORIA INTERMEDIÁRIAS	CATEGORIAS FINAIS
Escrita algorítmica	Escrita Algorítmica	Construção de Algoritmos
Adequação da Linguagem da Solução	Adequações Funcionais	
Adequação funcional a natureza da plataforma		
Adequação funcional do algoritmo para interação final	Adequações Plásticas	
Adequação Estética do Programa Final		
Adequação do espaço de programação		
Atitudes de Reaproveitamento de Algoritmo	Reaproveitamento	
Solução algorítmica	Reconhecimento de Padrões	Reconhecimento de Padrões
Operacionalização Matemática		
Dúvida e divagação	Erro	
Depuração por meio de teste	Depuração	Depuração
Reparo via tentativa e erro		
Adequação do funcional do algoritmo para depuração		
Depuração espontânea		
Pensamento Matemático	Pensamento Matemático	Abstração
Decomposição do problema	Decomposição do problema	Decomposição

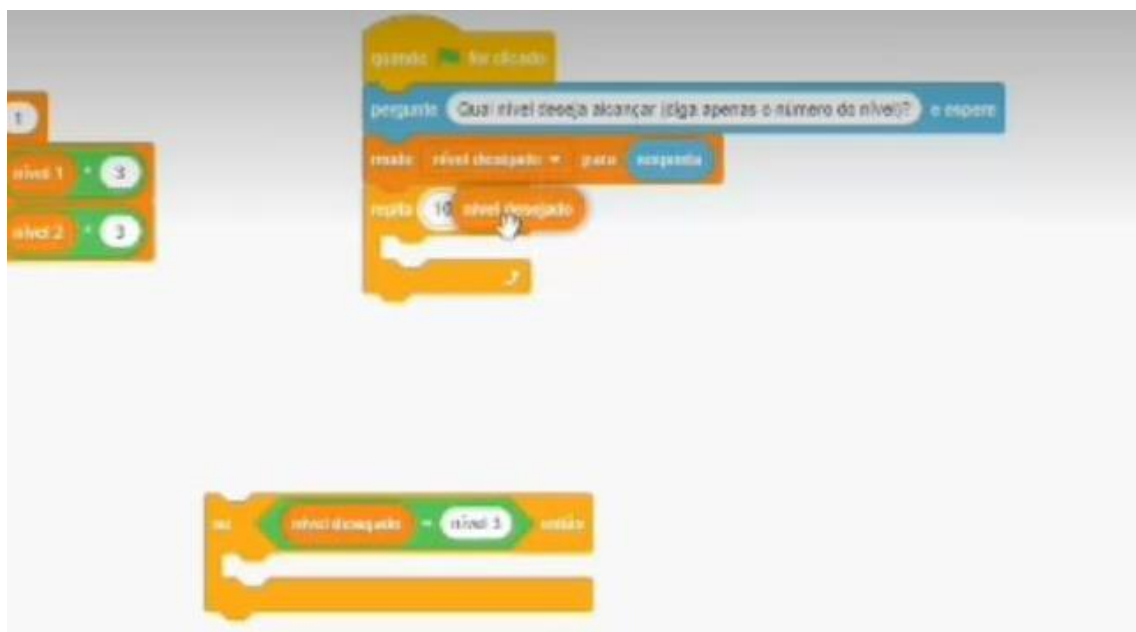
Fonte: criado pelo autor (2022)

4.2.1. Construção de Algoritmos

Os processos e, conseqüentemente, as habilidades envolvidas na construção de algoritmos estão evidenciados na escrita algorítmica. Esse fazer se dá passivamente na construção do algoritmo e no domínio de sua língua, *Scratch*, e de sua sintaxe, vide Grover e Pea (2018).

¹⁹ Etapas iniciais podem ser observadas no apêndice.

Figura 20: Ator insere nível selecionado na repetição



Fonte: criado pelo autor (2022)

A escrita algorítmica nas ações (vide Quadro 10): 31 de A1, que criam variáveis; 18.1 de A2 e 3 de A3 que criam blocos para falarem os resultados; e, 2 de A4 ao apontar a necessidade de estruturas de repetição. Essa escrita, pela natureza da linguagem de programação utilizada, também está presente nos procedimentos de encaixes de blocos num plano mais simples (ações 31 a 34 de A1, no quadro abaixo).

Quadro 14: Extrato de Análise 1

Ação 18. A2	insere no bloco “se... então... um bloco “diga...por...segundos”
Ação 18.1. A2	preenche o bloco com “você deve usar guarda-chuva hoje”
Ação 2. A4	Observador intervém, enuncia que ele precisa de uma estrutura de repetição
Ação 31. A1	insere a variável “nível desejado” como condição de repetição
Ação 32. A1	apaga as variáveis, nível 1, 2 e 3
Ação 33. A1	cria a variável “número de peças”
Ação 34. A1	insere o insere o bloco “mude... para...” abaixo da resposta, mudando “número de peças” para 1
Depoimento 13.	Criei variáveis para dar um “valor” para cada nível, e para saber a quantidade de objetos de cada nível necessária para chegar ao próximo nível basta dividir esses valores. Por exemplo: o nível 1 vale 1 o nível 2 vale 3 o nível 3 vale $9/3 = 3$ objetos de nível 2 para se chegar ao nível 3.

Fonte: criado pelo autor (2022)

Para além da escrita algorítmica, a construção de algoritmos instou a necessidade de ações de adequação de ordem, tanto funcional, quanto estética. Adequações funcionais do código traduziram soluções pensadas matematicamente (vide, Depoimento 13) para forma algorítmicas, como: na sequência ações 31,32 33, 34 e 34.1 de A1, em que vários passos são utilizados para percorrer um sequência de

números; ou, na Ação 14.2 de A1 que zera o valor inicial de uma variável ao perceber que o *Scratch* não o faz automaticamente ao rodar um programa (Quadro 12).

Quadro 15: Extrato de análise 2

Ação 14.2. A1	Define valor inicial para as variáveis em 0
Ação 6. A1	Ator desmonta o programa
Ação 6.1. A1	Retira estrutura condicional
Ação 9. A2	canibaliza do programa anterior
Ação 9.1. A2	separa as partes
Ação 9.2. A2	retira a resposta da condicional da repetição
Ação 9.3. A2	retira a pergunta de dentro
Ação 9.4. A2	descarta o bloco de repetição “repetir até que...”
Ação 9.5. A2	traz de volta o bloco de repetição “repetir...vezes” que estava no canto da tela

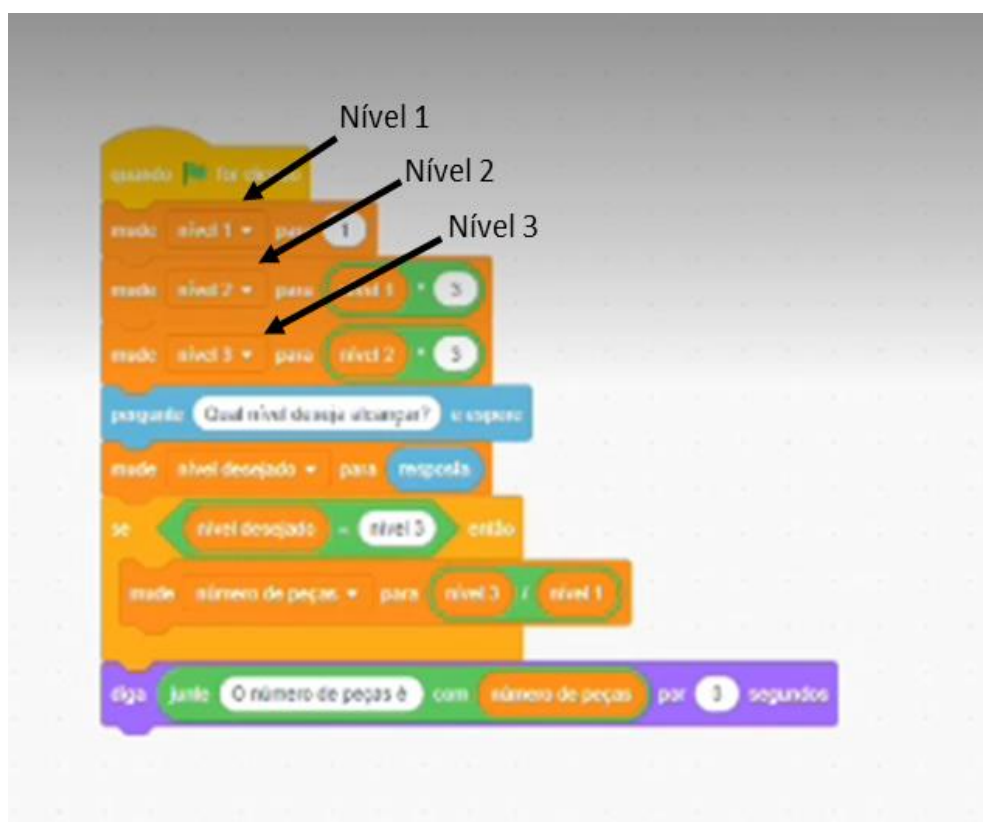
O domínio desta escrita de algoritmo, conseqüentemente, estabelece experiência e tomada de atitudes de reaproveitamento de partes de um código para adequação em outros problemas. Ações 6. A1, 6.1, 8. De A1 e ações 9 e 9.1 a 9.5 de A2, que mostram o uso das partes e estruturas de um programa para a produção de outros, denotam esta habilidade.

No plano plástico da construção dos algoritmos, se observou: a organização do espaço de programação (o descarte na Ação 32 de A1, “apaga as variáveis, nível 1, 2 e 3”); e, as adequações em elementos do algoritmo de modo que este forneça melhores meios de entrada de dados, como na ação 30 e 30.1 de A1, na qual uma pergunta é modulada para oferecer um certo dado necessário.

O PC, sendo de ordem lógica e linguística, erige-se sobre o domínio da linguagem, e desenvolve-se no domínio da escrita algorítmica para fins de operação da solução do problema. A aquisição dessa escrita permite as ações de transformação do código, particionando a solução de um problema e a reelaborando para outros, como alude Grover e Pea (2018).

