UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA – PPGECM
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS – FACET PRÓ - REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PRPPG
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO – UNEMAT - BBG

MICHELE HELENA MENDES

ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE MÉDIA ARITMÉTICA E MODA NO ENSINO MÉDIO

Barra do Bugres/MT
2024

MICHELE HELENA MENDES

ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE MÉDIA ARITMÉTICA E MODA NO ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), *campus* Universitário Dep. Est. Renê Barbour, Barra do Bugres.

Orientadora: Profa. Dra. Daise Lago Pereira Souto

Barra do Bugres/MT
2024

Ficha catalográfica elaborada pela Supervisão de Bibliotecas da UNEMATCatalogação de Publicação na Fo
UNEMAT - Unidade padrão

Mendes, Michele Helena.
Robótica Educacional no Ensino de Média Aritmética e Moda no Ensino Médio / Michele Helena Mendes. - Cáceres, 2024.
137f.: il.

Universidade do Estado de Mato Grosso "Carlos Alberto Reyes Maldonado", Ensino de Ciências e Matemática/BBG-PPGECM - Barra do Bugres - Mestrado Academico, Campus Universitário De Barra Do Bugres "Deputado Renê Barbour".
Orientador: Dra. Daise Lago Pereira Souto.

1. Robótica Educacional. 2. Teoria da Atividade. 3. Ensino de Matemática. I. Souto, Dra. Daise Lago Pereira. II. Título.

UNEMAT / MTSCB CDU 004:37

Governo de Mato Grosso
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO

MICHELE HELENA MENDES

ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE MÉDIA ARITMÉTICA E MODA NO ENSINO MÉDIO.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática – PPGECM - da Universidade do Estado de Mato Grosso CARLOS ALBERTO REYES MALDONADO, *Câmpus* Univ. Dep. Est. "Renê Barbour" – Barra do Bugres - MT, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovado em: 30 de setembro de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Profª. Dra. Daise Lago Pereira Souto (PPGECM/UNEMAT)
Orientadora

Prof. Dr. José Fernandes Torres da Cunha (PPGECM/UNEMAT)
Examinador Interno

Documento assinado digitalmente
gov.br ROSANE ROSSATO BINOTTO
Data: 01/10/2024 08:11:15-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profª. Dra. Rosane Rossato Binotto (UFFS)
Examinadora Externa à Instituição

UNEMATDIC202478443

Assinado com senha por DAISE LAGO PEREIRA SOUTO - PROFESSOR UNEMAT LC 534/2014 / BBG-FACET - 04/10/2024 às 09:41:18 e JOSE FERNANDES TORRES DA CUNHA - PROFESSOR UNEMAT LC 534/2014 / BBG-FACET - 04/10/2024 às 13:22:39.
+0 Pessoas - Para verificar todas as assinaturas consulte o link de autenticação.
Documento Nº: 21301551-6839 - consulta à autenticidade em
https://www.sigadoc.mt.gov.br/sigaex/public/app/autenticar?n=21301551-6839

SIGA

*Aos meus pais, **Pedro** e **Maria**, por sempre acreditarem em mim e por terem abdicado de suas vidas em prol das realizações e da felicidade de seus filhos.*

*Aos meus irmãos **Letícia**, **Isaac, Daniela e Tamara** pelo carinho e incentivo.*

*Ao meu amado esposo, **Vivaldo**, e à minha querida filha, **Evelyn**, por todo o amor, incentivo, apoio e compreensão. Nada disso teria sentido sem vocês na minha vida.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida e por me permitir realizar tantos sonhos nesta existência. Obrigado por me permitir errar, aprender e crescer, por Sua eterna compreensão e tolerância, por Seu infinito amor, pela Sua voz “invisível” que não me permitiu desistir e principalmente por ter me dado uma família tão especial, enfim, obrigado por tudo.

A professora Dr.ª Daise Lago Pereira Souto, por sua orientação excepcional, paciência e dedicação ao longo de todo o processo de elaboração desta dissertação. Seu conhecimento e seus conselhos foram fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa. Sou grata por sua constante disponibilidade e por acreditar no meu potencial, incentivando-me a alcançar novos patamares acadêmicos. Suas contribuições foram essenciais para a realização deste projeto, e serei eternamente grata por todo o apoio e conhecimento compartilhado.

Aos membros da banca examinadora, Profa. Dr.ª Rosane R. Binotto e Prof. Dr. José Fernandes Torres da Cunha, por dedicarem seu tempo e expertise à avaliação desta dissertação. Agradeço pelas valiosas contribuições, críticas construtivas e sugestões que enriqueceram este trabalho. Suas percepções e saberes foram indispensáveis para o aperfeiçoamento desta pesquisa, e sou imensamente grata pela oportunidade de aprender com profissionais tão renomados e respeitados em suas áreas.

Aos professores, colegas e funcionários do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Unemat de Barra do Bugres, expresso minha profunda gratidão pelos momentos de convivência, repletos de trocas enriquecedoras e aprendizados mútuos. Agradeço pelas divergências de opiniões que estimularam o crescimento acadêmico e pelas amizades que se formaram ao longo desta jornada.

A Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), pelo acolhimento e pela inestimável colaboração, que foram essenciais para o desenvolvimento e a conclusão desta pesquisa com qualidade e dedicação. E, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por fomentar o programa PPGECM.

Ao grupo de pesquisa GEPETD, cujas reuniões frequentes, discussões instigantes e valiosas contribuições foram fundamentais para o amadurecimento da pesquisa e para o enriquecimento dos resultados obtidos. A troca de ideias e o ambiente colaborativo proporcionados pelo grupo foram decisivos para o desenvolvimento de novas perspectivas e soluções inovadoras

ao longo deste trabalho acadêmico.

Aos meus amigos, em especial ao Jhon Wittor, agradeço pela amizade sincera e pelo apoio incondicional ao longo desta jornada. Suas palavras de encorajamento e momentos compartilhados foram essenciais para meu crescimento pessoal e acadêmico.

A Escola Estadual Assembleia de Deus pelo apoio e pela colaboração durante todo o processo desta pesquisa. Sua disponibilidade em ceder espaço e recursos foi fundamental para viabilizar este estudo e contribuir para seu sucesso.

A minha família, pelo amor incondicional, apoio inabalável e pela compreensão em todos os momentos desta jornada acadêmica desafiadora. Vocês foram não apenas meu alicerce, mas também minha fonte de motivação e inspiração para alcançar cada etapa deste caminho com determinação e gratidão.

Aos estudantes participantes da pesquisa, pela dedicação, interesse e colaboração que tornaram este estudo possível. Suas participações foram fundamentais para o progresso e sucesso deste trabalho acadêmico.

A todos que, de algum modo, colaboraram para a realização deste sonho.

RESUMO

Nesta pesquisa, buscamos compreender as contribuições da robótica educacional utilizada em sala de aula para aprendizagem de Média Aritmética e Moda por estudantes do Ensino Médio. Os sujeitos deste estudo foram alunos do 2º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Assembleia de Deus, localizada no município de Barra do Bugres no estado de Mato Grosso, local onde a pesquisadora atualmente exerce suas atividades. A fundamentação teórica foi baseada em conceitos da Teoria da Atividade. A questão que desencadeou esta investigação foi assim formulada: quais as contribuições da robótica educacional utilizada em sala de aula para aprendizagem de Média Aritmética e Moda por estudantes do Ensino Médio? Metodologicamente, foi empregado o paradigma qualitativo e os instrumentos para a produção dos dados foram a observação participante, diário de campo, grupo focal e *registro áudio* e visual. A análise dos dados utilizou a ferramenta analítica proposta por Engeström e Sannino (2011), que possibilitou identificar as manifestações discursivas de contradições internas emergidas durante a interação dos participantes. As pistas linguísticas revelaram ocasiões de negociação e resolução de desafios, o que contribuiu para o desenvolvimento do pensamento matemático dos alunos. Esses momentos de interação permitiram que os estudantes discutissem e explorassem conceitos matemáticos de forma colaborativa, fomentando reflexões sobre os conceitos. Os resultados indicaram que a robótica contribuiu para o ensino de média aritmética e moda durante a fase de programação. Neste período, os participantes retomaram e compreenderam a linguagem matemática, convertendo-a em linguagem de programação. Além da aprendizagem matemática, observamos que lidar com os conflitos possibilitou aos participantes desenvolver habilidades, como colaboração, comunicação, trabalho em equipe e pensamento crítico.

Palavras-Chave: Robótica Educacional, Teoria da Atividade, Ensino de Matemática

ABSTRACT

In this research, we sought to understand the contributions of educational robotics used in the classroom for the learning of Arithmetic Mean and Mode by high school students. The subjects of this study were students in the 2nd year of high school at the Escola Estadual Assembleia de Deus, located in the city of Barra do Bugres in the state of Mato Grosso, where the researcher currently carries out her activities. The theoretical foundation was based on concepts from Activity Theory. The question that triggered this investigation was formulated as follows: what are the contributions of educational robotics used in the classroom for the learning of Arithmetic Mean and Mode by high school students? Methodologically, the qualitative paradigm was used and the instruments for data production were participant observation, field diary, focus group and audio and visual recording. Data analysis used the analytical tool proposed by Engeström and Sannino (2011), which made it possible to identify the discursive manifestations of internal contradictions that emerged during the interaction of the participants. The linguistic clues revealed opportunities for negotiation and problem-solving, which contributed to the development of students' mathematical thinking. These moments of interaction allowed students to discuss and explore mathematical concepts collaboratively, encouraging reflections on the concepts. The results indicated that robotics contributed to the teaching of arithmetic mean and mode during the programming phase. During this period, participants resumed and understood mathematical language, converting it into programming language. In addition to mathematical learning, we observed that dealing with conflicts allowed participants to develop skills such as collaboration, communication, teamwork, and critical thinking.

Keywords: Educational Robotics, Activity Theory, Mathematics Teaching

Índice de Figuras

Figura 1 - Estrutura da dissertação.....20
Figura 2 - Etapas da "Metassíntese qualitativa" 23
Figura 3 - Termos de busca.....24
Figura 4 - Fases do desenvolvimento tecnológico digitais em Educação Matemática.....36
Figura 5 - Robô da tartaruga Logo.....42
Figura 6 - Modelo de Vygotsky da ação mediacional e a Mediação na Teoria da Atividade……48
Figura 7 - Estrutura da atividade de acordo com Leontiev.....50
Figura 8 - Estrutura de um Sistema de Atividade.....51
Figura 9 - Princípios da Teoria da Atividade.....52
Figura 10 - Instrumentos para a produção de dados.....57
Figura 11- Localização geográfica do município de Barra do Bugres-MT.....59
Figura 12 - Fachada da Escola Estadual Assembleia de Deus.....59
Figura 13 - Conjunto SPIKE™ Prime LEGO® Education.....61
Figura 14 - Bloco programável (HUB).....62
Figura 15 - Sensores e Motores.....62
Figura 16 - Spike App.....63
Figura 17- Metáfora da cebola.....66
Figura 18 - Primeiro encontro com os participantes.....70
Figura 19 - Apresentação da proposta de montagem do Protótipo da Pesquisa de Satisfação…71
Figura 20 - Apresentação do tema Média Aritmética e Moda.....72
Figura 21 - Exibição do Protótipo da Pesquisa de Satisfação.....73
Figura 22 - Interatividade entre as participantes da primeira dupla.....75
Figura 23 - Interação entre as participantes da primeira dupla.....77
Figura 24 - Participantes da segunda dupla envolvidos na montagem do protótipo.....79
Figura 25 - Participantes da segunda dupla engajados na montagem do protótipo.....80
Figura 26 - Terceira dupla durante a montagem do protótipo.....81
Figura 27 - Terceira dupla engajada na montagem do protótipo.....83

Figura 28 - Programação da Média Aritmética realizada pelos participantes.....84
Figura 29 - Programação em execução pela primeira dupla.....86
Figura 30 - Fórmula da média aritmética.....88
Figura 31 - Execução da programação pela primeira dupla.....88
Figura 32 - Programação em andamento pela segunda dupla.....93
Figura 33 - Segunda dupla trabalhando na programação.....95
Figura 34 - Momento em que a terceira dupla executa a programação.....99
Figura 35 - Terceira dupla realizando a programação.....101
Figura 36 - Terceira dupla conduzindo os experimentos de programação.....103
Figura 37 - Programação da Moda realizada pelos participantes.....106
Figura 38 - Primeira dupla na programação da moda.....108
Figura 39 – Fórmula da moda.....109
Figura 40 - Demonstrando o experimento da moda para a pesquisadora.....110
Figura 41 - Segunda dupla fazendo a programação da moda.....112
Figura 42 - Segunda dupla fazendo o experimento da programação da moda.....114
Figura 43 - Terceira dupla na programação da moda.....115
Figura 44 – Momento das duplas na organização dos votos.....118

Índice de Quadros

Quadro 01 - Trabalhos selecionados.....25
Quadro 02 - Cronograma dos encontros.....63
Quadro 03 - Tipos de variações linguísticas nas manifestações discursivas.....67
Quadro 04 - Relato elaborado pelas duplas.....119

Lista de abreviaturas e siglas

BDTD - Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

BNCC - Base Nacional Comum Curricular.

EM - Educação Matemática

ENEM - Encontro Nacional de Educação Matemática

GEPETD - Grupo de Estudos e Pesquisas em Ensino com Tecnologias Digitais

MT - Mato Grosso.

NIED - Núcleo de Informática Aplicada à Educação

PPGECM - Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências e Matemática.

RE - Robótica Educacional

SBEM - Sociedade Brasileira de Educação Matemática.

SEDUC - Secretaria de Estado de Educação.

TA - Teoria da Aprendizagem.

TD - Tecnologia Digital.