4.2.2. Decomposição

Figura 21:Primeira Tentativa de A1 com Níveis



Fonte: criado pelo autor (2022)

No corpus analisado, decomposição não ocorre com frequência comparável às outras categorias analisadas e propostas *a priori*. Esse fato decorre da complexidade dos problemas resolvidos. Por sorte, este não é um estudo estatístico. As ações 14, 14.1 até 14.4 de A1, no quadro abaixo, manifestam exemplo particular de decomposição do problema através de uma solução, explicitada por cálculos matemáticos independentes (vistos, no Depoimento 13).

Quadro 16: Extrato de Análise 3

Ação 14. A1	Nomeia as variáveis nível 1, 2 e 3
Ação 14.1. A1	Assinala valores às variáveis 1, 2 e 3
Ação 14.2. A1	Define valor inicial para as variáveis em 0
Ação 14.3. A1	Escolhe o bloco “mude variável para” três vezes.
Ação 14.4. A1	Preenche cada bloco com mude nível 1 para 1, nível 2 para nível 1 multiplicado por 2, e nível 3 para nível 2 multiplicado por 3.

Fonte: criado pelo autor (2022)

Com a compreensão limitada dos processos matemáticos necessários a solução, o ator, naquelas ações, divide o algoritmo em processos matemáticos paralelos compreensíveis. Trata-se de uma decomposição substantiva, conforme Rich, Egan e Ellsworth (2019). Um processo decisório computacional – do

Pensamento Computacional e da capacidade de computar do ator – que é, *a posteriori*, instrumentalizado através de ações do reconhecimento de padrões que repercutiram numa operacionalização matemática.

4.2.3. Reconhecimento de Padrões

As atitudes de reconhecer padrões no problema e na solução e estabelecer uma solução algorítmica, operacionalizar o uso dos componentes matemáticos do algoritmo, utilizar ferramentas de resolução de problemas particulares ao ambiente de programação e sua linguagem, foram identificadas como habilidades associadas ao reconhecimento dos padrões. Em antítese, o erro, não enquanto habilidade, mas como subcategoria de análise, é igualmente associável a essa categoria. Para além disso, ele é pedagogicamente revelador.

Quadro 17: Extrato de Análise 4

Ação 1. A1	inicia o programa insere o bloco “Quando bandeira verde for clicada”
Ação 2. A1	cria a variável “número”
Ação 3. A1	anexa o bloco “repetir até que ...”
Ação 3.1. A1	encaixa bloco de comparação “maior que” na condição
Ação 3.3. A1	insere dentro da repetição bloco “mudar variável para...” que
Ação 4. A1	encaixa abaixo a condicional “se...então...”
Ação 3. A3	descarta o bloco
Ação 4. A3	cria nova variável, “ator”
Ação 5. A3	seleciona bloco “mude...para” arrasta o para a área de programação
Ação 5.1. A3	busca de forma errática pelas abas.
Ação 2. A4	Observador intervém, enuncia que ele precisa de uma estrutura de repetição
Ação 6. A3	Ator busca pela estrutura de repetição

Fonte: criado pelo autor (2022)

Há uma ambivalência em situar a criação da solução de algorítmica como uma subcategoria do reconhecimento de padrões. A despeito desta ser expressa na construção do algoritmo, ela se desenvolve primariamente através do reconhecimento do padrão que orienta a criação de uma solução genérica (GROVER, PEA, 2018). As ações 1, 2, 3, 4 de A1 e 3, 4, 5, e 6 de A3, no quadro acima, mostram passos da construção do algoritmo e de, conseqüentemente, do reconhecimento de padrões que permitem esta construção.

A operacionalização matemática trata-se de reconhecer as partes matemáticas da solução e organizá-las no programa de acordo com a natureza da sintaxe algorítmica. Identificar um padrão matemático é possível, como na ação 35 de A1, que se emprega de uma multiplicação numa estrutura de repetição para fazer as vezes de uma opção exponencial, que naturalmente o *Scratch* não possui.

Contraposto a isso, há o erro. Errar não é uma competência. A não ser se encaixado numa estratégia de tentativa e erro. Reconhecer e apontar ferramentas para superar o erro ao aprender, por si só, não é uma competência do Pensamento Computacional. No entanto, oportunamente, é um elemento importante no processo de ensino-aprendizagem.

Com esse espírito, os erros apontados nas ações 14, 15, 16, 16.1, 16.2. de A2 (Extrato de Análise 5) – caminhos de programação que não eram capazes de responder ao problema – indicam incapacidade de reconhecer no momento padrões associados à solução do problema apresentado.

Quadro 18: Extrato de Análise 5

Ação 14. A2	busca a estrutura condicional
Ação 15. A2	escolhe o bloco “se...então...” ao invés de “se... então... senão...”
Ação 16. A2	escolhe o bloco de comparação de igualdade
Ação 16.1. A2	insere o bloco como condicional
Ação 16.2. A2	Insere no bloco a variável “resposta”

Fonte: criado pelo autor (2022)

Desenvolver a habilidade de reconhecer padrões demanda conhecimento matemático ou insta a construção interdependente deste conhecimento. É trivial, inclusive pelos erros observados, que a solução algorítmica e a operacionalização matemática incorram e recorram a padrões matemáticos presentes nas competências matemáticas. Privilegiadamente, entre essas competências estão: o tratamento de informação, para a leitura do problema; a álgebra, pela natureza da linguagem de programação; e a aritmética, pela natureza operatória dos programas construídos (neste estudo).

4.2.4. Abstração

A abstração acende o Pensamento Computacional para além do reconhecimento de padrões em formas de pura generalidade/universalidade. Quando desenvolve-se a solução para uma forma matemática, alcança-se essa abstração. Nesse sentido, as ações 2.1, 3.2 de A1, 12 de A3, e 4 de A4 demonstram exemplos dessa abstração.

Quadro 19: Extrato de Análise 6

Ação 2.1. A1	insere o bloco “mudar variável para...” que muda o valor de número para 100
Ação 3.2. A1	condiciona a “número” maior que a 200
Ação 12. A3	O ator insere o bloco “resto de ... por...” e o iguala a 0
Ação 4. A4	Observador propõe o uso do bloco de negação na condicional

Fonte: criado pelo autor (2022)

Emprestando-se de Gautam, Bortz e Tartar (2020), que sugerem que a abstração tem capacidade de transportar conceitos através de contextos, estas ações buscam numa linguagem matemática instrumentos uniformizadores. O desenvolvimento do uso das operações matemáticas, então, explicita a capacidade de abstração do contexto matemático em direção àquela da programação.

4.2.5. Depuração

A categoria de análise depuração assembla ações que demonstram o conteúdo de habilidades em torno da percepção do erro. Depurar subentende compreensão da forma, função e/ou conteúdo da solução transcrita em algoritmo e expressa em um programa. Do *corpus* analisado, percebe-se quatro discerníveis rotinas de PC, a depuração por meio de teste, o reparo via tentativa e erro, a adequação do algoritmo para depuração e a depuração espontânea.

A priori, a depuração por meio de teste é observável nas ações 12, 12.1, 12.2, 12.3 de A1, em que se testam o funcionamento de algoritmo, e ações 13 13.1 e 13.2 de A2 que alteram a pergunta, testam a execução do programa e acusam o erro, podendo desencadear uma pronta correção. Ou, alternativamente, desencadear procedimentos de reparo por tentativa e erro em que são feitas conjecturas acerca da solução adequada ao problema e as suas características.

Quadro 20: Extrato de Análise 7

Ação 12. A1	testa o programa	
Ação 12.1. A1		percebe erro
Ação 12.2. A1		pondera
Ação 12.3. A1		muda o bloco de define o valor inicial de “número” de 100 para 101
Ação 13. A2	testa o programa	
Ação 13.1. A2		percebe que não alterou a pergunta
Ação 13.2. A2		altera a pergunta

Fonte: criado pelo autor (2022)

Sob um olhar de depuração, distinta é a atitude observada na ação 7.2 de A2 de inserir o bloco “espere por...” dentro do bloco de repetição antes do bloco de aparência. Essa ação, dentro de seu contexto, mostra uma adequação do algoritmo com fins a permitir a depuração. E isso se deve ao fato que na estrutura de repetição essa pequena pausa permitiria visualmente quantificar e observar erros.

Por fim, última subcategoria observada é a depuração espontânea: ações de reparo do código num percurso de serendipidade. Depurar no curso da escrita de uma solução – como observado nas ações 5, 7, 10, 10.1, 10.2, 11, de A1 de troca e

eliminação de partes depuráveis do programa antes de um teste – exprime esmero e/ou reiterativa reflexão sobre a natureza da resolução do problema.

Quadro 21: Extrato de Análise 8

Ação 5. A1	troca o bloco de comparação “menor que” por “igual a” na condição
Ação 7. A1	Move para apagar, mas retira o conteúdo “diga...por...segundos” preenchido com número
Ação 10. A1	observa,
Ação 10.1. A1	considera errôneo
Ação 10.2. A1	e retira.
Ação 11. A1	troca valores de bloco “mudar variáveis para...”, que muda o valor de “número” para o operador “número” mais 1, para que este passe para mudar o valor de “número” para o operador “número” mais 2.

Habilidade de depurar um algoritmo existe para além de uma prática computacional (BRENNAN, RESNICK, 2012). Por meio do teste e da tentativa e erro, se encaminha para uma habilidade de detecção sistemática de erros (GROVER, PEA, 2018), e na depuração espontânea expressa o desenvolvimento de PC.

O desenvolvimento das habilidades de depuração ricamente culmina no processo de desenvolvimento do Pensamento Computacional em cada iteração. Esse se assenta no fim dos inúmeros ciclos de uma espiral de aprendizagem (VALENTE, 2002) e, serve portanto, de catalisador do desenvolvimento das outras habilidades.

4.2.6. Sobre as categorias: sobre as habilidades

As Habilidades matemáticas destacáveis que foram desenvolvidas na intervenção estão ilustradas no quadro abaixo:

Quadro 22: Habilidades observadas segundo a BNCC:

HABILIDADES MATEMÁTICAS EXPRESSAS NOS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM OBSERVADOS	
EM13MAT315	Reconhecer um problema algorítmico, enunciá-lo, procurar uma solução e expressá-la por meio de um algoritmo, com o respectivo fluxograma
EM13MAT301	Resolver e elaborar problemas do cotidiano, da Matemática e de outras áreas do conhecimento, que envolvem equações lineares simultâneas, usando técnicas algébricas e gráficas, incluindo ou não tecnologias digitais
EM13MAT303	Resolver e elaborar problemas envolvendo porcentagens em diversos contextos

EM13MAT310	Resolver e elaborar problemas de contagem envolvendo diferentes tipos de agrupamento de elementos, por meio dos princípios multiplicativo e aditivo, recorrendo a estratégias diversas como o diagrama de árvore
EM13MAT508	Identificar e associar sequências numéricas (PG) a funções exponenciais de domínios discretos para análise de propriedades, incluindo dedução de algumas fórmulas e resolução de problemas

Fonte: criada pelo autor (2022)

E perceptível, em graus distintos, nas ações significativas apresentadas um entrelaçamento entre habilidade matemática e habilidades do pensamento computacional. EM13MAT315 é a epitome desse entrelaçamento. Analogamente, as habilidades de pensamento computacional observadas entrelaçam-se. E embora possa haver discernimento analítico, como ao definir a depuração e abstração como categorias distintas, no processo de aprendizagem e/ou de pensamento computacional, estas são impossíveis de particionar.

O ensejo de desenvolver umas dessas habilidades computacionais incorre, grata e gratuitamente, no desenvolvimento das outras. Algo que, por conseguinte, constrói uma competência de pensamento computacional via entrelaçamento de habilidades .

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação teve por objetivo geral compreender o desenvolvimento do pensamento computacional através das habilidades expressas em uma intervenção de ensino, para promover a construção de conceitos matemáticos em atividades de robótica educacional baseadas no *software Scratch*, associado à prototipagem em Arduino para alunos da Educação Básica.

Para tanto, buscou-se desenvolver uma intervenção de ensino, tendo como base a Robótica Educacional, o *software Scratch* associado a *plataforma de prototipagem Arduino*. Vale ressaltar que, não se logrou êxito em trazer o aprendizado através da plataforma tinkercad para os registros deste texto. Essa etapa da intervenção pedagógica ocorre no momento da escrita.

No entanto, na etapa de formulação da intervenção foram pensadas adequações, propostas e ferramentas para ensino de programação voltada à robótica educacional em plataformas completamente virtuais. Agora de longe, e observando aquilo que não está posto na análise, mas que foi vivido no clube, é possível ver que o uso de ferramentas de simulação no ensino de robótica – e por extensão de desenvolvimento plugado de Pensamento Computacional – na escola pública serve de instrumento para lidar com a escassez de recursos pedagógicos.

Ademais, é importante tratar do fato de que houve e há uma natureza tumultuosa no retorno virtual, híbrido e presencial das unidades escolares da rede pública. Isso se soma à realidade desigual do acesso à internet em pequenas cidades, comunidades rurais e grupos sociais em vulnerabilidade socioeconômica. Essas naturezas e essa realidade, combinadas com as mudanças de perfil do pesquisador, lócus e público implicaram que, do planejado para intervenção, apenas as três primeiras fases compuseram o corpo analítico desta pesquisa (pormenores podem ser observados no diário do pesquisador, apêndice b).

Há que se ponderar, ainda, que o pesquisador superestimou o grau, tempo e disponibilidade de acesso à internet e tecnologias digitais de informação e comunicação dos estudantes, bem como a fluência de adolescentes com essas tecnologias. O que causa, em nível desta pesquisa, um processo de reflexão sobre

rótulos associados à natividade digital, nos termos de Valente (2016) e ao escopo dessa natividade digital.

No entanto, sob outro olhar, a atividade de introdução de uma disciplina extracurricular, mesmo ocorrendo de forma planejada, enseja processos de tentativa-e-erro. E, mais apuradamente, processos de reflexão sobre-a-ação, conforme Schon (1983). Isso guarda, claro, muita semelhança com os processos de depuração. Algo que, por seu turno, torna o próprio processo de ensino numa espiral de aprendizagem. Uma bela espiral de aprendizagem do fazer pedagógico.

Paralelamente, os diários do pesquisador apresentaram o papel da motivação no desenvolvimento do Pensamento Computacional, na ação pedagógica baseada em robótica educacional. Ilustrou-se esse sentido na formação de espirais de aprendizagem (VALENTE, 2005) – nos processos de aprendizagem dos alunos – associadas a processos de otimização guiados pelo professor. Nessas espirais foi possível apreciar processos autônomos de reflexão, busca e aprendizado.

Seja na análise dos diários, ou no metatexto, observou-se diversas instâncias de uso de conhecimentos matemáticos prévios, bem como a busca pela aquisição de outros. Ainda, houve reformulação de conhecimentos para adequação às linguagens e soluções algorítmicas. São destacáveis as rotinas de depuração emergente da Análise visual, os processos de reconhecimento de padrões e abstração enunciados na BNCC, como gatilho importante deste processo.

Embrulhada nas soluções algorítmicas, foram observadas construções formais de conhecimentos matemáticos. Algumas dessas construções não possuíam a roupagem trivial grega usada na sala de aula como aquela da fórmula da progressão geométrica. As construções vistas, porém, possuíam um caráter matemático tal que fossem carregadas como soluções por um computador não-humano, cuja compreensão se baseava unicamente em termos matemáticos. Essa é uma qualidade que destaca atividades de programação frente a outras que visam dar múltiplos contextos para o aprendizado da matemática.

A sistematização desenvolvida para análise do desenvolvimento do Pensamento Computacional nesta intervenção – através da análise da imagem em movimento e da análise textual discursiva – permitiu identificar a gestação de cinco habilidades de Pensamento Computacional. Listadas, elas são: a decomposição do problema, escrita de algoritmos, o reconhecimento de padrões de soluções, a

abstração do pensamento matemático, e uma depuração, espiralizadora do aprendizado.

Utilizando essas categorias como parâmetro de avaliação e a sistematização baseada em ATD como método, abre-se possibilidade de elaboração de instrumento de avaliação do desenvolvimento do Pensamento Computacional em atividades plugadas (que fazem uso do computador).

É possível argumentar que um procedimento de avaliação do Pensamento Computacional baseado em gravação de tela pode ser: de baixa intrusão, uma vez que os mecanismos de gravação estão integrados na própria estrutura de programação/espço de produção; qualitativo, pois permite metodologias de observação dos ações dos estudantes, ou mesmo de seus comportamentos; e processual, pois podem ser estabelecidos parâmetros de observação que alcancem múltiplas etapas do processo.

Processos mais diretos de avaliação do desenvolvimento do Pensamento Computacional abrem espaço para articulação com os objetivos de aprendizagem das disciplinas envolvidas nas intervenções (ou habilidades). Assim, pode-se inferir que atividades de programação podem se beneficiar de cenários pedagógicos que explorem temas mais explícitos. Exemplo dessa possibilidade são os temas matemáticos abordados, como: progressão geométrica, funções exponenciais e porcentagem.

É importante frisar que, as atividades plugadas realizadas trazem um valor para o aprendizado de matemática ainda não suscitado. As atividades, a despeito da unidade temática, habilidade ou competências matemáticas focadas (tratamento de informação e números), trazem o aprendiz ao emprego e ao esforço na direção de formalização de seus próprios conceitos matemáticos. Como lembra Wing (2014), o Pensamento Computacional e atividades plugadas de robótica educacional são impregnadas dele.

É evidente que o campo do conhecimento matemático e sua relação com o Pensamento Computacional (lembrar que a habilidade EM13MAT315 da matemática caracteriza o processo de escrita algorítmica), e vice-versa, possuem ainda quantidade considerável de variações pedagógicas a serem estudadas pela pesquisa em educação.

Professores/pesquisadores podem explorar múltiplos horizontes com a robótica educacional e a programação. Isso pode se dar através de projetos impregnados de desafios que demandem uso de competências espaciais, algébricas, ou mesmo da teoria dos grafos. Resta o desafio de elaborar meios de associar habilidades matemáticas às soluções demandadas. Pode-se, por outro lado, desenvolver práticas pedagógicas focadas diretamente no próprio desenvolvimento do Pensamento Computacional, seguindo projetos individuais e coletivos propostos pelos alunos que, certamente, se trarão a sua esteira, a motivação para o aprendizado de conceitos matemáticos, e disciplinas acadêmicas associadas a STEM.

6. REFERÊNCIAS

- ARDUINO. **ARDUINO - HOME, 2020**. O Arduino. Disponível em: <arduino.cc>. Acesso em: 20 de setembro de 2020.
- AURELIANO V. C. O.; TEDESCO, P. C. A. R. *Avaliando o uso do Scratch como abordagem Alternativa para o processo de ensino-aprendizagem de programação*. In: **XX Workshop sobre Educação em Computação**, 20, 2012, Curitiba, Anais. Curitiba: UFPR, 2012.
- ÁVILA, C. et al. *O Pensamento Computacional por meio da Robótica no Ensino Básico: Uma Revisão Sistemática*. In. **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, XXVIII, 2017, Recife, PE. Anais. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/download/7537/5333>
- BARANAUSKAS, M. C. C.; VALENTE, J. A. Editorial. **Revista Tecnologia, Sociedade e Conhecimento**, Campinas, v.1, n.1, dez. 2013.
- BARR, V.; STEPHENSON, C. Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community? **Acm Inroads**, v. 2, n. 1, p. 48-54, 2011.
- BASSANEZI, R. C. "**Modelagem Matemática Uma disciplina emergente nos programas de formação de professores**." (1999). Disponível em: <http://www.somaticaeducar.com.br/arquivo/artigo/1-2008-09-04-17-58-44.pdf>
- BEN, M. S. D.; SANTOS, C. P. *TECENDO ESPAÇOS E EXPERIÊNCIAS NO CAMPO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL*. **Vivências**, v. 16, n. 30, p. 173-191, 2020.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.
- BRACKMANN, C. P. **Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de atividades desplugadas na educação básica**. 2017. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Informática na Educação, Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.
- BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais**. "matemática." Secretaria de Educação Fundamental-Brasília: MEC/SEF (1997).
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular: Ensino fundamental**. Brasília: MEC, 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular: Ensino médio**. Brasília: MEC, 2018a.
- BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Pesquisas Anísio Teixeira. **RELATÓRIO BRASIL NO PISA 2018**. Brasília: MEC, 2018b.

BRENNAN, K; RESNICK, M. *New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking*. In: **Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association**, Vancouver, Canada. 2012. p. 25.

CAMPOS, F. R. *Robótica Educacional no Brasil: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras*. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v.12, n.4, p. 2108-2121. 2017.

CHAO, W-L. **Introduction to pattern recognition**. National Taiwan University, Taiwan, p. 1-31, 2009.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais**. Petrópolis/RJ: Vozes, 2011.