UNEMAT - Universidade do Estado do Mato Grosso

Sumário

1. INTRODUÇÃO 14
1.1 A trajetória que impulsionou a pesquisa 17
1.2 Estrutura da dissertação 19
2. FINCANDO ESTACAS: DEMARCANDO AS FRONTEIRAS DA PESQUISA 22
2.1 Robótica Educacional no Ensino Médio: uma metassíntese 23
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 32
3.1 Tecnologias digitais na Educação 32
3.1.1 A evolução das tecnologias em Educação Matemática 35
3.2 Robótica no contexto educacional 39
3.2.1 Breve histórico da robótica educacional 41
3.2.2 Exploração da aplicação da Robótica Educacional no Ensino Médio 44
3.3 Sobre a Teoria da Atividade 46
3.3.1 Contribuições de Lev Semenovich Vygotsky 47
3.3.2 Contribuições de Alexei Nikolaevich Leontiev 49
3.3.3 Contribuições de Yrjö Engeström 51
4. ASPECTOS METODOLÓGICOS 55
4.1 Abordagem da Pesquisa 55
4.2 Instrumentos e procedimentos de produção de dados 56
4.3 Apresentação do Cenário da Pesquisa 58
4.4 Os sujeitos da pesquisa 60
4.5 O conjunto SPIKE™ Prime LEGO® Education 61
4.6 Cronograma dos encontros 63
4.7 Sobre a análise dos dados 64
5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS 69
5.1 Os encontros 69
5.1.1 O primeiro encontro 70
5.1.2 Montagem do protótipo “Pesquisa de Satisfação” 72
5.1.3 Programação da Média Aritmética 83
5.1.4 Programação da Moda 105
5.1.5 Elaboração e execução do Plano de Pesquisa de Satisfação 117
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 122

6 REFERÊNCIAS..... 127
7 APÊNDICE: Termo de Consentimento Livre Esclarecido..... 135

1. INTRODUÇÃO

Com o progresso e evolução da sociedade, a presença das Tecnologias Digitais (TD) tem se expandido cada vez mais, desempenhando um papel importante em diversas atividades humanas. Segundo Lévy (2010; 2015), essa crescente disseminação das TD reflete uma transformação nas interações entre os indivíduos, não apenas em suas atividades cotidianas, mas também na automação de processos no ambiente profissional.

Atualmente, observamos um fenômeno generalizado em diversos setores, que abrangem desde a indústria até a agricultura, além das atividades cotidianas. Estamos testemunhando uma era marcada pela automação, na qual máquinas são programadas para executar tarefas que anteriormente eram realizadas exclusivamente por seres humanos. Essas mudanças contribuem, de certa maneira, para alterar o comportamento dos indivíduos.

As oportunidades de utilização da robótica educacional em atividades escolares têm ganhado popularidade nos últimos anos, integrando diversas áreas do conhecimento, inclusive à Educação Matemática. Em muitas circunstâncias, a robótica educacional é empregada para abordar aspectos técnicos e de montagem de robôs ou protótipos, sem que os princípios matemáticos sejam claramente destacados (Kalinke, 2021).

Com base nessa perspectiva e nas considerações de Azevedo e Maltempi (2020), é possível verificar a relevância atribuída à robótica educacional no contexto escolar, uma vez que se configura como um recurso capaz de promover mudanças no processo de aprendizagem dos estudantes. Essas mudanças decorrem diretamente da natureza interdisciplinar inerente à robótica educacional, bem como da oportunidade de fomentar o desenvolvimento de competências específicas que, possivelmente, não foram abordadas anteriormente durante o percurso educativo.

Em consonância com esse desenvolvimento, percebo que, além das fontes tradicionais de informação, como os ambientes escolares convencionais, os discentes possuem acesso a uma ampla gama de tecnologias, tais como videogames com capacidade de captura de movimentos, smartphones munidos de múltiplos aplicativos, televisores com tecnologia tridimensional, scanners, impressoras tridimensionais e computadores interconectados em rede, dentre outros exemplos.

Nos dias de hoje, em uma sociedade influenciada pela mídia, a informação desempenha um papel cada vez mais central na vida social e cultural das pessoas. Esse contexto gerou a necessidade de tomar decisões fundamentadas, exigindo leitura e interpretação das informações veiculadas pela mídia. Consequentemente, as pessoas consomem informações continuamente, o que demanda das escolas um ensino para o desenvolvimento de habilidades estatísticas comprometido com aspectos teóricos e críticos para atender às exigências sociais.

De acordo com Brasil (2018), a BNCC é um documento normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica. No desenvolvimento de habilidades relativas à Estatística[1], os estudantes têm oportunidades não apenas de interpretar dados estatísticos divulgadas pela mídia, mas também de planejar e executar pesquisas amostrais. Eles aprendem a interpretar medidas de tendência central e a comunicar os resultados obtidos por meio de relatórios, utilizando representações gráficas adequadas.

Diante desse contexto, é importante salientar que durante o período de reformulação do projeto de pesquisa e na percepção da crescente relevância da robótica educacional no contexto educacional, surgiu o questionamento: quais as contribuições da robótica educacional utilizada em sala de aula para a aprendizagem de Média Aritmética e Moda por estudantes do Ensino Médio? Para isso, investigaremos o uso da robótica educacional para o ensino de Matemática e suas possíveis implicações no processo de aprendizagem dos estudantes. Nossa abordagem será fundamentada nos pressupostos teóricos e metodológicos da Teoria da Atividade (TA) delineada por Engeström (1987).

Partindo desse questionamento, essa pesquisa teve como objetivo compreender as contribuições da robótica educacional utilizada em sala de aula para aprendizagem de Média Aritmética e Moda por estudantes do Ensino Médio. Para tanto, encarregamo-nos em: verificar como a robótica educacional pode influenciar no trabalho colaborativo desenvolvido durante o uso do Conjunto SPIKE™ Prime LEGO® Education; identificar as manifestações discursivas que podem surgir quando os alunos interagem com diferentes tecnologias digitais durante o

[1] Feijoo (2010, pp. 14-20) conceitua média aritmética e moda como medidas de tendência central. Média aritmética situa-se entre o valor máximo e o valor mínimo da distribuição. Não pode, portanto, ser inferior ou superior ao valor mínimo e ao máximo da distribuição. Moda é o valor da distribuição que ocorre com a maior frequência, ou seja,o valor que mais se repete dentro de uma série de observações.

desenvolvimento das aulas de Matemática com robótica; e investigar de que forma o uso do Conjunto SPIKE™ Prime LEGO® Education com interfaces interativas pode promover o desenvolvimento do pensamento matemático.

Para conduzir este estudo, adotamos uma abordagem qualitativa embasada no paradigma proposto por Bogdan e Biklen (1994), que delineiam características fundamentais inerentes a esse tipo de pesquisa. Os dados da pesquisa foram produzidos na Escola Estadual Assembleia de Deus, localizada no munícipio de Barra do Bugres-MT.

Os sujeitos deste estudo foram alunos do 2º ano do Ensino Médio da mencionada instituição. Por meio das oficinas, buscou-se produzir dados que permitam explorar e compreender os impactos da abordagem utilizando os conjuntos robóticos no contexto educacional específico.

Nesta pesquisa empregamos procedimentos específicos para a produção de dados. Isso envolveu a organização de um grupo focal e a observação participante. Nesse último procedimento, registramos no diário de campo os momentos relevantes que foram capturados por meio de registros em áudio e vídeo.

A análise dos dados foi conduzida simultaneamente à sua produção, sendo interpretados à luz da ferramenta analítica teoria da atividade (TA) proposta por Engeström (1987, 1999, 2001) e Engeström e Sannino (2011) sobre as manifestações discursivas de contradições internas. A presente pesquisa ressaltou principalmente a multivocalidade e a historicidade. Conforme Engeström (2001), a multivocalidade destaca a existência de diversas vozes, perspectivas e diálogos, enriquecendo assim a compreensão e análise de contextos complexos.

A análise foi realizada por meio da transcrição das conversas dos participantes, utilizando o procedimento proposto por Engeström e Sannino (2011). Esse procedimento consistiu em identificar as manifestações discursivas, as quais foram analisadas e classificadas em quatro tipos: dilema, conflito, conflito crítico e duplo vínculo. Esse processo analítico permitiu uma compreensão das dinâmicas subjacentes às atividades realizadas pelos participantes e às interações ocorridas durante o estudo.

Esta pesquisa é impulsionada pela minha vivência na sala de aula, principalmente por meio da minha experiência com a robótica educacional como uma oportunidade de aprendizagem. Minha interação direta com os alunos e a percepção dos efeitos positivos da robótica educacional no ensino despertaram meu interesse em explorar de maneira mais

detalhada essa abordagem. Além disso, o desafio constante de enfrentar as limitações do cenário educacional, amplificadas pela pandemia da Covid-19, destacou a necessidade de estratégias inovadoras para uma educação mais envolvente, relevante e acessível. Assim, este estudo visa contribuir com o meu desenvolvimento profissional, bem como enriquecer o campo da robótica e suas aplicações nas escolas.

1.1 A trajetória que impulsionou a pesquisa

Acredito ser valioso apresentar alguns detalhes relevantes da minha trajetória, destacando como eles contribuíram para a minha formação como professora. Essa partilha de experiências não apenas proporciona uma compreensão mais abrangente do meu percurso acadêmico e profissional, mas também destaca os aprendizados importantes que moldaram minha prática pedagógica e meu comprometimento com o processo educacional.

No ano de 2004 iniciei minha jornada acadêmica, no curso de Licenciatura Plena em Matemática, na Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, no Município de Barra do Bugres- MT. Foi um momento emocionante e gratificante para mim e para minha família.

A decisão de ingressar na universidade e seguir o caminho da Licenciatura Plena em Matemática foi muito mais do que uma escolha acadêmica. Esse período desempenhou um papel crucial ao moldar minha trajetória pessoal e profissional, reforçando meu compromisso com a educação e me fornecendo as bases necessárias para enfrentar os desafios futuros.

Em 2009 concluí a Licenciatura Plena em Matemática na mesma instituição, a UNEMAT. Logo após a graduação, em 2011, dei início à minha trajetória como professora contratada na rede estadual do Estado de São Paulo, onde pude efetivamente aplicar os conhecimentos adquiridos em sala de aula e vivenciar a dinâmica real do ambiente educacional.

Essa experiência enriquecedora me levou ao ano de 2014, quando fui convocada para assumir o cargo de professora de Matemática no concurso da Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso no município de Barra do Bugres-MT, na Escola Estadual João Catarino de Souza. É importante mencionar que a participação nesse concurso ocorreu em 2009, e foi justamente graças às minhas vivências e práticas como professora que, no ano de minha posse, obtive o privilégio de ser designada coordenadora pedagógica. Essa função, que exerci até

dezembro de 2016, me permitiu contribuir de forma mais abrangente para o desenvolvimento educacional e aprimoramento das práticas escolares.

Diante desse contexto, entre 2017 e 2018, ministrei aulas para o Ensino Fundamental na mesma escola. Durante esse período, vivenciei situações que contribuíram ainda mais para a percepção e reflexão sobre a minha prática pedagógica.

Nos anos de 2019 a 2020, assumi a função de diretora da Escola Estadual João Catarino de Souza, o que me proporcionou uma série de aprendizados valiosos, tanto na perspectiva de professora quanto de gestora. Com essa experiência pude ampliar minha compreensão dos desafios educacionais o que me permitiu explorar formas de articulação entre os diferentes aspectos do ambiente escolar.

No ano de 2021, voltei à sala de aula como professora, lecionando a disciplina de Matemática no Ensino Fundamental. Nesse mesmo ano, desempenhei o papel de professora articuladora no Laboratório de Aprendizagem, uma oportunidade de auxiliar os estudantes no processo de recuperação das habilidades matemáticas que ainda não haviam sido consolidadas. Essa função desempenhada no Laboratório de Aprendizagem proporcionou uma abordagem mais individualizada, enriquecendo ainda mais minha compreensão acerca das necessidades dos alunos e das abordagens pedagógicas inovadora.

Em 2022, a Secretaria Estadual de Educação de Mato Grosso implantou a Política de Tecnologia no Ambiente Escolar como parte integrante do Programa Educação – 10 anos. Como parte dessa política pública, algumas escolas foram contempladas com os Conjuntos SPIKE™ Prime LEGO® Education, destinados aos anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio. Entre as escolas selecionadas para essa implementação estava a Escola Estadual João Catarino de Souza.

Durante o segundo semestre de 2022, a Secretaria Estadual de Educação de Mato Grosso ofereceu uma formação presencial aos professores que lecionavam disciplinas de Ciências da Natureza e Matemática. Durante esse evento que ocorreu em três dias, os educadores tiveram a oportunidade de participar da apresentação dos Conjuntos SPIKE™ Prime LEGO® Education. Ao longo da formação, os professores tiveram a oportunidade de desenvolver alguns protótipos, bem como aprender noções de programações.

Ao longo do evento, observamos que a formação concentrava-se principalmente na parte técnica da montagem dos protótipos, sem explorar os objetos de conhecimento de

Matemática aplicados à robótica. Apesar das limitações evidentes da formação, meu desejo pelo conhecimento e aplicação das tecnologias digitais em sala de aula me impulsionaram a dar início, mensalmente, às aulas de robótica educacional para estudantes do Ensino Médio.

Nesse sentido, destaco que mesmo diante dos impactos gerados pela pandemia da Covid-19 no ambiente escolar, tais como a amplificação das disparidades entre os alunos, desafios no processo de aprendizagem, retrocessos educacionais, aumento da evasão escolar, escassez de recursos tecnológicos tanto para os alunos quanto para as instituições de ensino e entre outras questões, me motivaram a pesquisar no campo da robótica educacional e na busca por práticas pedagógicas inovadoras.

As vivências e o cenário que enfrentamos, ampliou meu desejo de pesquisar sobre o tema. Esse interesse me levou a efetuar a inscrição e participar das etapas do processo de seleção do Edital Nº 008/2022 – Mestrado Stricto Sensu em Ensino de Ciências e Matemática - PPGECM - Alunos Regulares. Com a aprovação nesse processo, tornei-me uma aluna regular, iniciando minha trajetória no programa no ano de 2023.

Ao integrar-me no programa de Pós-Graduação e ao Grupo de Estudos e Pesquisas em Ensino com Tecnologias Digitais (GEPETD), experimentei a oportunidade de conhecer mais os conceitos intrínsecos ao meu tema de pesquisa. Essa imersão tem contribuído de forma relevante para expandir meu conhecimento na integração de tecnologias digitais no processo educativo. O envolvimento ativo no grupo ofereceu oportunidades valiosas de participar de debates e discussões sobre as práticas mais atuais e proficientes no campo do ensino com tecnologias, enriquecendo ainda mais a pesquisa e fortalecendo sua base teórica e prática.

Considerando o que foi exposto até agora, analisando meu histórico e a temática da pesquisa apresentados, passo na sequência à apresentação do próximo tópico: a estrutura desta dissertação.

1.2 Estrutura da dissertação

A presente seção tem como propósito apresentar a estrutura da pesquisa, a qual está organizada em seis capítulos, conforme exemplificado na Figura 1.

Figura 1 – Estrutura da dissertação.



Fonte: Elaborado pela Autora (2024).

A Figura 1 apresenta a estrutura de capítulos desta dissertação, representada pelo percurso realizado pela pesquisadora, cada um desempenhando um papel crucial na compreensão e análise do tema em questão. O primeiro capítulo, fornece uma visão geral do contexto que envolve esta investigação, delineando seus objetivos, a problemática abordada e a trajetória profissional da pesquisadora.

No segundo capítulo, é delineado a Revisão de Literatura, a fim de proporcionar um panorama abrangente dos estudos recentes que convergem com a temática em análise. Para a análise dos dados resultantes desta revisão, optamos pela aplicação da Metassíntese Qualitativa, conforme preconizado por Matheus (2009) e Fiorentini (2013).

No terceiro capítulo, são expostos os pilares fundamentais da pesquisa, abrangendo diversos aspectos: Tecnologias digitais na educação, a evolução das tecnologias utilizadas na Educação Matemática, robótica no contexto educacional, breve histórico da robótica educacional e exploração da aplicação da robótica educacional no Ensino Médio. Além disso, é delineada a base teórica que sustenta a pesquisa, fundamentada nos princípios da Teoria da Atividade (TA), conforme proposta por Engeström (1987).

O percurso metodológico da pesquisa é tecido no quarto capítulo. Nele são detalhados o contexto da investigação, assim como os procedimentos e instrumentos empregados no processo de produção e análise dos dados.

O quinto capítulo concentra-se na análise e interpretação dos dados produzidos, com

base na pergunta diretriz: "Quais as contribuições da robótica educacional utilizada em sala de aula para aprendizagem de Média Aritmética e Moda por estudantes do Ensino Médio?" Nesta etapa, realizamos a análise dos dados seguindo os princípios da Teoria da Atividade proposta por Engeström (1987, 1999, 2001), especialmente enfocando a multivocalidade e historicidade. A análise dos dados é fundamentada, principalmente, no modelo proposto por Engeström e Sannino (2011), que utiliza uma abordagem em camadas para identificar e classificar os tipos de manifestações que emergem das vozes dos participantes, tais como dilemas, conflitos, conflitos críticos e duplos vínculos.

No sexto capítulo, são delineadas as considerações finais, resultantes da síntese dos resultados obtidos na análise dos dados, bem como das reflexões sobre os resultados alcançados por meio desta pesquisa. Em seguida, são apresentadas as referências utilizadas e os apêndices relevantes que complementam e enriquecem o conteúdo deste trabalho.

2. FINCANDO ESTACAS: DEMARCANDO AS FRONTEIRAS DA PESQUISA

O título desta revisão de literatura é uma analogia às ideias de Kilpatric (1996), em que as "estacas fincadas" foram no sentido de discutir as reivindicações feitas para as pesquisas em Educação Matemática e delimitá-la como um campo especializado acadêmico. O autor destaca que sua inspiração estava na demarcação de terras feita por mineiros, que com a colocação de estacas encontraram uma forma para que pudessem reivindicar seus direitos.

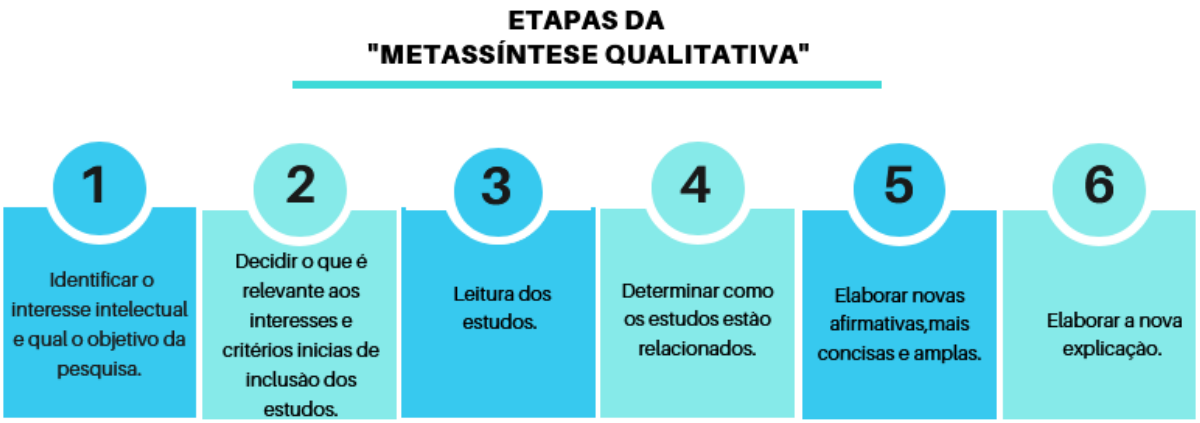
> Quando o ouro foi descoberto na Califórnia, na metade do século passado, mineiros correram para defender seus territórios. Um território era uma faixa de terra pública e, marcando seus limites com estacas de madeira, os mineiros indicavam que eles faziam jus ao direito de extrair minerais valiosos dali. Suas estacas eram seus interesses nos direitos minerais; seus territórios representavam seus domínios para exercer seus direitos (Kilpatric, 1996, p. 01).

Conforme Kilpatric (1996) enfatiza na citação anterior as estacas de madeira eram fincadas no chão para que limites territoriais fossem demarcados. De forma semelhante construímos esta revisão de literatura na tentativa de apresentar os contornos desta pesquisa. Para tanto, utilizamos os procedimentos da metassíntese qualitativa que, segundo Fiorentini (2013), envolve a interpretação das interpretações feitas por estudos primários, com o objetivo de criar uma nova síntese que explique ou compreenda um fenômeno ou tema específico de interesse.

A metassíntese qualitativa, de acordo com Matheus (2009, p. 544), representa a "[...] integração interpretativa de achados qualitativos (derivados de estudos fenomenológicos etnográficos, da teoria fundamentada dos dados e outros), que são a síntese interpretativa dos dados". A autora argumenta que as conclusões derivadas da metassíntese proporcionam a possibilidade de gerar novas interpretações que transcendem os resultados primários, contribuindo para a obtenção de níveis teóricos mais avançados.

Matheus (2009), em sua pesquisa, abordou a apresentação e análise das fases envolvidas na realização de uma metassíntese, baseando-se na proposta elaborada pela pesquisadora Francis-Baldesari (2006), do UK Cochrane Centre Oxford. Essas fases, que devem ser consideradas pelo pesquisador, são concisamente representadas na Figura 2. Assim, o presente estudo foi elaborado com base nessas etapas.

Figura 2 - Etapas da “Metassíntese qualitativa”.



Fonte: Elaborado pela autora. (Baseado em Matheus, 2009)

Foram consultadas as seguintes fontes de dados para esta pesquisa: o Banco de Teses e Dissertações da CAPES e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), abrangendo produções desenvolvidas no período de 2018 a 2022. Além disso, foram analisados os anais de um dos eventos promovidos pela Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), sendo eles o XIII e XIV Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM), realizados nos anos de 2018 e 2022, respectivamente. A escolha do período se deve à abrangência e atualização das produções sobre o tema em questão, garantindo acesso a fontes recentes e relevantes.

A busca nos anais do ENEM foi conduzida manualmente por meio do portal da SBEM, que reúne uma ampla participação de pesquisadores com publicações relevantes na área da temática investigada. Essa abordagem permitiu obter acesso a um conjunto diversificado de estudos e trabalhos apresentados durante os eventos, enriquecendo a base de dados utilizada nesta pesquisa.

2.1 Robótica Educacional no Ensino Médio: uma metassíntese

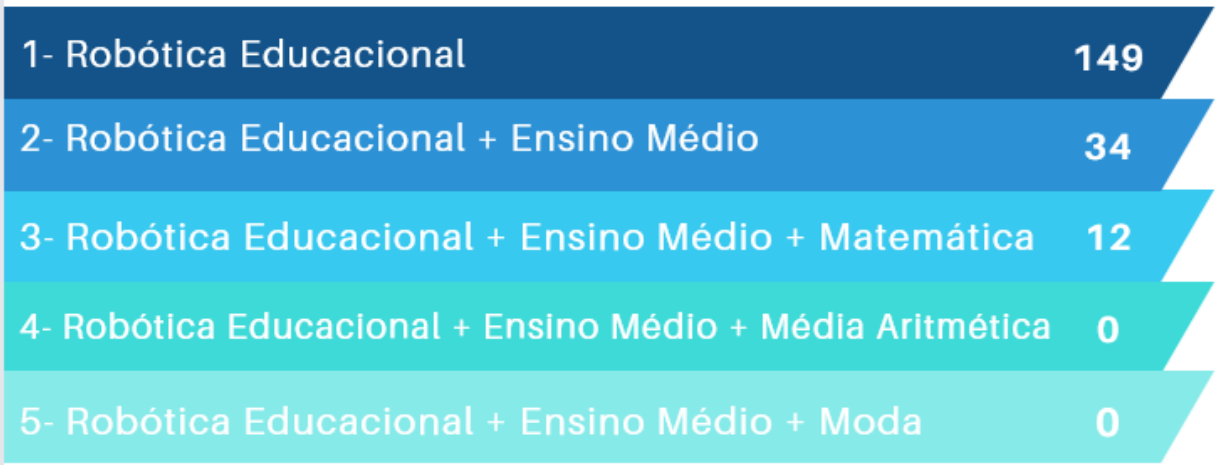
A robótica educacional possui uma abrangência multidisciplinar e seu potencial de integração teórico-prática surge como um recurso tecnológico de grande relevância na formação educacional de estudantes em praticamente todos os níveis de ensino (Santos; Geraldo, 2020). Essa perspectiva ganha força com a colaboração do Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) e de diversas outras instituições educacionais no cenário nacional e internacional,

impulsionando a efetiva consolidação e integração da robótica educacional nas práticas dos educadores. Embora a universalização da prática ainda não tenha sido completamente alcançada, é inquestionável que a robótica educacional não mais pode ser vista como uma novidade nas escolas de educação infantil, fundamental e médio. Nesse contexto, a robótica educacional assume o papel de indicador de uma mudança paradigmática no processo de ensino e aprendizagem, conforme discutido por D'Abreu (2014).

No sentido de conduzir as buscas nas bibliotecas digitais dos repositórios mencionados anteriormente, foram considerados os seguintes critérios de inclusão: artigos completos, teses e dissertações encontrados em banco de dados on-line, trabalhos em português e trabalhos científicos publicados entre 2018 e 2022. A realização das buscas ocorreu no período do primeiro semestre de 2023.

Inicialmente, a primeira busca foi com o termo "robótica educacional", resultou em 149 produções, conforme mostra a Figura 3. A partir da segunda busca, as pesquisas foram refinadas, combinando descritores com o uso de operadores de busca.

Figura 3 - Termos de busca.



Fonte: Elaborado pelos autores

Conforme ilustrado na Figura 3, a busca pela junção da expressão "robótica educacional" e a palavra "ensino médio" delimitou 34 produções. A busca pela junção das expressões "robótica educacional", "ensino médio" e "matemática" delimitou 12 produções. No entanto, ao tentar combinar as expressões "robótica educacional", "ensino médio" e "média

aritmética", não foram encontradas produções que atendessem essa combinação. Da mesma forma, ao considerar a combinação das expressões "robótica educacional", "ensino médio" e "moda", também não foi possível encontrar nenhuma produção.

Após realizar as buscas, lemos os títulos e resumos de 15 produções encontradas nas segunda e terceira buscas. Essa abordagem foi necessária devido ao número limitado de produções relevantes na terceira busca. Assim, consideramos as produções da segunda busca para assegurar uma amostra representativa dos estudos pertinentes. É importante destacar que a leitura abrangeu 6 produções da terceira busca e 9 da segunda, totalizando 15 produções analisadas. Depois da análise, foram excluídas as produções que não estavam vinculadas à temática pesquisada. Para isso, adotamos como critério de exclusão: trabalhos duplicados, produções não relacionadas à robótica educacional e trabalhos de outras áreas distintas da Matemática. Ao término desse procedimento, foram selecionadas seis produções. Logo abaixo no, Quadro 1, apresentamos as pesquisas que passaram a fazer parte do conjunto de estudos selecionados para a leitura minuciosa e análise.

Quadro 01 – Trabalhos selecionados.

AUTOR	ANO	TÍTULO	FONTE DE DADOS
RODRIGUES, M. M.	2020	Modelagem Matemática da Voz, Trigonometria e Robótica: Atividades Interativas	BDTD
VILARINHO, E. A.	2020	O ensino da função linear e do torque através de interações de Engrenagens	BDTD
GOMES, R. T.	2021	Contribuições da Robótica Educacional para a aprendizagem de Trigonometria na 1ª série do Ensino Médio de uma escola particular de Linhares-ES	XIV ENEM

SCHWENDLER, D.	2022	Robótica Educacional: compreensões sobre a experiência vivida com o LEGO Educacional	XIV ENEM
SANTOS, J. M. *et al.*	2019	ROBÔ-TI: Robótica Educacional no Incentivo de Alunos do Ensino Médio na Área de Tecnologia da Informação	Banco de Teses e Dissertações CAPES
SILVA, L. J; CARVALHO, F. J. R.	2018	Pensando a Robótica na Educação Básica	Banco de Teses e Dissertações CAPES

Fonte: Elaborado pela Autora (2023).

De acordo com o Quadro 1, temos seis pesquisas que foram desenvolvidas e corroboram entre si ao apontarem a robótica educacional como uma tecnologia que contribui para o contexto educacional. Rodrigues (2020) conduziu um estudo com alunos do primeiro ano do Ensino Médio em uma escola estadual em Uberlândia - MG. Na pesquisa, foram realizadas atividades interativas para contextualizar o ensino de trigonometria com base na modelagem do som de uma vogal. A voz do aluno foi utilizada como fonte de dados para demonstrar que a mesma pode ser representada aproximadamente por uma soma de senos usando o método matemático dos mínimos quadrados.