COUTINHO, C.; COSTA, M.; RIBEIRO, C

. *Robótica Educativa como Ferramenta Pedagógica na Resolução de Problemas de Matemática no Ensino Básico*. In: **Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, 6ª, 2011, Chaves, Anais. Lisboa: AISTI, 2011. p. 440-445.

CSTA & ISTE. *Operational definition of computational thinking for K–12 education*. 2011. Disponível em: <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/CompThinkingFlyer.pdf>.

D'ABREU, J V V. et al. *Uma Abordagem Prático Pedagógica para o Ensino de Robótica em Ciência e Engenharia de Computação*. In: **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, Porto Alegre, p.428-439, 2002.

D'ABREU, J.; CONDORI, K. O. V. **Education and Educative robotics**. RED: Revista de Educación a Distancia. n. 54. v. 11. 2017.

DENNING, P. J. Remaining trouble spots with computational thinking. **Communications of the ACM**, v. 60, n. 6, p. 33-39, 2017.

DENNING, P J.; TEDRE, M. *Computational Thinking*. Cambridge, MA: The MIT Press, 2019.

ENCHANTING ROBOT CLUB. **About: Enchanting**. Atualizado em 2013. Disponível em: <http://enchanting.robotclub.ab.ca/About>. Acessado em: 26 mai. 2020.

FIORENTINI, D; LORENZATO, S. *Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos*, 3. Ed. rev. Campinas, SP, Autores Associados, 2012.

FREY, C. B; OSBORNE, M. *The future of employment*. **University of Oxford**, v. 17, 2013. Disponível em: https://sep4u.gr/wp-content/uploads/The_Future_of_Employment_ox_2013.pdf

GALIAZZI, M. C; SOUSA, R. S. S. *A Dialética na Categorização da Análise Textual Discursiva: o movimento recursivo entre palavra e conceito*. **Revista Pesquisa Qualitativa**. v.7, n.13, p. 01-22, abr. 2019.

GAUTAM, A.; BORTZ, W.; TATAR, D. Abstraction through multiple representations in an integrated computational thinking environment. In: **Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education**. 2020. p. 393-399.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GROVER, S.; PEA, R. D. Computational Thinking: A Competency Whose Time Has Come. **Computer science education: Perspectives on teaching and learning in school**. 2018.

GROVER, S.; PEA R, D. Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. **Educational Researcher**. v. 42, n. 2, p. 38–43. 2013.

HADAD, R. et al. *Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies*. **Computers & Education**, v. 148, p. 103798, 2020.

HONORATO, A. et al. *A videogravação como registro, a devolutiva como procedimento: pensando sobre estratégias metodológicas na pesquisa com crianças*. **Reunião Anual Da Associação Nacional De Pós-Graduação E Pesquisa Em Educação**, v. 29, 2006.

LIUKAS, L. **Hello Ruby: adventures in coding**. Macmillan, 2015.

LOCKWOOD, J.; MOONEY, A. *Computational thinking in education: Where does it fit? A systematic literary review*. **International Journal of Computer Sciences and Engineering Systems**, v. 2, n.1, p. 41–60. 2018.

MALONEY, J. et al. *The Scratch programing language and environment*. **ACM Transactions on Computing Education**, vol. 10, n. 4, p. 16-15, 2019.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos da metodologia científica*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. *Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces*. **Ciênc. educ.** 2006, vol.12, n.1, pp.117-128. ISSN 1980-850X. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132006000100009>.

OLIVEIRA, O.; MILL, D. *Robótica pedagógica na produção científica brasileira: um estudo bibliométrico*. **Revista NUPEM**, v. 12, n. 26, p. 138-155, 2020.

PAPERT, S.; HAREL, I. *Situating Constructionism*. In: PAPERT, S; HAREL, I. **Constructionism**. New York: Ablex Publishing, 1991.

PAPERT, S. *Mindstorms: Children, Computers and Powerful ideas*. New York, NY: Basic Books, 1980. Traduzido como **Logo: Computadores e Educação**. São Paulo: Brasiliense, 1985.

PONTE, J. P. *O Ensino da Matemática em Portugal: Lições do passado, desafios do futuro*. 2004. Disponível em: www.ufpel.tche.br/clmd/bmv/detalhe_biografia.php?id_autor=1

QUEIROZ, R. L.; SAMPAIO, F. F.; SANTOS, M. P. *Pensamento Computacional, robótica e educação*. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento, Campinas**, v. 4, n. 1, 2017.

RIBEIRO, L.; FOSS, L.; CAVALHEIRO, S. A. *Pensamento Computacional: Fundamentos e Integração na Educação Básica*. **Jornada de Atualização em Informática na Educação**, v. 8, n. 1, p. 25, 2019.

RICH, P. J.; EGAN, G.; ELLSWORTH, J. A Framework for Decomposition in Computational Thinking. In: **Proceedings of the 2019 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education**. 2019. p. 416-421.

ROBOT INSTITUTE OF AMERICA. **Worldwide Robotics Survey and Directory**. Dearborn, MI: Society of Manufacturing Engineers. 1982.

ROSE, D. *Análise de Imagens em Movimento*. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (Org.) **Pesquisa Qualitativa com Texto, Imagem e Som: um manual prático**. 7. ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2008.

SANTOS, H.S. C.; PAULA, M. C.; SILVA, F. S. *Análise de Gravações de Tela sob a Ótica do Desenvolvimento do Pensamento Computacional na Educação Básica*. **Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática**, no prelo, 2021.

SILVA, F. *Pensamento Computacional: uma análise dos documentos oficiais e das questões de Matemática dos vestibulares 2020*. **Dissertação (Mestrado)** – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2020.

SILVA, J. A. F. *Refletindo sobre as Dificuldades de Aprendizagem na Matemática: Algumas Considerações*. Disponível em: <https://www.ucb.br/sites/100/103/TCC/22005/JoseAugustoFlorentinodaSilva.pdf>

SCHÖN, D. **The reflective practitioner: how professional think in action**. New York: Basic Books, 1983.

TANG, J. C. et al. *Unobtrusive but invasive: using screen recording to collect field data on computer-mediated interaction*. In: **Proceedings of the 2006 20th anniversary conference on Computer supported cooperative work**. 2006. p. 479-482.

TINKERCAD. TINKERCAD, 2021. Tinkercad. Disponível em: <tinkercad.com>. Acesso em: 01 de julho de 2021.

VALENTE, J. A. *Computadores e Conhecimento: repensando a educação*. Campinas: Gráfica Central da UNICAMP, 1993.

VALENTE, J. A. *Integração do Pensamento Computacional no currículo da educação básica: diferentes estratégias usadas e questões de formação de professores e avaliação do aluno*. **Revista E-curriculum**, v. 14, n. 3, p. 864-897, 2016.

VALENTE, J. et al. **A Espiral da Espiral de Aprendizagem: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação**. 2005.

VARGAS, M. N. et al. Utilização da Robótica Educacional como ferramenta lúdica de aprendizagem na Engenharia de Produção: Introdução à produção automatizada. In: **XL Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção**. Belém, PA. 2012

WEINTROP, D. et al. *Defining computational thinking for mathematics and science classrooms*. **Journal of Science Education and Technology**, v. 25, n. 1, p. 127-147, 2016.

WING, J. M. Research notebook: Computational thinking — what and why. **The link magazine**, v. 6, p. 20-23, 2011.

WING, J. M.; CUNY, J.; SNYDER L. **Demystifying Computational Thinking for Non-Computer Scientists**, no prelo (não publicado), 2010.

WING, J. M. *Computational Thinking Benefits Society*. **Social Issues in Computing**. 2014. Disponível em: <http://socialissues.cs.toronto.edu/index.html%3Fp=279.html>

WING, J. M. *Computational Thinking*. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.

APÊNDICES

APÊNDICE A: PROCESSO INICIAL DE UNITARIZAÇÃO

Agrupamento	Categorias iniciais
<p>Ação 1. A1 inicia o programa insere o bloco "Quando bandeira verde for clicada"</p> <p>Ação 2. A1 cria a variável "número"</p> <p>Ação 3. A1 anexa o bloco "repetir até que ..."</p> <p style="padding-left: 20px;">Ação 3.1. A1 encaixa bloco de comparação "maior que" na condição</p> <p style="padding-left: 20px;">Ação 3.3. A1 insere dentro da repetição bloco "mudar variável para..." que</p> <p>Ação 4. A1 encaixa abaixo a condicional "se...então..."</p> <p style="padding-left: 20px;">Ação 5.1. A1 combina o bloco com o operador "resto de... por..."</p> <p>Ação 9. A1 e coloca imediatamente antes da estrutura de repetição</p> <p>Ação 1. A3 inicia o programa insere o bloco "Quando bandeira verde for clicada"</p> <p>Ação 2. A4 Observador intervém, enuncia que ele precisa de uma estrutura de repetição</p> <p>Ação 8. A3 escolhe um bloco de comparação de igualdade</p> <p>Ação 4. A4 Observador propõe o uso do bloco de negação na condicional</p> <p>Ação 11. A3 O ator segue sugestão insere o bloco "não..." como condicional do "se...então..."</p> <p>Ação 13. A3 insere o bloco "mudar...para..."</p> <p style="padding-left: 20px;">Ação 13.2. A3 Insere fora das estruturas aninhadas dois blocos "diga...por...segundos"</p> <p style="padding-left: 20px;">Ação 13.3. A3 preenche os com "O total é..." e "my variable"</p> <p>Ação 3. A2 decide por uso do bloco "diga... por...segundos"</p> <p>Ação 4. A2 enuncia necessidade de blocos de repetição</p> <p>Ação 5. A2 escolhe "repetir...vezes"</p> <p>Ação 6. A2 insere o bloco "diga... por...segundos", olá por 2 segundos.</p> <p>Ação 11. A2 posiciona no início do programa o sensor pergunta</p> <p>Ação 17. A2 posiciona o sensor pergunta acima</p> <p style="padding-left: 20px;">Ação 17.1. A2 preenche o sensor com a pergunta: "qual o clima de hoje"</p> <p>Ação 18. A2 insere no bloco "se... então... um bloco "diga...por...segundos"</p>	<p>Escrita algorítmica</p> <hr/> <p>Solução algorítmica</p> <hr/> <p>Adequação da linguagem da solução</p>