Com isso, um modelo matemático foi desenvolvido para representar o som da vogal e, em seguida, foi utilizado um protótipo robótico, conhecido como *drawbot* (robô que desenha), com foco no ensino de função trigonométrica. Na análise dos dados o autor deixa claro que a atividade trouxe uma dimensão lúdica com a materialização da função modelada em forma de desenho. Os resultados indicaram que as atividades propostas exerceram um impacto positivo na motivação dos alunos, bem como na interação e participação deles durante a aprendizagem de conceitos matemáticos envolvendo a trigonometria.

Outro trabalho que aborda o conteúdo de trigonometria com o uso da robótica educacional é o de Gomes (2021). Nesse estudo, o autor concentra-se na pesquisa que teve como objetivo identificar as contribuições do uso da Robótica Educacional como recurso didático para o ensino de trigonometria, envolvendo 16 participantes do primeiro ano do Ensino Médio em uma escola particular de Linhares-ES. O estudo adotou uma abordagem qualitativa e foi

classificado como exploratório. A pesquisa consistiu na implementação de uma sequência didática por meio de oficinas, nas quais os alunos abordaram situações-problema relacionadas à trigonometria utilizando a robótica.

Segundo o autor, foi possível observar como os estudantes constroem conceitos e definições, organizam suas ideias em uma sequência lógica e desenvolvem habilidades investigativas ao resolver problemas por meio da experimentação com a Robótica Educacional. Além disso, a Robótica Educacional foi identificada como um recurso para aprimorar a formação social e pessoal dos alunos, estimulando o uso da criatividade, imaginação, autonomia e trabalho em equipe.

Tal como ocorreu no estudo de Gomes (2021), na dissertação de Vilarinho (2020), o autor também desenvolveu uma sequência didática, com o propósito de explorar o ensino da função linear e do torque por meio das interações de engrenagens presentes no kit LEGO. Peças do kit de marchas do LEGO EV3 foram utilizadas para construir um guindaste, onde o emprego de uma força constante do motor robusto do LEGO na engrenagem motriz transmitia o movimento à engrenagem de saída, conectada a uma polia que gerava torque. O objetivo da pesquisa foi implementar a robótica educacional na sala de aula, com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio, com foco na aprendizagem de funções lineares e torque.

De acordo com Vilarinho (2020), a interligação das engrenagens viabilizou a assimilação de múltiplos conceitos de matemática e física, como funções lineares, proporção, função composta e torque. Esse fator provocou nos participantes do estudo uma sensação de estímulo e motivação, impulsionados pelo emprego da tecnologia no cotidiano.

O estudo conduzido por Santos *et al.* (2019) apresenta os resultados do projeto ROBÔ-TI, que teve como objetivo encorajar estudantes do Ensino Médio das escolas públicas do Estado do Amazonas a escolherem carreiras na área de Tecnologia da Informação (TI). Para alcançar esse propósito, o projeto utilizou práticas pedagógicas baseadas na metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), com o objetivo de desenvolver o Pensamento Computacional por meio do ambiente de programação Scratch e do Kit de Robótica Lego Mindstorms EV3.

A análise dos resultados foi realizada por meio de um questionário baseado no Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM) e também por meio dos depoimentos dos alunos. Esses resultados demonstraram que os estudantes sentiram-se motivados a buscar mais conhecimentos

relacionados à lógica de programação; além disso, houve um aumento relevante do interesse dos alunos envolvidos por carreiras na área de Tecnologia da Informação.

A partir de projetos, outra pesquisa desenvolvida por Silva e Carvalho (2018) apresenta resultados parciais sobre a abordagem da Robótica com estudantes do Ensino Médio em uma escola pública. Os alunos participaram de aulas que criavam um ambiente propício para o desenvolvimento de projetos de seu interesse, utilizando os componentes eletrônicos disponíveis. Além disso, foi necessário realizar as programações; para isso, foi oferecida uma introdução à programação de computadores utilizando linguagem de programação visual em blocos.

Em virtude da quantidade expressiva de projetos, a pesquisa de Silva e Carvalho (2019) concentrou-se exclusivamente na análise do projeto intitulado Detector de Fumaça. O estudo, de natureza qualitativa, foi realizado por meio de observação participante, focando em uma dupla de estudantes que, em colaboração, optou por desenvolver um detector de fumaça micro controlado por uma placa programável Arduino. As contribuições desse projeto indicaram resultados positivos para um aprendizado ativo e potencialmente interdisciplinar, mais autônomo, onde as habilidades desenvolvidas vão além dos conhecimentos específicos da Robótica. Os alunos se envolveram em planejar, avaliar e tomar decisões baseadas em um intenso processo de negociação.

Na pesquisa de Schwendler (2022), um aspecto que se destacou, diferenciando-se dos demais estudos, foi um momento de particular relevância com uma estudante que enfrenta transtorno do déficit de atenção com hiperatividade (TDAH). De acordo com a autora, para atender a essa estudante, utilizou-se um kit diferente, contendo peças maiores e funcionalidades simplificadas. Segundo a autora ficou evidente a satisfação e alegria da estudante ao alcançar sucesso na construção de diversos objetos. Além de estimular o desenvolvimento das habilidades de coordenação motora e concentração, essa abordagem também revelou sua criatividade e capacidade organizacional.

A pesquisa abordou também um relato de experiência que buscou descrever as compreensões e os aprendizados proporcionados em atividades com o LEGO Educacional envolvendo alunos do 7º ano do Ensino Fundamental (Anos Finais) e turmas do 1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio em escola pública. Nesta investigação, tanto os estudantes quanto a professora realizaram as construções dos protótipos nos primeiros contatos com o material. Devido a isso, as atividades não foram inicialmente associadas a um conteúdo específico.

Para a autora a experiência com a Robótica Educacional demonstrou ser uma opção benéfica para promover o desenvolvimento de várias habilidades, incluindo concentração, criatividade, organização e colaboração. Além disso, ela se apresenta como uma tecnologia capaz de incentivar a exploração de conteúdos em diferentes disciplinas do currículo, tais como Matemática, Física, Geografia e Artes. Ademais, essa abordagem oferece a oportunidade de trabalhar de forma interdisciplinar e transdisciplinar, abordando temas transversais.

As pesquisas analisadas apontaram que a integração da Robótica Educacional no ambiente escolar proporciona aos alunos a oportunidade de se envolverem de forma prática e lúdica. Além disso, a abordagem interdisciplinar da Robótica permitiu o desenvolvimento de habilidades essenciais, tais como o pensamento computacional, trabalho em equipe, resolução de problemas e criatividade. Por meio da construção, programação e interação com robôs, os alunos são incentivados a explorar soluções criativas para desafios do mundo real, pois a robótica é uma ação que pode estimular a aprendizagem.

Essa integração pode ser observada nos estudos de Santos *et al.* (2019), nos quais foi utilizado o método de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). De acordo com os autores, esse método estrutura a aprendizagem em torno de problemas a serem solucionados, engajando os alunos em uma pesquisa construtiva na qual a investigação se direciona a um objetivo concreto, abrangendo pesquisa, construção do conhecimento e resolução dos desafios propostos.

Schwendler (2022) corrobora com as interpretações realizadas por Santos *et al.* (2019), que enfatiza que o material inserido em sua pesquisa, dentro de um cenário de investigação, cria um ambiente de aprendizagem no qual o estudante assume um papel ativo e se torna protagonista no processo. Isso favorece o desenvolvimento de habilidades como concentração, criatividade, raciocínio lógico, trabalho colaborativo e resolução de problemas.

Com a mesma interpretação, Vilarinho (2020) associa-se à robótica educacional por meio da utilização do Kit Mindstorms EV3 LEGO® ou Kit EV3. No contexto desse estudo, atribui-se importância à função didática desse kit no âmbito pedagógico, ao integrar teoria e prática voltados para a introdução à robótica, bem como ao estimular a criatividade e a abordagem de soluções para situações cotidianas.

A inserção da Robótica Educacional também revelou sua aplicação na abordagem de conteúdo específico, como a trigonometria. A pesquisa de Rodrigues (2020) demonstrou que a

modelagem matemática do som de uma vogal e a interação com dispositivos robóticos podem promover o aprendizado prático e lúdico dessa disciplina.

Da mesma forma, a abordagem de Gomes (2021) buscou explorar o uso da Robótica Educacional como recurso didático no ensino de trigonometria, resultando em contribuições no desenvolvimento de habilidades investigativas, organização de ideias e construção de conceitos. Em sua pesquisa o referencial teórico baseia-se no Construcionismo de Papert, entre outros da atualidade.

Silva e Carvalho (2019) e Gomes (2021) em suas pesquisas baseiam-se no Construcionismo de Papert, o que convém enfatizar que, longe de negar a importância do ensino, essa perspectiva destaca que o aluno aprende a partir de atividades mais produtivas, ao fazer descobertas a partir de seus próprios interesses. Isso ocorre quando elas se sentem desafiadas e têm a oportunidade de explorar a sua criatividade.

Os resultados das pesquisas analisadas, indicam que a temática de robótica educacional pode ser interpretada como um ambiente constituído por diversos dispositivos que promovem uma aprendizagem com relevância por meio de ações físicas e mentais realizadas pelos estudantes e mediadas pelo professor. Esses dispositivos podem ser físicos ou virtuais (por exemplo, a Tartaruga de Papert no LOGO) e abranger diferentes abordagens, como kits com peças pré-fabricadas, a exemplo do Lego; personagens nas telas dos computadores, como no Scratch; e o uso de plataformas que proporcionam maior liberdade para a criação, como o Arduino.

Em nossa pesquisa, exploraremos a aplicação da robótica educacional em um contexto onde conceitos de Média Aritmética e Moda estão integrados. Essa abordagem oferecerá uma oportunidade para engajar os alunos, a fim de praticarem funções que exigem tomada de decisões, organização de atividades, coordenação de ações e otimização de recursos físicos. Além disso, essa abordagem possibilitara identificar as manifestações discursivas que podem emergir quando os alunos interagem com robótica educacional nas aulas de matemática, promovendo a socialização, entendida como a habilidade de conviver com diversidades econômicas, culturais e pessoais, ao mesmo tempo em que estimula a capacidade de gerenciar conflitos, que envolve a compreensão do outro.

No âmbito desta pesquisa, a fundamentação teórica será embasada nos princípios da Teoria da Atividade (TA), delineada por Engeström (1987), uma perspectiva que não foi

identificada nos estudos examinados, o que motiva a ampliação da discussão sobre os possíveis benefícios da Robótica Educacional neste contexto específico.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, discorremos os pilares de sustentação desta pesquisa que são: tecnologias digitais na Educação, a evolução das tecnologias utilizadas na Educação Matemática, robótica no contexto educacional, breve histórico da robótica educacional e exploração da aplicação da robótica educacional no Ensino Médio. Em seguida os conceitos teóricos que embasaram o referencial teórico-metodológico adotado nesta pesquisa. No contexto desta pesquisa, a base teórica será sustentada pelos princípios da Teoria da Atividade (TA) delineada por Engeström (1987).

3.1 Tecnologias digitais na Educação

De acordo com Rodrigues (2001, p. 62), a palavra tecnologia é originada da combinação do termo "tecno", do grego "techné", que significa saber fazer, com "logia", do grego "logus", que remete à razão. Assim, a tecnologia pode ser entendida como a razão por trás do saber fazer. Gradualmente, as tecnologias digitais estão sendo introduzidas nas escolas, trazendo consigo expectativas de transformações e inovações nos métodos de ensino e aprendizagem. No entanto, de acordo com Kenski (2013, p. 96), "utilizar uma tecnologia na sala de aula não implica necessariamente em inovação ou em mudanças nas práticas de ensino tradicionais".

Segundo Oliveira (2014), para que essas transformações aconteçam, de verdade, é fundamental que o professor se sinta desafiado e esteja disposto a revisar e expandir seu conhecimento, demonstrando curiosidade em relação às novas formas de ensinar e pensar, e, acima de tudo, esteja disposto a buscá-las. Portanto, a formação contínua e o engajamento ativo dos educadores são essenciais para a efetiva integração das tecnologias no processo educacional.

Borba e Penteado (2010) enfatizam que a incorporação de tecnologias qualitativamente diferentes, como a informática, deve atuar como um meio impulsionador para modificar as práticas tradicionais de ensino, promovendo uma abordagem mais moderna e eficaz na educação. É importante que os professores compreendam como utilizar essas tecnologias digitais em sala de aula, não apenas como elementos de motivação ou modernização, mas como recursos integradas que suportam e enriquecem as aulas. Essas tecnologias podem ser encaradas como

elementos de transformação na dinâmica da sala de aula, permitindo que os alunos se tornem protagonistas do processo de produção de novos conhecimentos.

Gomes (2002) argumenta que o uso de tecnologias em sala de aula segue essa mesma abordagem, não devendo ser vista apenas como uma novidade, mas sim como uma oportunidade para que alunos e professores assumam o papel de sujeitos críticos, criativos e construtores do seu próprio conhecimento. Considerando as diversas maneiras de utilizar as tecnologias digitais, argumentamos a existência de uma distinção no contexto educacional entre a inserção e a integração dessas tecnologias no ensino, o que os professores podem compreender.

Para Bittar (2010), a inserção do laboratório de informática no processo de ensino é muitas vezes limitada a ocasionais aulas isoladas, não estando conectada com o restante do processo educacional e não resultando em mudanças na aprendizagem dos alunos. Por outro lado, de acordo com Fürkotter e Morelatti (2008), a integração das tecnologias na prática do professor permite a criação de ambientes de aprendizagem nos quais os alunos possam realizar pesquisas, simulações, experimentos, conjecturas, testar hipóteses, estabelecer relações, representar informações, comunicar e argumentar.

Nesse sentido, podemos inferir que a integração das tecnologias no ensino vai além do simples conhecimento das funcionalidades das tecnologias. É necessário que os professores sejam capazes de "[...] desenvolver um conjunto especializado de conhecimentos para lidar com as complexas situações de ensino e aprendizagem que surgem durante a incorporação da tecnologia em suas práticas pedagógicas reais" (Angeli; Valanides; Christodoulou, 2016, p. 11).

Diante desse desafio, os Parâmetros Curriculares Nacionais (1997) desempenham um papel crucial ao orientar os profissionais da educação, por meio da padronização de aspectos essenciais relacionados a cada disciplina, visando assegurar uma educação que promova o pleno exercício da cidadania. Nesse documento, destaca-se a valorização da oferta de uma educação de excelência, por meio da utilização de abordagens diversificadas de ensino e aprendizagem.

Nessa perspectiva, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) enfatiza as competências quatro e cinco, conforme apresentado a seguir:

> 4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo; 5. 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, 2018, p. 9).

Ambos os documentos destacam a promoção do uso de diversas abordagens de ensino e aprendizagem. É claro que há a necessidade de discutir a utilização de diferentes linguagens, incluindo a digital, e compreender a importância de utilizar as tecnologias digitais de maneira crítica para a produção de conhecimento e o exercício do protagonismo.

Moran (2007) destaca que o domínio pedagógico das tecnologias na escola é um processo complexo e que demanda tempo. É urgente promover mudanças no currículo escolar e nas práticas educacionais existentes, uma vez que enfrentar os desafios inerentes a qualquer processo de transformação se torna indispensável.

Nesse cenário, não se pode atribuir exclusivamente às tecnologias digitais a responsabilidade pela melhoria da educação. O avanço educacional tão almejado requer a harmonização de diversos aspectos e a participação de diversos agentes, incluindo o professor, o gestor e o aluno. Para Moran (2018), o papel do professor e do gestor são de extrema importância, pois eles têm a responsabilidade de apoiar e convencer os alunos de que são capazes de progredir em todas as áreas, desenvolver sua autonomia e potencial, e transformar suas vidas por meio do aprendizado, esforço e perseverança.

O uso das tecnologias digitais no ensino permite que os alunos se envolvam e convivam com esses recursos, mas também oferece oportunidades de aprendizagem. Essa abordagem pedagógica permite que os alunos façam parte ativa do mundo contemporâneo e tecnológico, contribuindo para a transformação educacional e social, ao mesmo tempo em que aprimoram suas habilidades e conhecimentos prévios por meio de métodos inovadores e interativos. De acordo com Moran (2013):

> Com as tecnologias atuais, a escola tem a capacidade de se transformar em um ambiente composto por diversos espaços enriquecedores, nos quais os alunos são motivados a aprender ativamente, pesquisar constantemente, agir de forma proativa e tomar iniciativas, além de desenvolver habilidades de interação, tanto presencialmente quanto digitalmente (Moran, 2013, p. 30).

Dentro das perspectivas descritas por Moran (2013), é fundamental que a prática pedagógica com tecnologias seja orientada, visando contribuir para o desenvolvimento humano

e social dos alunos. O foco principal da ação dos participantes envolvidos no processo educacional deve ser trabalhar nessa direção.

3.1.1 A evolução das tecnologias em Educação Matemática

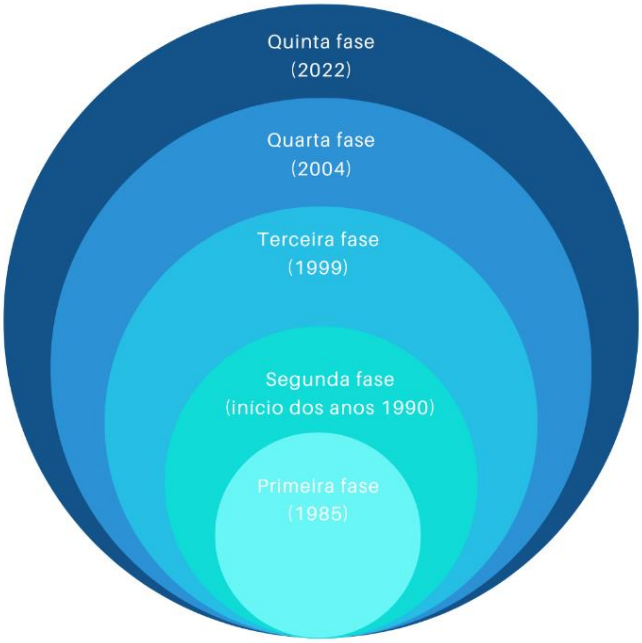
O constante avanço das tecnologias, especialmente das tecnologias digitais, nos leva a ponderar sobre o seu papel e, mais importante ainda, a considerar como essas tecnologias podem ser integradas à sala de aula. Além de refletir sobre essa questão, é crucial estabelecer estratégias efetivas para a utilização das tecnologias digitais, de forma a contribuir de maneira relevante no processo de ensino e aprendizagem, em particular no contexto da disciplina de Matemática.

Desde a pré-história, observamos a presença de uma interação entre o ser humano e a tecnologia sendo "[...] o conjunto de conhecimentos e princípios científicos que são aplicados no planejamento, construção e utilização de equipamentos em atividades específicas." (Kenski, 2003, p. 18). Essa interação impulsionou o desenvolvimento de materiais para caça, manipulação do fogo e outros meios para garantir a sobrevivência da espécie. Essas progressões ocorreram em momentos históricos, como a Revolução Industrial e a Segunda Guerra Mundial, com aplicações militares. Esses períodos demandavam o processamento de informações, cálculos matemáticos e a decifração de códigos, o que levou ao surgimento do primeiro computador.

A partir das contribuições de Souto (2014), podemos compreender que o avanço no uso das tecnologias digitais resulta em mudanças na forma de pensar e agir de cada indivíduo, promovendo um processo de produção de conhecimento, colaboração e interação. Dessa forma, é possível considerar que o contínuo desenvolvimento tecnológico, presente em nossas relações e ações, torna-se um objeto multifacetado e de interesse para diversos pesquisadores.

Nesse sentido, Borba, Silva e Gadanidis (2020) realizaram uma retrospectiva histórica das Tecnologias Digitais na Educação Matemática no Brasil, organizando-a em quatro fases que abrangem o período desde o surgimento, por volta de 1985, até os dias atuais. Em um estudo recente, Borba, Souto e Canedo Junior (2022) apresentaram a caracterização da quinta fase das tecnologias digitais no campo da Educação Matemática. Essa organização pode ser visualizada na Figura 4.

Figura 4: Fases do desenvolvimento tecnológico digitais em Educação Matemática.



Fonte: Adaptado de Borba, Silva e Gadanidis (2020).

Conforme ilustrado na Figura 4, as informações foram adaptadas, uma vez que, até 2014, no livro "Fases das Tecnologias Digitais em Educação Matemática", as discussões estavam centradas nas quatro fases. No ano de 2022, foi lançado o livro "Vídeos na Educação Matemática", que, dando continuidade às discussões do livro anterior, introduz a quinta fase.

A primeira fase teve início a partir dos anos 1985, durante a qual a terminologia utilizada era "Tecnologias da Informação" (TI). Nesse período, destacou-se o uso do software LOGO. A fase é notadamente caracterizada pelo surgimento dos laboratórios de informática nas escolas e pela incorporação da formação tecnológica de professores.

Caracterizada por uma extensa disseminação dos computadores pessoais, a segunda fase teve início na primeira metade dos anos 1990. Nesse contexto, foram utilizados vários softwares destinados à exploração de conteúdos matemáticos, como o Winplot, o Fun e o Graphmathica. Além disso, surgiram também programas focados na geometria dinâmica (GD), como o Cabri Géomètre e o Geometricks.

A partir de 1999, teve início a terceira fase, que é caracterizada pela introdução da internet. Essa tecnologia passou a ser empregada na área educacional como uma ferramenta de comunicação e fonte de informação entre professores e alunos. Durante esse período, surgiram

várias oportunidades no contexto da Educação a Distância. Recursos como e-mails, fóruns de discussão e chats começaram a ser amplamente utilizados e explorados.

Já a quarta fase emergiu em 2004, impulsionada pelo avanço e velocidade da internet. Nesse período, o conceito de "Tecnologias Digitais" tornou-se mais frequente, ocasionando uma mudança na geração de conhecimento matemático. Isso se refletiu no uso e produção de vídeos e outras multimodalidades nas atividades de ensino, bem como na aplicação de técnicas de Performance Matemática Digital, entre outras abordagens.

De acordo com Borba, Silva e Gadanidis (2020), é importante destacar que as fases do desenvolvimento ocorreram de forma sobreposta e integrada. Eles ressaltam que o surgimento de cada fase não exclui ou substitui a anterior. Dessa forma, cada uma das fases incorpora as características das fases anteriores.

Segundo Borba, Souto e Canedo Junior (2022), nas quatro primeiras fases, cada uma delas era representada por um artefato tecnológico específico. No entanto, a quinta fase foi notavelmente afetada pelas transformações ocasionadas pelo vírus SARS-CoV-2 que causou a pandemia da Covid-19. A concepção de que as coisas possuem capacidade de agência, ou seja, poder de ação, permitiu a caracterização de quinta fase das tecnologias digitais.

> A quinta fase, cronologicamente associada à pandemia, tem como elementos principais a intensificação do uso das tecnologias digitais, o poder de ação (agency, em inglês) de atores não humanos e a hibridização da Educação Matemática a partir do poder de ação desse vírus (Borba; Souto; Canedo Junior, 2022, p. 15).

O surgimento do SARS-CoV-2, um agente não humano, impulsionou uma rápida transição para o ensino on-line por parte de professores e estudantes (Borba, 2021). A pandemia de Covid-19, causada por esse vírus, resultou em uma intensificação do uso de tecnologias digitais de uma maneira que nenhum programa ou iniciativa governamental havia alcançado anteriormente (Borba; Souto; Canedo Junior, 2022). Como resposta à necessidade urgente de migração para o ambiente online, as tecnologias de videoconferência (quarta fase) foram aprimoradas e disponibilizadas aos professores e estudantes durante a quinta fase (Miller; Sellnow; Strawser, 2021).

Engelbert, Linhares e Borba (2020) destacam que as tecnologias passaram por transformações bem como os alunos, os professores e o ser humano como um todo. Os estudantes

da atualidade cresceram em um mundo digital, imersos em computadores, internet e redes sociais on-line. Eles aprendem por meio da interação com outras pessoas online, utilizando meios de comunicação que moldam sua concepção de conhecimento e seu uso. Os alunos de hoje estão constantemente conectados aos seus amigos, utilizando redes sociais para compartilhar e criar novos conhecimentos, além de colaborarem de forma síncrona e assíncrona para tomar decisões e desenvolver novas propostas.

Considerando-as inseridas na quinta fase, enfatizamos a relevância da Inteligência Artificial e da Robótica Educacional neste cenário de avanços tecnológicos. Diante desse horizonte de oportunidades, no qual é imprescindível promover uma aprendizagem dinâmica, personalizada e em sintonia com as exigências da sociedade contemporânea, a minha motivação pelo conhecimento e prática das tecnologias digitais em sala de aula me levou a escolher a Robótica Educacional como objeto dessa pesquisa.

A esse respeito, no contexto educacional que estamos desenvolvendo no Estado do Mato Grosso em relação às políticas públicas, queremos abordar sobre o Programa Educação - 10 Anos, que foi aprovado no Estado de Mato Grosso no dia 10 de outubro de 2022, conforme estabelecido pelo decreto nº 1.497 (Mato Grosso, 2022). Esse programa tem como finalidade harmonizar questões estratégicas com projetos e iniciativas implementadas para aprimorar a qualidade, equidade e indicadores educacionais de Mato Grosso até o ano de 2032.

No artigo 3º do Decreto Nº 1.497, estão estabelecidos os norteadores estratégicos, que são descritos em seis pilares fundamentais, com o objetivo de alcançar as metas estabelecidas. Esses pilares são: I - Impacto Educacional; II - Equidade e Diversidade; III - Tecnologia e Educação; IV - Valorização profissional; V - Gestão para Resultados, e; VI – Infraestrutura (Mato Grosso, 2022). Destacamos a Tecnologia e Educação, que corresponde ao item terceiro pilar estratégico adotado para o monitoramento do Plano de Educação de 10 anos. Essa abordagem tem como Políticas Públicas relacionadas: Política Pública de Projetos Pedagógicos Complementares e Política Pública de Tecnologia no Ambiente Escolar.

Em Mato Grosso, as tecnologias são empregadas com o propósito de ampliar o acesso e a excelência da educação, e nesse contexto, a Robótica Educacional está incluída. Esses recursos constituem mais um suporte no desenvolvimento do ensino centrado no aluno, colaborando para uma instrução cada vez mais personalizada e fornecendo dados para aperfeiçoar a atuação do educador.

3.2 Robótica no contexto educacional

A contemporaneidade é caracterizada por uma dinamicidade e ritmo acelerado, nos quais as relações sociais, familiares e de trabalho estão em constante transformação. Esses momentos representam novos espaços educativos que, quando adequadamente compreendidos, podem ser propícios para o desenvolvimento de metodologias ativas. Essas metodologias colocam o aluno no centro do processo de aprendizagem, incentivando sua participação ativa e engajamento. Ao promover habilidades como cooperação e pensamento crítico, as metodologias ativas transformam a dinâmica da sala de aula, tornando o aprendizado eficaz.

A robótica educacional é definida como a (re)utilização de conceitos da robótica industrial em um ambiente de aprendizagem, com o propósito de promover a interdisciplinaridade entre os conceitos das disciplinas envolvidas (Santos *et al.*, 2013). Pode ser caracterizada como campo tecnológico que engloba computadores, robôs e aplicativos computacionais, envolvendo sistemas mecânicos automáticos controlados por circuitos integrados ou aplicativos, controlados, seja manual ou automaticamente, por meio de circuitos elétricos (Oliveira, 2017).

Para Silva (2009), a robótica educacional, desde o seu surgimento, apresenta-se como um ambiente de aprendizagem no qual os alunos têm a oportunidade de montar e programar seus próprios sistemas robóticos, controlando-os por meio de um computador equipado com softwares especializados. Por meio da robótica, o aprendiz assume o papel de construtor de conhecimentos, utilizando observações e práticas como elementos fundamentais nesse processo, Silva (2009) cita que:

> O casamento entre a robótica e educação tem todos os ingredientes para dar certo. Primeiro, o robô, como elemento tecnológico, possui uma série de conceitos científicos cujos princípios básicos são abordados pela escola. Segundo, pelo fato de que os robôs mexem com o imaginário infantil, criando novas formas de interação, e exigindo uma nova maneira de lidar com símbolos. O ambiente de aprendizagem em que o professor ensina ao aluno a montagem, automação e controle de dispositivos mecânicos que podem ser controlados pelo computador é denominado de Robótica Pedagógica ou Robótica Educacional (p .31).