Agrupamento	Categorias iniciais
<p>Ação 18.1. A2 preenche o bloco com "você deve usar guarda-chuva hoje"</p> <p>Ação 19. A2 cria um bloco "diga...por...segundos" contendo "tenha um bom dia"</p> <p>Ação 15. A1 Ator acrescenta bloco de evento bandeira verde e bloco de aparência "diga por... segundos".</p> <p>Ação 16. A1 insere no início do programa o sensor "pergunta" com a pergunta "qual nível deseja alcançar?"</p> <p>Ação 17. A1 Cria a variável nível selecionado</p> <p>Ação 17.1. A1 cria o bloco de controle "mude variável... para..." para mudar variável selecionada para a resposta da pergunta</p> <p>Ação 18. A1 Traz comando "se... então e se ... senão" para a tela.</p> <p>Ação 18.1. A1 Utiliza variável "nível desejado" como condicional a igualdade com o "nível 3"</p> <p>Ação 18.2. A1 Insere dentro do bloco "se... então" como condição</p> <p>Ação 20. A1 adiciona no final do código bloco de aparência "diga...por...segundos"</p> <p>Ação 27. A1 Encontra "repetir até que..." e "repetir... vezes" decide por "repetir...vezes"</p> <p>Ação 31. A1 insere a variável "nível desejado" como condição de repetição</p> <p>Ação 33. A1 cria a variável "número de peças"</p> <p>Ação 34. A1 insere o insere o bloco "mude... para..." abaixo da resposta, mudando "número de peças" para 1</p> <p>Ação 34.1. A1 insere o bloco "mude... para...", dentro do "repetir...vezes"</p>	
<p>Ação 14. A1 Nomeia as variáveis nível 1, 2 e 3</p> <p>Ação 14.1. A1 Assinala valores às variáveis 1, 2 e 3</p> <p>Ação 14.4. A1 Preenche cada bloco com mude nível 1 para 1, nível 2 para nível 1 multiplicado por 2, e nível 3 para nível 2 multiplicado por 3.</p>	Decomposição

Agrupamento	Categorias iniciais
<p>Ação 5. A1 troca o bloco de comparação “menor que” por “igual a” na condição</p> <p>Ação 7. A1 Move para apagar, mas retira o conteúdo “diga...por...segundos” preenchido com número</p> <p>Ação 10. A1 observa,</p> <p style="padding-left: 40px;">Ação 10.1. A1 considera errôneo</p> <p style="padding-left: 40px;">Ação 10.2. A1 e retira.</p> <p>Ação 11. A1 troca valores de bloco “mudar variável para...”, que muda o valor de “número” para o operador “número” mais 1, para que este passe para mudar o valor de “número” para o operador “número” mais 2.</p> <p>Ação 32. A1 apaga as variáveis, nível 1, 2 e 3</p>	<p>Depuração espontânea</p>
<p>Ação 2.1. A1 insere o bloco “mudar variável para...” que muda o valor de número para 100</p> <p>Ação 3.2. A1 condiciona a “número” maior que a 200</p> <p style="padding-left: 40px;">Ação 3.3.1. A1 muda o valor de “número” para o operador “número” mais 1</p>	<p>Pensamento Matemático</p>
<p>Ação 4.1. A1 utiliza o bloco de comparação “menor que” na condição</p> <p>Ação 5.2. A1 põe 0 do outro lado da igualdade</p> <p>Ação 5.3. A1 insere “diga...por...segundos” dentro da igualdade “se...então...”</p> <p style="padding-left: 40px;">Ação 5.3.1. A1 preenche o bloco com a variável “número”</p> <p>Ação 1. A4 Observador pondera “eles crescem de dois em dois” (vide DP)</p> <p>Ação 9. A3 insere “adiciona... a.”, que adiciona 3 a “ator”</p> <p style="padding-left: 40px;">Ação 11.1. A3 insere o bloco “... igual...”</p> <p>Ação 5. A4 Observador propõe uso do bloco “resto de ... por...”</p> <p>Ação 12. A3 O ator insere o bloco “resto de ... por...” e o iguala a 0</p> <p style="padding-left: 40px;">Ação 13.1. A3 define que o bloco mude “my variable” para “my variable” mais “ator”</p> <p>Ação 19. A1 Insere dentro do “se... então...” o bloco “mude...para...” que muda a variável nível desejado para a operação “nível 3” dividido por “nível 1”</p> <p>Ação 35. A1 Configura o bloco “mude... para...” para mudar “número de peças” para “número de peças” vezes 3.</p>	<p>Operacionalização Matemática</p>

Agrupamento	Categorias iniciais
<p>Ação 6. A1 Ator desmonta o programa</p> <p>Ação 6.1. A1 Retira estrutura condicional</p> <p>Ação 8. A1 copia o bloco</p> <p>Ação 9. A2 canibaliza do programa anterior</p> <p>Ação 9.1. A2 separa as partes</p> <p>Ação 9.2. A2 retira a resposta da condicional da repetição</p> <p>Ação 9.3. A2 retira a pergunta de dentro</p> <p>Ação 9.4. A2 descarta o bloco de repetição “repetir até que...”</p> <p>Ação 9.5. A2 traz de volta o bloco de repetição “repetir...vezes” que estava no canto da tela</p> <p>Ação 10. A2 expressa “igual ao anterior” (vide DP)</p> <p>Ação 12. A2 remonta os blocos na ordem anterior</p> <p>Ação 28. A1 desmonta o programa</p> <p>Ação 28.1. A1 quebra o algoritmo no topo e retira blocos que mudam os valores das variáveis nível 1, 2, 3.</p> <p>Ação 28.2. A1 quebra o algoritmo após a pergunta e insere o bloco “repetir...vezes”</p> <p>Ação 28.3. A1 quebra o algoritmo na altura do “se...então” retira bloco “mude...para...” que muda a variável nível</p> <p>Ação 28.4. A1 desejado para a operação “nível 3” dividido por “nível 1”</p> <p>Ação 28.5. A1 quebra o algoritmo e separa o bloco “diga...por...segundos” que expressa o resultado.</p>	<p>Atitudes de Reaproveitamento de Algoritmo</p>
<p>Ação 12. A1 testa o programa</p> <p>Ação 12.1. A1 percebe erro</p> <p>Ação 12.2. A1 pondera</p> <p>Ação 12.3. A1 muda o bloco de define o valor inicial de “número” de 100 para 101</p> <p>Ação 12.4. A1 testa</p> <p>Ação 12.5. A1 percebe erro</p> <p>Ação 12.6. A1 muda o bloco de define o valor inicial de “número” de 101 para 99</p> <p>Ação 3. A3 descarta o bloco</p> <p>Ação 14. A3 Testa o programa</p> <p>Ação 14.1. A3 percebe o erro</p>	<p>Depuração por meio de teste</p> <p>Reparo via tentativa e erro</p>

Agrupamento	Categorias iniciais
<p>Ação 15. A3 insere dois blocos "mudar...para..."</p> <p>Ação 15.1. A3 define o valor inicial das variáveis como 0</p> <p>Ação 16. A3 testa o programa</p> <p>Ação 7. A2 testa o programa</p> <p>Ação 7.3. A2 testa o programa</p> <p>Ação 7.4. A2 insere o bloco depois</p> <p>Ação 7.5. A2 testa o programa</p> <p>Ação 13. A2 testa o programa</p> <p>Ação 13.1. A2 percebe que não alterou a pergunta</p> <p>Ação 13.2. A2 altera a pergunta</p> <p>Ação 36. A1 testa o programa</p> <p>Ação 36.1. A1 insere 7 como resposta no sensor resposta</p> <p>Ação 37. A1 insere 1 como resposta</p> <p>Ação 37.1. A1 assinala erro na resposta do programa</p> <p>Ação 37.2. A1 identifica numa multiplicidade excessiva por 3</p> <p>Ação 37.3. A1 limpa a área de programação dos blocos descartados</p> <p>Ação 37.4. A1 define valor inicial para a variável número de peças como "número de peças" menos 1</p> <p>Ação 37.5. A1 testa com "resposta" 1</p> <p>Ação 37.6. A1 assinala erro</p> <p>Ação 37.7. A1 remove o de operação número de peças" menos 1</p> <p>Ação 37.8. A1 pondera e diz "vou dividir por três antes professor" (vide DP)</p> <p>Ação 37.9. A1 substitui o bloco removido por "1" dividido por "3"</p> <p>Ação 37.10. A1 testar o programa com diversos valores.</p> <p>Ação 37.11. A1 não assinala erros</p>	
<p>Ação 2. A3 percorre a barra de bloco de variáveis</p> <p>Ação 2.1. A3 seleciona bloco "mude...para" arrasta o para a área de programação</p> <p>Ação 4. A3 cria nova variável, "ator"</p> <p>Ação 5. A3 seleciona bloco "mude...para" arrasta o para a área de</p>	<p>Dúvida e divagação</p>

Agrupamento	Categorias iniciais
<p>programação</p> <p>Ação 5.1. A3 busca de forma errática pelas abas.</p> <p>Ação 6. A3 Ator busca pela estrutura de repetição</p> <p>Ação 6.1. A3 decide por "repetir até que..."</p> <p>Ação 7. A3 buscar pôr no bloco operadores]</p> <p>Ação 3. A4 Observador sugere que deve ser inserido condicional "se...então..."</p> <p>Ação 10. A3 Ator segue a sugestão</p> <p>Ação 10.1. A3 busca por condicionais</p>	
<p>Ação 1. A2 Ator escolhe blocos entre os blocos de eventos e blocos de aparências</p> <p>Ação 2. A2 decide por uso dos blocos "Quando bandeira verde for clicada"</p> <p>Ação 7.1. A2 Não consegue discernir funcionamento</p> <p>Ação 8. A2 O ator questiona sobre o uso do outro bloco de repetição.</p> <p>Ação 14. A2 busca a estrutura condicional</p> <p>Ação 13. A1 analisa as peças necessárias à construção</p> <p>Ação 23. A1 testa os valores.</p> <p>Ação 24. A1 observa o programa.</p> <p>Ação 25. A1 conjectura (vide registro DP) utilizar três "se...então..." para cobrir mais possibilidades</p> <p>Ação 26. A1 busca na barra quais estruturas usar.</p> <p>Ação 29. A1 pondera sobre os passos subsequentes.</p>	<p>Busca por meio de teste</p>
<p>Ação 14.2. A1 Define valor inicial para as variáveis em 0</p> <p>Ação 14.3. A1 Escolhe o bloco "mude variável para" três vezes.</p>	<p>Adequação funcional a natureza da plataforma</p>
<p>Ação 7.2. A2 insere o bloco "espere por..." dentro do bloco de repetição antes do bloco de aparência.</p>	<p>Adequação do funcional do algoritmo para depuração</p>
<p>Ação 30. A1 responde (vide DP): "tenho que mudar a pergunta".</p> <p>Ação 30.1. A1 altera a pergunta de ("qual nível deseja alcançar?") "Qual nível deseja alcançar (responda com um</p>	<p>Adequação funcional do algoritmo</p>