Desse modo, a união entre robótica e educação apresenta uma combinação promissora. Os robôs trazem consigo conceitos científicos relevantes para a escola, além de despertarem a imaginação das crianças e exigirem uma abordagem simbólica diferenciada. A Robótica

Pedagógica ou Educacional é um ambiente de aprendizagem em que os alunos são ensinados a montar, automatizar e controlar dispositivos mecânicos por meio do computador.

De acordo com Moraes (2022), a robótica desempenha um papel fundamental no processo de aprendizagem e compreensão dos conteúdos curriculares, e também auxilia na promoção de habilidades de resolução de problemas e trabalho em equipe, estimulando o pensamento crítico e o desenvolvimento reflexivo do aprendizado. Além disso, a robótica tem a capacidade de ser utilizada como uma tecnologia que proporciona oportunidades para os alunos se envolverem ativamente e desenvolverem habilidades de Pensamento Computacional.

Segundo Brackmann (2017), o Pensamento Computacional é uma habilidade criativa, crítica e estratégica que capacita as pessoas a aplicarem os princípios da computação em diferentes campos do saber. Esta competência tem como objetivo reconhecer e solucionar problemas de forma individual ou em colaboração, seguindo procedimentos claros que possam ser eficientemente realizados por seres humanos ou por máquinas. O desenvolvimento do Pensamento Computacional não tem a intenção de induzir as pessoas a pensarem como computadores. Pelo contrário, propõe o emprego de nossa inteligência utilizando os fundamentos e recursos da computação para analisar e solucionar problemas.

A Robótica Educacional, ao ser incorporada na Educação, envolve um processo de motivação, colaboração, construção e reconstrução, utilizando conceitos interdisciplinares para a criação de modelos que ampliam a experiência dos alunos. Com o uso de robôs, novas formas de interação com o mundo são possíveis, uma vez que a aprendizagem é baseada na experiência social, na relação pela ação e na linguagem (Galvão, 2018).

Na educação a utilização da robótica engloba um ambiente que vai além do acesso à internet e outros recursos tecnológicos, segundo Santos (2014), esse ambiente proporciona aos estudantes a oportunidade de explorar novas ideias, descobrir novos caminhos e desenvolver a habilidade de formular hipóteses, investigar soluções, estabelecer relações e tirar conclusões por meio da construção e teste de protótipos, a fim de alcançar um entendimento completo.

Nesse contexto, de acordo com Santos (2016), uma das abordagens metodológicas viáveis consiste em adotar a perspectiva interdisciplinar no ensino da Matemática, visando aprimorar a compreensão dos conteúdos estudados. Assim sendo, ao explorar os conteúdos de forma interdisciplinar, o aluno é instigado a adotar uma perspectiva diferenciada ao enfrentar problemas que envolvem a interação entre conhecimento matemático e situações do cotidiano.

3.2.1 Breve histórico da robótica educacional

A inclusão da Robótica na Educação teve suas primeiras discussões nas pesquisas do renomado matemático sul-africano Seymour Papert e de outros cientistas do Laboratório de Mídia do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) na década de 1960 (Costa, 2012). Ao longo da década de 1970, houve um aumento relevante no interesse pelo trabalho de Robótica na Educação, resultando em novos estudos nessa área, que passou a ser denominada como Robótica Educacional, Robótica Pedagógica (Salamanca; Lombana; Holguín, 2010) ou simplesmente Robótica na Educação.

Em sua obra "LOGO: Computadores e Educação" (Papert, 1985), esse autor relata uma transformação em sua vida quando, em 1964, ele deixou a Suíça e se mudou para os Estados Unidos. Anteriormente, seu trabalho estava centrado na compreensão da natureza do pensamento infantil e no desenvolvimento do pensamento crítico.

No entanto, ao ingressar no MIT, Papert foi imerso em um mundo de cibernética e computação, redirecionando seu foco principal para a Inteligência Artificial, indagando: como criar máquinas que possam pensar? Embora esses fossem dois universos distintos, Papert passou a refletir sobre a maneira como as crianças pensam e, ao mesmo tempo, sobre a possibilidade de os computadores também serem capazes de pensar.

Papert (1985) deu início a concepção e planejamento de uma linguagem de programação direcionada para crianças, com a intenção de que ela tivesse um caráter profissional, porém acessível para iniciantes que enfrentassem dificuldades em Matemática. Segundo o relato de Papert, Wallace Feurzeig, chefe do Grupo de Tecnologia Educacional na empresa de pesquisa Bolt Beranek e Newman, reconheceu a importância dessa ideia e obteve financiamento para a implementação e experimentação da linguagem LOGO.

Marvin Minsky convidou Papert a integrar a equipe de inteligência artificial do MIT, o que proporcionou a oportunidade para Papert e outros cientistas criarem a primeira versão da linguagem de programação LOGO em 1967. O objetivo do grupo era explorar como a LOGO poderia ser utilizada de forma a contribuir substancialmente para o ensino e a aprendizagem, visando maximizar o potencial do computador nesse contexto. Mesmo acreditando no potencial educacional da LOGO, o grupo enfrentou desafios devido às limitações técnicas das indústrias

de computadores da época. Essas limitações dificultavam o desenvolvimento de máquinas em larga escala, com tamanho reduzido e adaptadas às propostas da LOGO (Campos, 2013).

De acordo com Gesser (2022), a linguagem LOGO emprega o uso de uma tartaruga virtual equipada com uma caneta acoplada ao seu casco, tornando-se uma ferramenta multifuncional. Essa ferramenta viabiliza a criação de figuras geométricas, jogos e animações pelas crianças. Para controlar os movimentos da tartaruga e executar um desenho, é imprescindível utilizar comandos específicos da linguagem LOGO, tais como “avançar”, "retroceder", "virar à direita" ou "virar à esquerda", conforme mostra a Figura 5 abaixo.

Figura 5 - Robô da tartaruga LOGO.



Fonte: Papert (1980)

O protótipo em questão consistia em um robô de aproximadamente 40 cm de altura, cujas ações reproduziam fielmente os movimentos da tartaruga conforme programados na linguagem LOGO. Além disso, o robô estabelecia conexão com o computador por meio de cabos (Prado e Morceli, 2019).

Na década de 1960, mais precisamente no final da mesma, Seymour Papert realizou experimentos em sala de aula para testar a programação LOGO, conforme experiência relatamos na sequência:

> A história da Tartaruga no projeto LOGO é a seguinte: em 1968-1969, a primeira classe de doze alunos "médios" da série da Muzzi Junior High School, em Lexington, Massachusetts, trabalhou com LOGO durante todo o ano escolar, ao invés de passar pelo currículo convencional de matemática. Naquele momento, o sistema LOGO não tinha ainda a parte gráfica. Os alunos escreveram programas que transformaram inglês em "Pig Latin", programas para jogos de estratégia, e outros ainda que criavam poesia concreta. Esta foi a primeira comprovação de que LOGO era uma linguagem de programação facilmente aprendida por principiantes. No entanto, eu queria ver essa comprovação estendida também a crianças de 5ª e 3ª séries e finalmente às crianças da pré-escola (Papert, 1985, p. 26).

Nesse relato, Papert expressava sua preocupação em desenvolver uma abordagem de Robótica que fosse adequada, sobretudo, para as crianças. Segundo a perspectiva de Papert (1985), as crianças possuem uma capacidade natural de aprender línguas e se expressar verbalmente. Logo, por que não deveriam também aprender a se comunicar e interagir com os computadores de forma similar?

Papert teve sucesso ao estabelecer uma integração entre o MIT Media Lab, fundado por Nicholas Negroponte em 1980, e a LEGO Company, que se tornou patrocinadora a partir de 1985. Essa colaboração resultou na criação do primeiro produto comercial LEGO, chamado LEGO GOdt3, com base em princípios educacionais. Em consequência dessa parceria, foi lançado em 1986 o LEGO TC LOGO, que se tornou precursor do kit de Robótica LEGO Mindstorms destinado a crianças e jovens (Araújo; Mafra, 2015).

De acordo com Zignago (2020), a robótica educacional encontra fundamentos sólidos na teoria construcionista de Seymour Papert, a qual defende que os alunos constroem e reconstroem ativamente o conhecimento com base em suas experiências no mundo. Além disso, suas bases estão alinhadas com o construtivismo piagetiano.

Papert, com sua ampla experiência e influência do trabalho com Piaget, expôs de maneira precisa em suas obras a importância do tempo nessa interação. As considerações provenientes da Epistemologia Genética, que enfatizam a lógica resultante da interação entre sujeito e objeto, levam Papert a desenvolver uma abordagem de pensamento semelhante à de Piaget. Ele enfatizou a compreensão de que a aprendizagem devia ser concebida a partir de algo e defendia que o que um indivíduo pode aprender e como ele aprende estão intrinsecamente ligados ao ambiente, aos modelos e aos materiais disponíveis (Papert, 1985).

Nessa perspectiva, Papert (2008) demonstrava uma preocupação em reconstruir, com base na teoria construtivista, uma abordagem teórica distinta da de Piaget, com um enfoque direcionado ao contexto educacional. Além de dar ênfase aos processos cognitivos, Papert também reconhecia a importância do aspecto afetivo na atribuição de significado ao conhecimento. Vale ressaltar que sua abordagem teórica foi inovadora para a época, uma vez que considerou o potencial do computador para abrir novas possibilidades no ensino, mesmo antes de o uso social dos computadores ser tão difundido como é hoje.

De acordo com Papert (1980), os estudantes desempenham o papel de construtores de suas próprias estruturas intelectuais e requerem materiais apropriados para esse processo construtivo. Assim, é possível que ao empregarmos o computador na educação, torna-se essencial dispor de materiais que permitam aos estudantes construir suas próprias estruturas intelectuais.

É nesse contexto que surge a robótica, oferecendo aos estudantes a oportunidade de utilizar peças mecânicas e eletrônicas, um controlador/processador e um computador. Uma vez que o conhecimento tenha sido estruturado, os mecanismos utilizados não precisam ser "destruídos", mas sim atualizados e revisados, permitindo a modificação e aprimoramento contínuo do conhecimento adquirido.

3.2.2 Exploração da aplicação da Robótica Educacional no Ensino Médio

Os estudantes da segunda década do século XXI possuem uma notável proficiência no contexto tecnológico contemporâneo. Desde tenra idade, as crianças demonstram habilidades impressionantes no manuseio de smartphones, tablets e computadores, seja para acessar vídeos no YouTube ou para jogar. Essa familiaridade precoce com as tecnologias é notável, mesmo antes de adquirirem a capacidade de falar.

Segundo Werthein (2000), torna-se fundamental identificar o papel que essas novas tecnologias podem desempenhar no processo de desenvolvimento educacional. Uma vez estabelecido esse entendimento, é crucial encontrar formas de utilizá-las de maneira a promover uma aceleração efetiva em direção à educação inclusiva, ao longo da vida, com qualidade e respeito à diversidade.

Nesse contexto de transformação educacional, a BNCC assume um papel central ao abordar a progressão das aprendizagens essenciais do Ensino Fundamental para o Ensino Médio, abordando desde a produção de conteúdos em diversas mídias até a simulação e prototipagem, explorando os inúmeros benefícios envolvidos. De acordo com o documento, as competências e habilidades mobilizadas devem possibilitar aos estudantes:

> - apropriar-se das linguagens da cultura digital, dos novos letramentos e dos multiletramentos para explorar e produzir conteúdos em diversas mídias, ampliando as possibilidades de acesso à ciência, à tecnologia, à cultura e ao trabalho;
> - usar diversas ferramentas de software e aplicativos para compreender e produzir conteúdos em diversas mídias, simular fenômenos e processos das diferentes áreas do conhecimento, e elaborar e explorar diversos registros de representação matemática; e
> - utilizar, propor e/ou implementar soluções (processos e produtos) envolvendo diferentes tecnologias para identificar, analisar, modelar e solucionar problemas complexos em diversas áreas da vida cotidiana, explorando de forma efetiva o raciocínio lógico, o pensamento computacional, o espírito de investigação e a criatividade (Brasil, 2018, p. 475).

Com a implementação da BNCC, ocorreram recentes alterações no currículo nacional, trazendo uma diversificação ao currículo do Ensino Médio. Essas mudanças promoveram uma reorientação tanto em relação ao currículo em si quanto às propostas pedagógicas, de forma inseparável.

O currículo é composto por uma formação geral básica e itinerários formativos. Os itinerários formativos são utilizados como uma forma de flexibilização do currículo do Ensino Médio, permitindo a mobilização de conhecimentos e habilidades de diferentes áreas. Dentre esses itinerários, destacam-se os itinerários integrados, que buscam a integração de conhecimentos e habilidades de diferentes disciplinas.

> […] II – Matemática e suas tecnologias: aprofundamento de conhecimentos estruturantes para a aplicação de diferentes conceitos matemáticos em contextos sociais e de trabalho, estruturando arranjos curriculares que permitam estudos em resolução de problemas e analise complexas, funcionais e não-lineares, análise de dados estatísticos e probabilidade, geometria e topologia, robótica, automação, inteligência artificial, programação jogos digitais, sistemas dinâmicos, dentre outros, considerando o contexto local e as possibilidades de oferta pelos sistemas de ensino (Brasil, 2018a, p. 477).

De acordo com a base curricular, é necessário buscar a atualização do currículo educacional para atender às demandas da sociedade moderna. Essa busca pela atualização e modernização dos currículos implica o uso de tecnologias e materiais contemporâneos. No

contexto dos itinerários formativos, ao abordarmos o uso da robótica, é possível desenvolver diversas competências, como automação, resolução de problemas, pensamento computacional, robótica e programação.

No âmbito da Matemática e suas Tecnologias, é fundamental desenvolver uma visão que se aplique à realidade dos jovens, levando em consideração suas vivências, imersão no contexto digital, demandas do mercado de trabalho e seus projetos de vida. A BNCC destaca a importância das tecnologias digitais tanto para a investigação matemática quanto para o desenvolvimento do pensamento computacional. Esse último engloba a formulação de explicações, argumentos, processos de validação e demonstração de proposições.

Paralelamente, o desenvolvimento de habilidades colaborativas é uma área de interesse crescente na educação contemporânea. Estudos destacam que estratégias colaborativas na sala de aula propiciam a interação entre alunos, fomentando o diálogo e o protagonismo dos estudantes (Pimenta; Teles, 2015). Essas práticas, ao estimularem o trabalho conjunto em prol de objetivos comuns, contribuem para o desenvolvimento das habilidades interpessoais, incluindo comunicação, liderança e negociação. Além disso, a colaboração promove a não-hierarquização nas relações entre os membros do grupo, estimulando a confiança mútua e a corresponsabilidade nas ações realizadas (Damiani, 2008).

A incorporação da robótica educacional no ambiente escolar também tem sido reconhecida como um recurso eficaz para promover a colaboração entre os alunos. Segundo Vygotsky (1998), o desenvolvimento de atividades interpessoais possibilita mudanças cognitivas por meio da interação, resultando em novas concepções e avanços no pensamento. Ao trabalharem em projetos de robótica, os estudantes são desafiados a negociar soluções para problemas complexos, o que impulsiona a colaboração e a troca de ideias. Essa interação baseada na construção conjunta de conhecimento é essencial para o desenvolvimento de habilidades sociais e cognitivas necessárias para enfrentar os desafios contemporâneos.

3.3 Sobre a Teoria da Atividade

A Teoria da Atividade tem suas bases nos princípios da escola histórico-cultural da psicologia soviética. Essa abordagem tem em Vygotsky um de seus principais representantes e também encontra suas raízes filosóficas nos trabalhos de Karl Marx e Friedrich Engels (Souto,

2014). Conforme mencionado por Souto (2014), a Teoria da Atividade (TA), elaborada nas primeiras décadas do século XX com base nas contribuições de Vygotsky e de seus colaboradores, como Leontiev e Luria, concebe a atividade humana como a unidade fundamental do desenvolvimento humano.

Para Souto (2014), a TA enfoca as transformações resultantes das interações entre indivíduos e o ambiente durante a realização de atividades mediadas por artefatos. A autora destaca a existência de dois conceitos essenciais para compreender a concepção de atividade humana subjacente a essa teoria. Nas palavras da autora:

> O primeiro coloca em destaque a natureza da existência da atividade humana, a qual pressupõe um elemento principal: o objeto. Atividade sem objeto é desprovida de significado (Leontiev, 1978). O segundo indica que, a partir do conceito de mediação, os artefatos deixam de constituir somente produtos de ação dos seres humanos sobre o ambiente e passam a ser entendidos como mediadores culturais por meio dos quais os indivíduos agem na estrutura social, material e psicológica (Souto, 2014, p. 11).

Em outras palavras, de acordo com a autora, o objeto tem a capacidade de conferir significado às ações humanas, enquanto os artefatos mediadores auxiliam na interação entre o indivíduo e o ambiente. Esses conceitos são considerados fundamentais na TA.

A TA, conforme Engeström (1999), tem contribuído para a ampliação do conhecimento multidisciplinar relacionado a práticas culturais e cognitivas. Seu escopo abrangente e sua abordagem inovadora têm permitido o estabelecimento de padrões conceituais que abordam muitas das complexas questões teóricas e metodológicas que atualmente desafiam diversas áreas do conhecimento. A fim de aprofundar esse entendimento, optamos por estruturar as seções subsequentes deste trabalho para descrever as valiosas contribuições que deram origem e permitiram o desenvolvimento da Teoria da Atividade.

3.3.1 Contribuições de Lev Semenovich Vygotsky

A teoria científica que analisa a mente humana está intrinsecamente relacionada ao conceito fundamental de mediação, o qual é um dos pilares centrais dentro do pensamento de Vygotsky. Para Medeiros (2021), a mediação se manifesta por meio de instrumentos mediadores durante a atividade humana, e essa concepção teórica deriva dos princípios marxistas, nos quais o modo de produção da vida material exerce influência sobre a vida social, cultural e histórica

do indivíduo. A compreensão das características inerentes ao ser humano deve ser procurada no advento do trabalho, um processo que modifica a natureza por meio da atividade.

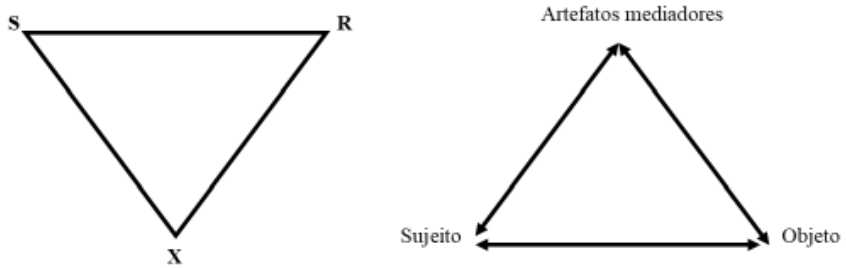
Conforme Souto (2013), Vygotsky revelava insatisfação diante da maneira como as duas correntes psicológicas predominantes naquela época - a behaviorista e a da psicanálise - percebiam o desenvolvimento psicológico humano, uma vez que ambas não forneciam o embasamento essencial para a formulação de uma teoria coesa a respeito dos processos psicológicos intrinsecamente humanos.

Legendre (2010) destaca que, de acordo com a perspectiva de Vygotsky, a explicação das funções psíquicas superiores não pode ser reduzida a processos elementares. Além disso, tanto o pensamento quanto a consciência não são simplesmente traços internos, mas emergem a partir de práticas externas e objetivas, desenvolvendo-se em contextos sociais específicos. Esses aspectos são intrinsecamente ligados à atividade humana.

Segundo Kozulin (2002), a concepção de mediação e interação entre sujeito, objeto e instrumentos ou artefatos mediadores (recursos e signos) foi estabelecida por Vygotsky. Nessa perspectiva, a relação entre sujeito e objeto deixa de ser direta, passando a ser intermediada pelos elementos mediadores. Dessa maneira, a atividade assume um papel de vínculo que medeia as interconexões.

Por meio do modelo triangular, essa abordagem foi configurada, estabelecendo uma relação direta entre estímulo, resposta mediada por instrumentos e signos, conforme ilustrado na Figura 6. Essa triangulação da mediação cultural das ações é frequentemente interpretada como a orientação conjunta do sujeito, do objeto e dos instrumentos/artefatos mediadores (Engeström, 2001a, p. 134).

Figura 6 – Modelo de Vygotsky da ação mediacional e a Mediação na Teoria da Atividade.



Fonte: Adaptado de Engeström (2001, p. 134).

Vygotsky delineou como unidade de investigação a atuação do indivíduo por meio da influência da linguagem, a qual se desenvolve no contexto cultural e histórico da sociedade. Para ele, esse conceito deve ser elaborado por meio da tríade: estímulo – resposta – elemento integral, que se alinha com a tríade: sujeito – protagonista na atividade; o objeto – a força motivadora; e os artefatos – mediadores da relação entre sujeito e objeto.

Consequentemente, a atividade se configura como uma prática instrumental que incorpora tanto instrumentos/artefatos quanto signos. O signo desempenha a função de procedimentos mentais (atividade psicológica) e o instrumento/objeto (ferramenta física) auxilia no processo do trabalho físico.

Em síntese, a importância das contribuições de Vygotsky é enfatizada por Souto e Araújo (2013) no que tange à maneira como seu trabalho estabelece uma conexão dialética entre a atividade psíquica interna do indivíduo e sua atividade externa. Esse aspecto representou um avanço substancial na compreensão de como o indivíduo promove transformações na realidade e em si mesmo por intermédio da produção e incorporação de artefatos culturais.

3.3.2 Contribuições de Alexei Nikolaevich Leontiev

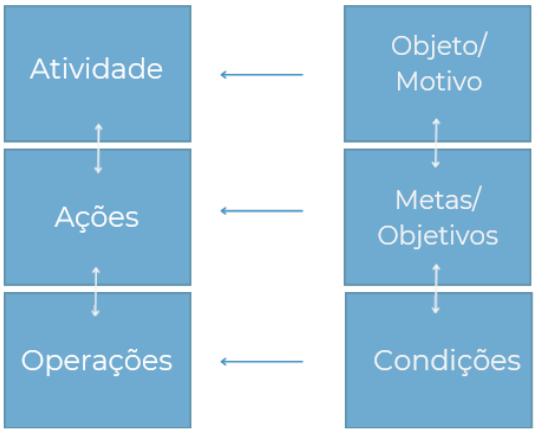
A teoria da atividade proposta por Leontiev implica na formulação dos conceitos relacionados ao objeto, aos propósitos e à centralidade do objeto para a análise das motivações. Dessa maneira, conforme Daniels quando as necessidades individuais se encontram com as metas a serem atingidas, as potencialidades se materializam em ações individuais, conduzindo a um comprometimento direto do indivíduo com o objeto (Daniels, 2016).

Ainda de acordo com Daniels (2016), de maneira similar, as potencialidades motivadoras de um objeto podem gerar um senso de necessidade em nível coletivo, instigando assim o envolvimento individual. No contexto coletivo, as atividades adotam diretrizes estabelecidas pela comunidade e podem se manifestar de maneira explícita nas práticas e procedimentos. As regras devem ser compartilhadas e, consequentemente, surgirá a divisão de tarefas durante a condução da atividade.

Para uma apreensão da estrutura da atividade, Leontiev (1978) sugere a análise de seus componentes: ações e operações. Enquanto o objeto (ou motivo) caracteriza a atividade, os objetivos (ou metas) definem as ações e as condições instrumentais (ou condições operacionais)

delimitam as operações. O esquema da estrutura, conforme delineado pelo autor, é representado na Figura 7.

Figura 7 – Estrutura da atividade de acordo com Leontiev.



Fonte: Leontiev (1978).

A base do modelo de Leontiev (1978) reside na diferenciação entre atividade, ação e operação. Definir a atividade requer esclarecimento do motivo e objeto. A partir dessa distinção, é possível estabelecer as ações e operações correspondentes.

Conforme exposto por Souto (2013), a perspectiva de Leontiev sobre o pensamento é de que a atividade humana é consciente e intencional, sendo a mediação cultural a sua principal característica. Isso culmina em um processo de transformações mútuas entre sujeito e objeto. Os exemplos e argumentos apresentados por Leontiev destacam a urgência de expandir a unidade de análise de Vygotsky, que se concentra no indivíduo, para um contexto coletivo.

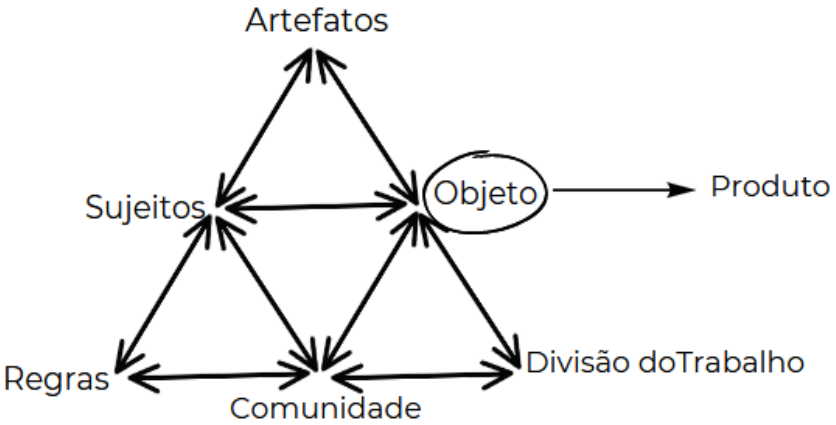
Ao reconhecer que a atividade é formada por ações e operações, Leontiev (1978) indica a importância de examiná-la a partir de uma perspectiva coletiva. Na próxima seção, examinamos como, fundamentado nos princípios debatidos por Leontiev e em suas próprias concepções, Engeström (1987) ampliou o modelo mediador de Vygotsky, desenvolvendo um diagrama que ilustra a atividade por meio de uma visão sistêmica.

3.3.3 Contribuições de Yrjö Engeström

A terceira geração da Teoria da Atividade foi introduzida por Engeström (1987), que, baseando-se nas concepções de Vygotsky e Leontiev, formulou o conceito de Sistema de Atividade. Esse Sistema de Atividade constitui-se uma representação da atividade coletiva humana (Torisu, 2016). Engeström (1987) conferiu grande importância ao papel da comunidade no processo de desenvolvimento, expandindo a abordagem do Sistema de Atividade singular para uma análise que abrange coletivos e redes de sistemas de atividades interativas ou em interação. Isso significa que o sujeito da aprendizagem não é mais considerado um indivíduo isolado, mas sim um participante integral de coletivos e redes, graças à prática conjunta ou atividade compartilhada (Engeström; Sannino, 2010).

Dentro desse paradigma, são apresentados diversos componentes do sistema da atividade e suas relações de conexão e interdependência (Figura 8). Além dos aspectos cognitivos destacados pela abordagem vygotskyana, Engeström (1987) incorporou elementos sociais relevantes para a realização da atividade, como as regras, a comunidade e a divisão do trabalho.

Figura 8 - Estrutura de um Sistema de Atividade.



Fonte: Elaborado pela autora. (Baseado em Engeström (2001)).

Inicialmente, é fundamental esclarecer os elementos que integram a representação triangular, conforme ilustrado na Figura 8. Nessa perspectiva de acordo com Engeström (2001):

> O **sujeito** refere-se a um indivíduo ou um grupo de pessoas que expressam agência dentro do sistema de atividade; os **artefatos** representam os instrumentos e símbolos utilizados; o **objeto** é o material ou a questão central para a qual a atividade é voltada; a **comunidade** é constituída pelos sujeitos que compartilham o mesmo objeto; as **regras** são as diretrizes que regulam as ações dentro do sistema de atividade; e a **divisão do trabalho** diz respeito à maneira pela qual o trabalho é distribuído entre os participantes (Engeström, tradução nossa, 2001).