Agrupamento	Categorias iniciais
número)?"	parta interação final
<p>Ação 15. A2 escolhe o bloco "se...então..." ao invés de "se... então... senão..."</p> <p>Ação 16. A2 escolhe o bloco de comparação de igualdade</p> <p>Ação 16.1. A2 insere o bloco como condicional</p> <p>Ação 16.2. A2 Insere no bloco a variável "resposta"</p> <p>Ação 16.3. A2 preenche o outro lado da igualdade com "chuvoso"</p> <p>Ação 14. A1 Nomeia as variáveis nível 1, 2 e 3</p> <p>Ação 14.1. A1 Assinala valores às variáveis 1, 2 e 3</p> <p>Ação 14.4. A1 Preenche cada bloco com mude nível 1 para 1, nível 2 para nível 1 multiplicado por 2, e nível 3 para nível 2 multiplicado por 3.</p>	Erro
<p>Ação 21. A1 cria operação concatenação "junte... com..." e insere no bloco de aparência.</p> <p>Ação 22. A1 Concatena "o número de peças é" com a variável nível desejado.</p>	Adequação Estética do Programa Final
<p>Ação 32. A1 apaga as variáveis, nível 1, 2 e 3</p>	Adequação do espaço de programação

APENDICE B: DIÁRIO DO PESQUISADOR

Diário do professor (D1)

1º Encontro 2022

Motivado pela pesquisa a intervenção se conforma como um clube.

Os encontros: terças-feiras às 18:20, virtualmente até a instalação do laboratório de informática da unidade.

O encontro ocorrido através do Google Meet com intermédio do WhatsApp

Presente o professor Geografia.

Temos Antônio, Fernando, Marcelo, Pedro, Regina, Rute, Maria e Camila. (Nomes Fictícios)

Introdução ao *Scratch* e a Robótica Educacional

Tutorial da inscrição e download na plataforma.

Links são postados no WhatsApp.

Averiguação do acesso à internet.

Antônio, Pedro, Maria e Fernando possuem computadores.

Fernando, Marcelo, Regina, Rute e Camila possuem Smartphones.

Todos têm acesso à internet por if.

Averiguação sobre conhecimento e interesse referente à robótica.

Ninguém tem experiência com programação, automação ou já fez uso do *Scratch*.

Antônio pontua que deseja construir um telescópio automatizado que tire fotos do céu.

Ele é entusiasta da astronomia e representa o colégio na olimpíada estudantil desta área.

Os demais mostram-se entusiasmados com o clube.

Diário do professor (D2)

2º Encontro 2022

O encontro ocorrido através do Google Meet com intermédio do WhatsApp

Presente o professor Geografia.

Temos Antônio, Fernando, Marcelo, Pedro, Regina, Rute, Maria e Camila. (Nomes Fictícios)

Introdução ao *Scratch* e a Robótica Educacional

Primeiro encontro com uso da plataforma *Scratch*. Fiz uso do site.

O Google Meet não oferece mais meios de gravação de tela.

O aplicativo de gravação de tela não parece ser viável para instalação nos smartphones dos alunos. O armazenamento deles não é o dos maiores.

Primeiro exercício

Utilização do *Scratch* para a criação de calculadora de juros.

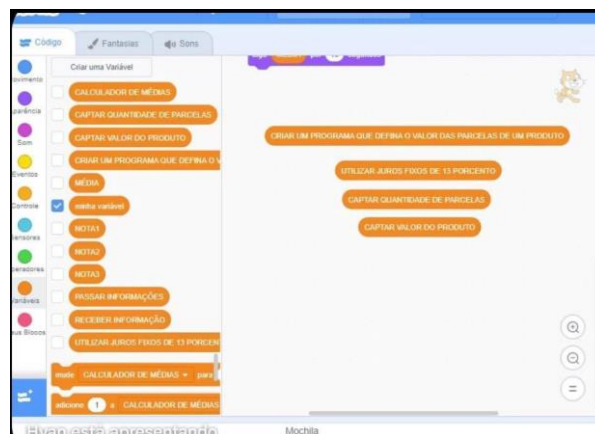
Os estudantes se dedicam individualmente para encontrar a solução.

Pedro e Camila afirmam não saber calcular juros.

Busco caminhos alternativos e faço uma breve revisão de porcentagem.

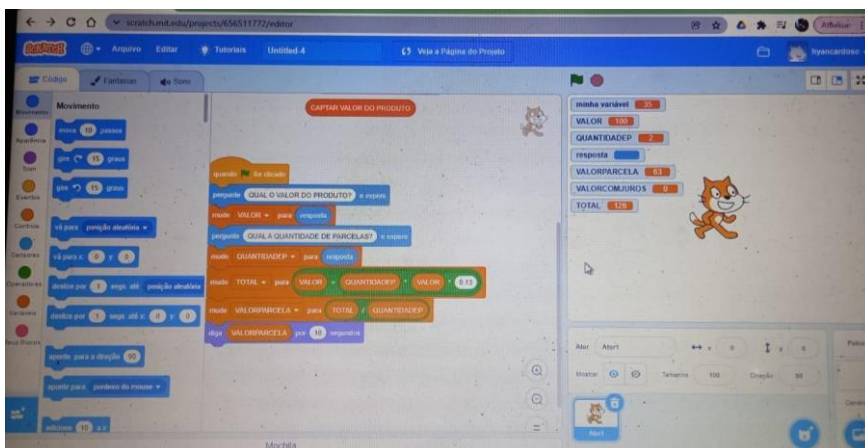
Antônio questiona se os juros devem ser calculados uma única vez.

Prossigo explicando a proporcionalidade entre a quantidade de parcelas e, portanto, o tempo.



Antônio, Marcelo e Maria afirmam ter resolvido o problema.

Realizo uma correção coletiva.



Diário do professor (D3)

3º Encontro 2022

O encontro ocorrido através do Google Meet com intermédio do WhatsApp

Presente o professor Geografia.

Temos Antônio, Fernando, Marcelo, Pedro, Regina, Rute, Maria e Camila. (Nomes Fictícios)

Introdução a programação

Encontro com uso da plataforma *Scratch*. Fiz uso do site.

Gravação de tela feita por meio de aplicativo no meu smartphone.

Utilização do *Scratch* para criação de estruturas de decisão.

Os estudantes se dedicam individualmente para encontrar a solução. Se mostraram reticentes em compartilhar no grupo do WhatsApp seus programas.



Exercícios realizados.

Realizo uma correção coletiva.

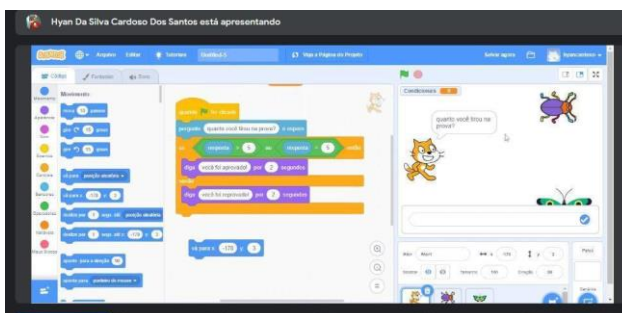
Houve participação de Marcelo, Antônio, e Maria e Pedro.

Os estudantes propuseram utilizar "se... então... senão..." com duas condições para os problemas das notas.

Questiono se é possível fazê-lo com um código menor.

Antônio conjectura que como reprovação ocorre com nota inferior, utilizar menor que na condicional diminuiria o código.

Percebo que Antônio tem se destacado seja pelo envolvimento, seja pela ausência deste nos colegas.



Diário de Professor (D4)

(Pesquisador) (Encontro WhatsApp)

O encontro ocorrido através do WhatsApp

Pintos postados no WhatsApp

Como sempre presente o professor Geografia.

Devido às oscilações de internet o encontro ocorreu via WhatsApp
Temos Antônio, Pedro, Regina, Maria e Camila.

Robôs de Venda

Dificuldade de Regina de cadastrar na plataforma *Scratch*. Ela desconhecia a palavra para e-mail em português utilizada pelo *Scratch* "correio-eletrônico".

Dei contexto para a atividade com um pequeno texto, e duas instruções

Robô de vendas

Atividade

Robôs 🤖 de vendas

No WhatsApp inúmeras empresas utilizam mecanismos de resposta automatizadas, robôs que existem apenas virtualmente. Eles captam informações fornecidas pelos clientes e são capazes de fornecer respostas predeterminadas de acordo com as demandas. Na Bahia, a Coelba e a Embasa são exemplos disso. Na sua cidade é provável que haja alguma lanchonete que use esse tipo serviço. Baseado nesse cenário, iremos criar nosso próprio robô de respostas.]

- Escolha um ator no Scratch;
- Crie uma saudação que contenha o nome de sua lanchonete;
- Fale ao cliente o cardápio: duas escolhas de alimento e três de bebida, no mínimo;
- Pergunte se o cliente deseja algo para beber. Se sim, pergunte o quê.
- Pergunte se o cliente deseja algo para comer. Se sim, pergunte o quê.
- Informe ao cliente o pedido e o valor total.
- Agradeça pelo pedido.

Desafio:

Será que consegue fazer um robô que te permite escolher vários tipos de bebida? Ou de alimento?

Aluna Camila apresenta um diálogo animado via *Scratch* utilizado por dois atores que ilustram a situação. Ela questiona se está correto.

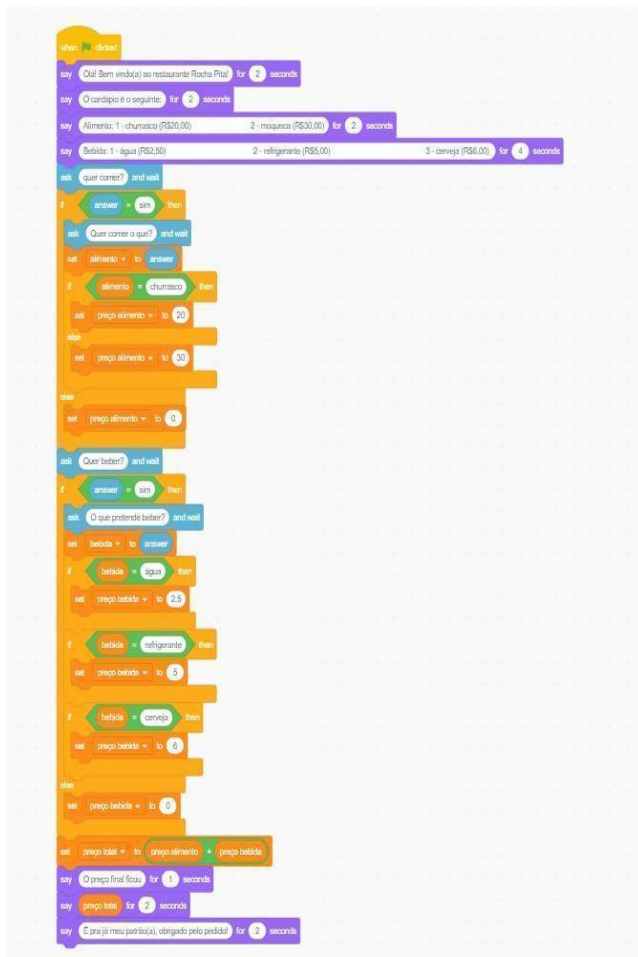
O vídeo logo fica indisponível.

Utilizo a oportunidade para tratar da interatividade que diferencia um robô de um diálogo animado.

Ela pontua que utilizou bloco de aparência

Diário do Professor Diário de Professor (Pesquisador) (D5)

O encontro transmitido via Google Meet



pesquisador continuam falhas no áudio.

Antônio Programa

Ele afirma ter feito o programa previamente, mas não salvou. Então, o recria.

Seu processo demonstra tal. Ele utiliza uma combinação de repetição “repetir... até que...” com condicional “se...então...”.

Narro o processo e comento.

Pedro fez observações e demonstrou compreender o conceito matemático.

Evidenciado por falas como: “eles crescem de dois em dois” ao tratar dos números ímpares.

Ao fim, questiono a turma se não há meios para fazer o mesmo exercício sem utilizar a condicional. Tratamos então do que é um número ímpar.

Diário de Professor (Pesquisador) (D6)

O encontro transmitido via Google Meet

Prints postados no WhatsApp

Começamos com atraso.

Como sempre presente o professor Geografia.

Prints postados no

Escrever um algoritmo que gera e escreve os números ímpares entre 100 e 200.

Desenvolver um algoritmo que efetue a soma de todos os números ímpares que são múltiplos de três e que se encontram no conjunto dos números de 1 até 500.



WhatsApp

Começamos com atraso.

Como sempre presente o professor Geografia.

Devido às fortes chuvas apenas um aluno pode comparecer.

Posterguei o desafio merge Dragons.

Temos Antônio, Pedro, Maria e Camila.

Programas calculadores

O encontro se baseou em dois exercícios de programação de iniciantes: o primeiro foi gerar e escrever os números ímpares entre 100 e 200. E o segundo, efetuar a soma de todos os números ímpares que são múltiplos de três e que se encontram no conjunto dos números de 1 até 500. Na gravação de tela: compartilhamento de Antônio e Maria.

Registro visual feito pela gravação de tela, registro de falas marcantes feito via diário do

Temos Pedro, Antônio, Fernando, Marcelo, Maria.

Exposição conceito

Encontro baseado em aula expositiva, realização de exercícios e correções

Exposição de conceito de:

Repetição

Uso do sensor resposta

Operadores matemáticos

Exercício de cálculo de médias de variadas quantidades por um mesmo programa.

Contribuições Fernando, Antônio e Pedro.

Diário de Professor (Pesquisador) (D7)

O encontro transmitido via Google Meet

Prints postados no WhatsApp

Começamos com atraso.

Como sempre presente o professor Geografia.

Devido às fortes chuvas apenas um aluno pode comparecer.

Posterguei o desafio merge Dragons.

Temos Pedro.

Revisão

Detectando dificuldades de Pedro em estruturar seus programas, aproveitei a adversidade da ausência dos colegas para revisar algumas estruturas básicas da programação. Proponho programas que explorem conceitos básicos de programação. Escrevo-os na tela com a mesa digitalizadora, na janela ao lado Pedro ordena a programação. Pedro tem dificuldade para compartilhar a tela. Então ele ordena a programação a partir do console do professor.

Registro visual feito pela gravação de tela, registro de falas marcantes feito via diário do pesquisador continuam falhas no áudio.

Solicitei a Pedro que fizesse três exercícios: dois de repetição, um sem interação e outro com interação.

Fiz um exemplo, quando perguntado por Pedro qual a serventia do bloco de repetição “repetir até que...”

Pedro mostrou certa dificuldade, exemplificado pelo por um tempo mais delongado para executar as tarefas, mesmo com intermediação. No entanto, demonstrou fixação ao corrigir a montagem da primeira tarefa à segunda quando disse:

O terceiro exercício tratou do uso de condicionais de acordo com a resposta a uma pergunta, este foi respondido pelo aluno utilizando um condicional “se...então...” que apesar de responder a tarefa não o faz de forma eficiente ou plástica.

Diário de Professor (Pesquisador) (D8)

O encontro transmitido via Meet

Prints postados no WhatsApp

Começamos com atraso.

Como sempre presente o professor Geografia.

Temos Antônio, Lucas, Pedro, Maria e Felipe hoje

Desafio Merge Dragons

Os alunos responderam, mas não tentaram fazer o programa. (Uma constante quase)

Na aula de hoje um deles fará enquanto os outros contribuirão.

Analiso imagens do jogo direto do planejamento. Exemplifico com imagens de moedas do jogo o princípio matemático de funcionamento do jogo: a combinação de três itens em fileiras verticais ou horizontais para a

combinação de peças. Utilizo a mesa digitalizadora hoje. Alunos pontuam que observaram isso como flores. Objetos mais presentes nas primeiras fases do jogo.

Alunos não se reportam confiantes com programar nos seus "smartphones".

Peço que um deles compartilhe a tela e resolva o desafio.

Registro visual feito pela gravação de tela, registro de falas marcantes feito via diário do pesquisador continuam falhas no áudio.

Antônio programa

Ele tenta fazê-lo sem estrutura de repetição. Não haverá interferência, será tratado como uma questão de otimização.

Pedro aponta falha no enunciado.

Faltou afirmar que as peças quantificadas são do primeiro nível.

Antônio tenta utilizar "se...então..." e demonstra dificuldade em encaixá-lo na sua lógica de resolução.

Antônio mostra certa sofisticação no manuseio do *software*, mesmo o raciocínio de resolução não utilizando os melhores caminhos ele utiliza ao produzir a resposta um bloco de concatenação para produzir uma resposta mais visualmente adequada.

Induzo o aluno a perceber a limitação do programa ao solicitar que teste o programa.

Antônio percebe que o programa funciona apenas para alguns níveis.

Pergunto "como otimizaria o programa para que responda um quantidade para qualquer nível solicitado?" Quais são as estruturas que nos permitem fazer isso?"

Antônio refaz o programa com estrutura de repetição.

Ele tem dificuldade com o "repetir... vezes", já que ele colocou uma resposta em forma de texto o que não lhe permite utilizar o bloco.

Digo a ele: "Às vezes num programa precisamos modular qual informação este recebe" e adiciono "Como podemos fazer isso"? que "tenho que mudar a pergunta"

Antônio procede reelaborando o algoritmo e em momentos narro para os seus colegas.

Em momentos percebo que Antônio tem cuidados com determinar os valores iniciais das variáveis respeitando as operações a serem executadas.

Ao reelaborar o algoritmo ele esbarra, como apontado pelo colegas, no fato da estrutura de repetição executar a operação desejada uma vez a mais que o necessário. E pode resolver o problema executando a operação reversa no final da repetição ou antes sobre o valor inicial. Ele o faz antes. "Vou dividir por três antes professor"

O programa foi concluído com êxito.

Termino com um desafio de criação de programa que calcule o número de peças para criação de peça de um dado nível observando que com cinco peças é possível criar duas.

Trato do login na plataforma Tinkercad.

Posto alguns prints da aula no grupo do WhatsApp e links para o tinkercad.

Informar da disponibilidade dos chromebooks para uso na biblioteca.

APENDICE C: QUESTIONÁRIO PROCESSUAL

Questionário Processual

hyan.rodovia@gmail.com Alternar conta 

*Obrigatório

E-mail *

Seu e-mail

Assunto do encontro de hoje

Data



Descreva as operações matemáticas envolvidas na solução dos problemas.

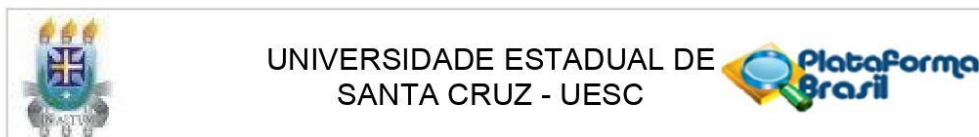
Sua resposta

Quais foram as etapas que você tomou para resolver o problema da aula de hoje?

Sua resposta

Enviar Limpar formulário

ANEXO I: PARECER DA COMISSÃO DE ÉTICA



Continuação do Parecer: 5.424.170

Objetivo da Pesquisa:

De acordo com o apresentado no formulário Informações Básicas da Plataforma Brasil, os objetivos da pesquisa são os transcritos abaixo:

"Objetivo Primário:

compreender as contribuições do pensamento computacional articulado a robótica educacional, em uma intervenção de ensino, para promover a construção de conceitos matemáticos a partir da plataforma de prototipagem eletrônica Arduino e do software Scratch em turmas da Educação Básica.

Objetivo Secundário:

Desenvolver uma intervenção de ensino tendo como base a Robótica Educacional com suporte na plataforma Arduino e software Scratch.

Descrever o papel da motivação, ludicidade e do pensamento computacional na ação pedagógica baseada em robótica educacional.

Observar a construção do conhecimento dos alunos sobre os conteúdos de Matemática por meio da robótica educacional.

Verificar o papel do pensamento computacional na construção de conceitos matemáticos com o uso do software Scratch." (PB)

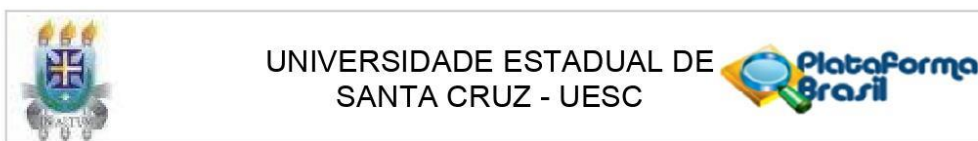
Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios da pesquisa são apresentados no Formulário da Plataforma Brasil conforme transcrito abaixo:

"Riscos:

O imponderável colocado pela pandemia de coronavírus e a violação da universalidade de acesso à Educação pública em decorrência de mediações pedagógicas inacessíveis à uma parcela considerável da população brasileira traz consigo práticas educacionais mediadas pelo computador e com isso riscos não presentes anteriormente, nominalmente: a vergonha e a timidez quanto: a câmera na transmissão do Google Meet, o domínio de algumas ferramentas como sites e

Endereço: Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, Km 16
Bairro: SALOBRINHO **CEP:** 45.662-900
UF: BA **Município:** ILHEUS
Telefone: (73)3680-5319 **Fax:** (73)3680-5319 **E-mail:** cep_uesc@uesc.br



Continuação do Parecer: 5.424.170

aplicativos, a estabilidade das conexões e a qualidade e tranquilidade dos locais de estudo. Além disso, há risco de dispersão dos objetivos de aprendizado gerados pelo acesso a sites e aplicativos durante práticas educacionais na internet. Mínimos riscos físicos oriundos da manipulação de materiais eletrônicos de baixa carga elétrica, mais especificamente pequenos choques.

Benefícios:

Benefícios A presente pesquisa é de cunho científico e trata tanto de uma nova metodologia, a robótica educacional, quanto paradigma, o construcionismo, e seus impactos na Educação Básica de forma regular, não extraordinária. Ou seja, é uma contribuição das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) a promoção da aprendizagem dos alunos. A participação em projetos que envolvam ensino, pesquisa e extensão, nos quais propõe-se a implementação de ferramentas que auxiliem alunos e professores na tarefa de compreender a matemática, colabora não só para a melhoria da relação ensino-aprendizagem desta disciplina, mas também, para a melhoria da percepção docente e do papel do educador na sala de aula. Além disso, este projeto pode contribuir para o desenvolvimento de novos softwares e estratégias educacionais para o campo do ensino da matemática. A criação de objetos de aprendizagem, bem como a sua a manualização, abre alas para a criação de repositórios educacionais. Repositórios, que futuramente, serão base para a mudança de paradigmas no nosso cenário educacional." (PB)

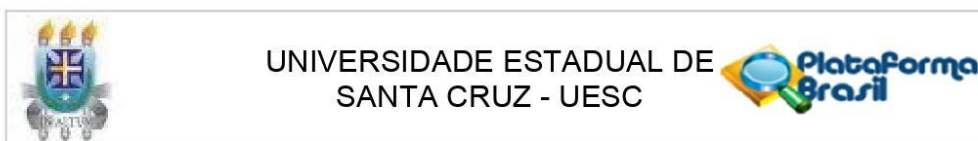
Texto semelhante foi acrescentado no TCLE, informando os possíveis riscos/desconfortos e benefícios da pesquisa aos participantes.

Assim, consideramos que esta pesquisa atende aos fundamentos éticos e científicos pertinentes em relação a ponderação entre riscos e benefícios, tanto conhecidos como potenciais, individuais ou coletivos, comprometendo-se com o máximo de benefícios e o mínimo de danos e riscos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A presente pesquisa tem mérito científico e educacional. Ela trata do estudo tanto de uma nova metodologia, a robótica educacional, quanto do paradigma do construcionismo, e seus impactos na Educação Básica de forma regular. Pretende ser uma contribuição para o estudo do benefício das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) à promoção da aprendizagem dos alunos.

Endereço: Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, Km 16
Bairro: SALOBRINHO **CEP:** 45.662-900
UF: BA **Município:** ILHEUS
Telefone: (73)3680-5319 **Fax:** (73)3680-5319 **E-mail:** cep_uesc@uesc.br



Continuação do Parecer: 5.424.170

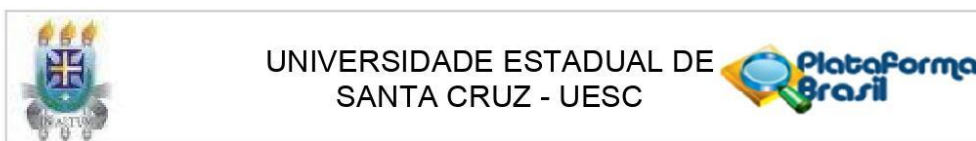
Este projeto pode contribuir para o desenvolvimento de novos softwares e novas estratégias educacionais para o campo do ensino da matemática. A pesquisa é viável pois execução do projeto contará com a infraestrutura da escola selecionada, o Hardware Arduino (adquirido no âmbito do projeto), tablets e smartphones e computadores de posse dos alunos e do professor (pois computadores desktop são muito mais caros e escassos na realidade das escolas públicas).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Acusamos que no protocolo 49575421.6.0000.5526 são apresentados os seguintes documentos, nos termos descritos abaixo:

1. Folha de rosto, devidamente preenchida, com as informações de título do projeto e número de participantes em conformidade com as demais informações cadastradas, assinada e datada pelo pesquisador responsável e pelo responsável institucional - com campos em branco;
2. Declaração de responsabilidade, na qual o pesquisador responsável se compromete a iniciar a pesquisa apenas após o término da tramitação da análise ética;
3. Projeto na íntegra, descrevendo satisfatoriamente os fundamentos e procedimentos da pesquisa, possibilitando a análise dos elementos inerentes à ética na pesquisa envolvendo seres humanos;
4. Instrumentos para coleta de dados - detalhado no corpo do Projeto de Pesquisa;
5. Carta de anuência, devidamente assinada pelo responsável do local de execução da pesquisa;
6. 1 currículo Lattes do(s) pesquisador(es) principal e 1 da equipe da pesquisa;
7. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido;
8. Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.

Endereço: Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, Km 16
Bairro: SALOBRINHO **CEP:** 45.662-900
UF: BA **Município:** ILHEUS
Telefone: (73)3680-5319 **Fax:** (73)3680-5319 **E-mail:** cep_uesc@uesc.br



Continuação do Parecer: 5.424.170

Recomendações:

No TCLE (direcionado aos pais):

1. Criar acima do nome do pesquisador responsável um campo para assinatura dele;
2. Separar as palavras: "serão prontamente".
3. Excluir o número do CPF do pesquisador responsável.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Após leitura e análise do protocolo e de todos os documentos encaminhados pelo(a) pesquisador(a), considerou-se que são esclarecidos todos os aspectos relativos à ética em pesquisa com seres humanos, não restando pendências, sendo, assim, indicada a sua aprovação.

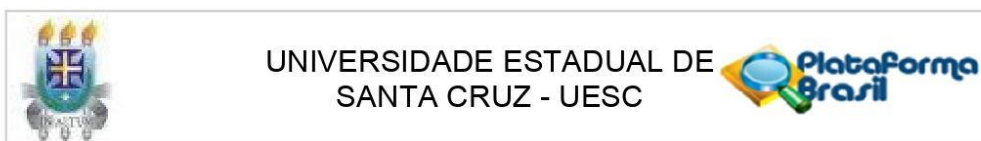
Considerações Finais a critério do CEP:

Em reunião realizada em 25 de maio de 2022, o Comitê de Ética em Pesquisa da UESC avaliou as respostas ao parecer com pendências de número 5.424.115, do projeto "Desenvolvimento do Pensamento Computacional através da Robótica Educacional no Ensino de Matemática", CAAE 49575421.6.0000.5526, de autoria de HYAN DA SILVA CARDOSO DOS SANTOS, e considerou que todos os aspectos atinentes foram respondidos. Portanto, a decisão final para este protocolo é favorável à sua APROVAÇÃO. Havendo alterações necessárias no projeto, estas deverão ser encaminhadas à este CEP na forma de Emenda. Solicitamos especial atenção no envio dos relatórios semestrais e final.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1722010.pdf	11/05/2022 12:18:46		Aceito
Outros	OficioCEP.docx	11/05/2022 12:16:04	HYAN DA SILVA CARDOSO DOS SANTOS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Cepfinal4.docx	11/05/2022 12:14:55	HYAN DA SILVA CARDOSO DOS SANTOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEResponsavelLegalHyan2.docx	11/05/2022 12:14:12	HYAN DA SILVA CARDOSO DOS SANTOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento /	TALE_Assentimento_EstudanteHyan4.docx	11/05/2022 12:14:02	HYAN DA SILVA CARDOSO DOS SANTOS	Aceito

Endereço: Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, Km 16
Bairro: SALOBRINHO **CEP:** 45.662-900
UF: BA **Município:** ILHEUS
Telefone: (73)3680-5319 **Fax:** (73)3680-5319 **E-mail:** cep_uesc@uesc.br



Continuação do Parecer: 5.424.170

Justificativa de Ausência	TALE_Assentimento_EstudanteHyan4.docx	11/05/2022 12:14:02	SANTOS	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRostoAssinado.pdf	11/05/2022 12:12:31	HYAN DA SILVA CARDOSO DOS SANTOS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	CartadeanuenciaAssinada.pdf	12/11/2021 14:48:13	HYAN DA SILVA CARDOSO DOS SANTOS	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DeclaracaoResposanbilidadeHyan.pdf	27/06/2021 01:31:49	HYAN DA SILVA CARDOSO DOS SANTOS	Aceito
Outros	LattesProfessoraFlaviana.pdf	30/05/2021 23:24:33	HYAN DA SILVA CARDOSO DOS SANTOS	Aceito
Outros	lattesHyan.pdf	30/05/2021 23:22:52	HYAN DA SILVA CARDOSO DOS SANTOS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

ILHEUS, 23 de Maio de 2022

Assinado por:
Maria Cristina Rangel
(Coordenador(a))

Endereço: Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, Km 16
Bairro: SALOBRINHO **CEP:** 45.662-900
UF: BA **Município:** ILHEUS
Telefone: (73)3680-5319 **Fax:** (73)3680-5319 **E-mail:** cep_uesc@uesc.br