De acordo com Souto (2013), os seis elementos presentes no sistema de atividade ilustrada na Figura 8 interagem entre si, formando uma macroestrutura que abarca motivos, objetivos e condições de execução. A atividade, por sua vez, pode englobar uma sequência de ações voltadas a resultados específicos, orientando tanto a própria atividade quanto as ações dos indivíduos envolvidos. Estas ações, por sua vez, podem ser materializadas de diversas maneiras ou mediante a utilização de distintos métodos, por meio das operações disponíveis para sua realização, tudo em conformidade com o propósito pretendido.

Conforme ilustra a Figura 9, Engeström (2001) apresenta cinco princípios da Teoria da Atividade, que resumem suas contribuições para esse campo. Esses princípios são:

Figura 9 - Princípios da Teoria da Atividade.



Fonte: Elaborado pela autora.

O ***primeiro princípio*** enfatiza o sistema de atividade como a unidade primária de análise, descrevendo-o como um conjunto coletivo, direcionado pelo objeto e mediado por meio de artefatos.

O ***segundo princípio*** aborda a multivocalidade existente no sistema de atividade. Os distintos pontos de vista, tradições e interesses dos membros da comunidade podem entrar em conflito e gerar tensões. Conforme destacado por Engeström (2001), a divisão das tarefas na atividade gera diversas posições para os participantes, cada qual carregando suas próprias trajetórias; e o sistema de atividade contém múltiplas camadas e vertentes históricas, incorporadas em seus artefatos, regulamentos e convenções. Souto (2013) esclarece que as múltiplas vozes podem originar desafios, contudo, também podem se manifestar como potenciais para a inovação.

No tocante ao ***terceiro princípio*** - a historicidade -, o sistema de atividade passa por transformações irregulares ao longo do tempo. Nesse sentido, seus desafios e potencialidades somente podem ser compreendidos ao examinar sua própria trajetória histórica.

O ***quarto princípio*** se refere as contradições internas, que devem ser interpretadas como geradoras de transformação e progresso. As contradições não se traduzem necessariamente em questões ou conflitos, mas, sim, em tensões locais ou estruturais forjadas ao longo do tempo.

Segundo Engeström (1987), as contradições internas podem ser categorizadas em quatro níveis. No primeiro nível (contradições primárias), surgem dentro de cada componente que integra o sistema de atividade. Soares e Souto (2014) ilustram essa forma de contradição quando as regras de engajamento e participação de cada componente do sistema de atividade são substituídas pela realização mecânica de tarefas.

No segundo nível (contradições secundárias), estão as contradições que emergem entre os componentes do sistema de atividade. Um exemplo é a introdução de um novo artefato no sistema, o qual pode desencadear resistência por parte dos indivíduos, originando, assim, uma contradição secundária entre os sujeitos e os artefatos (Soares; Souto, 2014).

A contradição de terceiro nível (contradições terciárias), está vinculada ao objeto e/ou propósito, já que a introdução destes novos elementos entra em conflito com o que é a norma predominante. Soares e Souto (2014) ressaltam que novas práticas em sala de aula (como dinâmicas ou avaliações) podem ser incorporadas oficialmente, entretanto, podem encontrar resistência por parte dos estudantes.

Finalmente, a quarta contradição (contradições quaternárias), emerge entre o sistema de atividade e sistemas interconectados (atividade central e atividades vizinhas). Essa modalidade de contradição pode ser identificada na situação em que um sistema se sobrepõe a outro, ou seja, quando fatores externos à atividade interferem (Soares; Souto, 2013).

O quinto princípio apresentado por Engeström (1987, 1999), aponta para as transformações expansivas. Essas transformações ocorrem quando há uma redefinição conceitual do objeto no sistema. Dessa forma, ao levar em consideração as contradições internas, que são interpretadas como tensões, essas podem viabilizar transformações expansivas abrangentes no sistema de atividade. Isso implica considerar tanto o indivíduo quanto o grupo em interação com o ambiente, em conexão com o objeto.

Dessa maneira, a partir das contribuições de Vygotsky e o conceito de mediação, surge uma interação intermediada por meio de artefatos entre os seres humanos e o mundo em sua amplitude total. Com Leontiev e o foco no objeto, toda ação é originada a partir de uma necessidade direcionada ao propósito dessa necessidade, que é o estímulo individual ou coletivo.

Já com Engeström e o sistema de atividades, fundamentado no modelo triangular que retrata as ações individuais e/ou coletivas, composto pelos elementos sujeito, artefatos mediadores, objeto, comunidade, regras, divisão do trabalho e resultado. Em resumo, desde Vygotsky até Engeström, o modelo triangular de atividade foi enriquecido com outros componentes para formar um sistema de atividade que envolve um sujeito coletivo e culturalmente progressivo.

O referencial teórico da Teoria da Atividade fundamenta nossa pesquisa ao examinar a interação dos alunos com os kits de robótica, possibilitando uma compreensão de como as diversas perspectivas e experiências contribuem para a assimilação dos conceitos matemáticos. As diferentes vozes dos alunos, expressas durante a resolução de desafios matemáticos com a robótica, oferecem *insights* sobre suas opiniões e interpretações, evidenciando como essas variáveis impactam o processo de aprendizagem.

4. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção, delinearemos os percursos trilhados ao longo da elaboração da pesquisa. Inicialmente, abordamos a metodologia de pesquisa, o ambiente investigativo, os participantes envolvidos, os procedimentos adotados e os instrumentos utilizados. Posteriormente, direcionaremos a atenção para os aspectos relacionados à análise dos dados.

4.1 Abordagem da Pesquisa

Para este estudo, optamos por adotar o paradigma qualitativo, seguindo a abordagem proposta por Bogdan e Biklen (1994). Trata-se de um tipo de investigação que busca aprofundar a compreensão de um problema de pesquisa, por meio da utilização de diversas fontes e instrumentos para a produção de dados. De acordo com Goldenberg (1997), a abordagem qualitativa engloba descrições elaboradas de situações que têm como objetivo a compreensão dos sujeitos e de suas ações.

Na abordagem qualitativa, se instaura um diálogo entre o pesquisador e o participante da pesquisa, no qual suas experiências dentro do contexto social são valorizadas durante a produção de dados. Essa perspectiva fica evidente nas colocações de Bogdan e Biklen (1994), os quais destacam que:

> Os investigadores qualitativos estabelecem estratégias e procedimentos que lhes permitam tomar em consideração as experiências do ponto de vista do informador. O processo de condução da investigação qualitativa reflete uma espécie de diálogo entre os investigadores e os respectivos sujeitos, dado estes não serem abordados por aqueles de uma forma neutra (Bogdan; Biklen, 1994, p. 51).

A escolha dessa abordagem pode ser claramente perceptível durante todo o percurso da produção de dados, que foi realizado por meio de grupo focal e também por meio da prática de observação participante. Vale ressaltar que a experiência da pesquisadora enquanto professora pode desempenhar um papel relevante no sucesso da abordagem metodológica proposta.

Bogdan e Biklen (1994) delimitam traços distintivos que caracterizam uma investigação de natureza qualitativa:

> (i) Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal;
> (ii) A investigação qualitativa é descritiva;
> (iii) Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos;
> (iv) Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva;
> (v) O significado é de importância vital na abordagem qualitativa
> (Bogdan; Biklen, 1994, p. 47-51)

Essa perspectiva é corroborada por Cunha (2018), que ressalta que os pesquisadores enfatizam que nem todos os estudos de natureza qualitativa incorporam essas características com igual intensidade. Em alguns casos, uma ou mais delas podem estar ausentes em sua totalidade. Portanto, a aplicação desses traços pode variar conforme o contexto e os objetivos específicos de cada pesquisa, refletindo a flexibilidade e a diversidade das abordagens qualitativas na investigação científica. Essa compreensão permite uma análise mais precisa das metodologias utilizadas e dos resultados obtidos, contribuindo para uma avaliação mais abrangente e contextualizada dos estudos qualitativos.

4.2 Instrumentos e procedimentos de produção de dados

Nas pesquisas qualitativas, os pesquisadores frequentemente aplicam uma variedade de procedimentos na produção de dados, com o intuito de alcançar uma compreensão abrangente na descrição, entedimento e explicação do objeto de estudo. Além de ampliar a perspectiva, a combinação de múltiplos procedimentos contribui para a confiabilidade desse tipo de pesquisa. Essa abordagem, que consiste na utilização de diversos procedimentos na produção de dados, é conhecida por alguns autores como triangulação (Alves-Mazzotti; Gewandsznajder, 1998).

Dessa forma, para atingir o objetivo de compreender as contribuições da robótica educacional utilizada em sala de aula para a aprendizagem de Média Aritmética e Moda por estudantes do Ensino Médio, de maneira mais fidedigna aos dados, adotamos como procedimentos e instrumentos de produção dos dados: a observação participante, registros em áudio e vídeo, grupo focal e diário de campo, os quais estão representados na Figura 10.

Figura 10 - Instrumentos para a produção de dados.



Fonte: autora, 2024.

A observação participante é um método que envolve a efetiva participação do pesquisador com a comunidade ou grupo. Conforme Marconi e Lakatos (2003), o observador se integra ao grupo a ponto de se misturar com o observado, estabelecendo uma proximidade similar à de um membro do grupo em estudo, participando das atividades rotineiras desse grupo.

Além disso, segundo Lüdke e André (1986), a observação também permite ao observador se aproximar da perspectiva dos sujeitos, o que é um elemento essencial nas abordagens qualitativas. Neste processo, buscamos compreender e interpretar as interações entre os estudantes e as tecnologias, assim como o papel da Matemática dentro desse contexto. Para documentar nossas observações, optamos por utilizar o diário de campo.

O diário de campo tem uma importância fundamental na prática da observação participante. Conforme Falkembach (1987), o diário de campo é apresentado como um valioso instrumento de registro, um caderno projetado com espaço apropriado para anotações, comentários e reflexões, destinado ao uso pessoal do pesquisador em sua rotina. Assim, torna-se de relevante para a geração de dados ao longo de todo o processo. Durante o registro no diário de campo, abstemo-nos de incluir as emoções experimentadas em momentos específicos de observação.

Com o objetivo de registrar os dados gerados durante a observação participante, os encontros também podem ser gravados em formato de áudio e vídeo. De acordo com Pinheiro et al. (2005), as gravações de áudio e vídeo são recursos de observação indireta dos dados produzidos, permitindo ao pesquisador ouvir e revisitar diversas vezes o material registrado, direcionando a atenção para os elementos que poderiam ter sido negligenciados.

Conforme menciona Cunha (2018, p. 41), "as gravações em áudio e vídeo são recursos valiosos que permitem documentar os dados sem a influência direta do pesquisador ou dos participantes em análise". Essa abordagem permitirá ao pesquisador uma percepção mais ampla das múltiplas vozes envolvidas, facilitando a compreensão dos motivos por trás de cada escolha feita pelos participantes. Seja ao optarem por uma determinada funcionalidade ou ao decidirem não escolher outra funcionalidade entre várias opções disponíveis.

Em relação ao grupo focal Andrade e Vasconcelos (2017) consideram como mais adequado devido à sua dinâmica de coletividade, que permite uma interação relevante em um curto período. Além disso, essa abordagem possibilita ouvir várias pessoas simultaneamente.

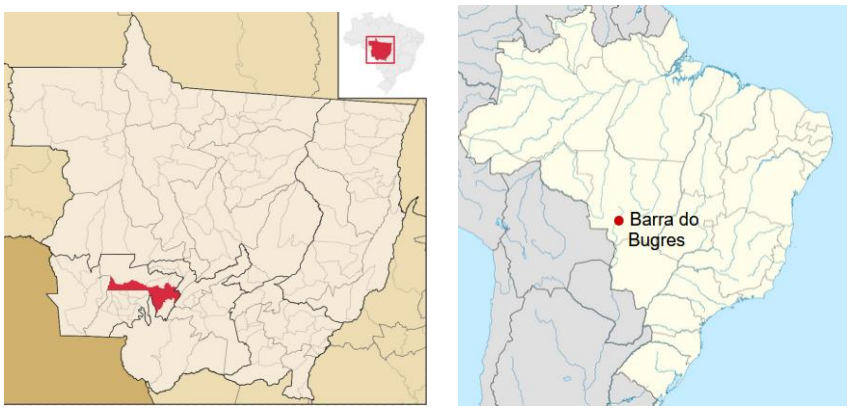
Para compreender como as pessoas interagem com fenômenos e objetos sociais, incluindo como os classificam, nomeiam, interpretam, reconstroem e/ou criam novos significados, é recomendado investigar as conversações que ocorrem nas sociedades. Para Aschidamini e Saupe (2000), essa abordagem viabiliza a interação entre os participantes, permitindo que defendam, reavaliem ou ratifiquem suas opiniões, além de influenciarem as opiniões dos demais. Dessa forma, com a utilização da técnica do Grupo Focal (GF), é possível recriar um ambiente que se assemelha às condições naturais de produção de significados pelos indivíduos e grupos.

4.3 Apresentação do Cenário da Pesquisa

Os dados desta pesquisa foram produzidos na Escola Estadual Assembleia de Deus, a qual está situada na Rua Diamantino, Bairro Residencial Roosevelth Figueiredo Lira, na cidade de Barra do Bugres, a uma distância aproximada de 165 km da capital do Estado de Mato Grosso. Importante mencionar que Barra do Bugres desempenha um papel relevante, sendo a sede do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPECM), do qual sou

participante na condição de aluna regular. A localização geográfica desse município é apresentada na Figura 11.

Figura 11: Localização geográfica do município de Barra do Bugres-MT.



Fonte: Wikipédia

A Escola Estadual Assembleia de Deus, instituição escolhida para a realização desta pesquisa conta com um total de 1.281 (um mil e duzentos e oitenta e um) alunos matriculados no ano de 2023. Ela oferece diversas modalidades de ensino, abrangendo os anos finais do Ensino Fundamental, Ensino Médio Regular, Ensino Médio Profissionalizante, Educação de Jovens e Adultos (EJA) e Educação no Sistema Prisional. A escola atende a uma ampla diversidade de públicos, incluindo indígenas, moradores da zona rural, das periferias e do centro da cidade. A fachada da escola pode ser visualizada na Figura 12 a seguir:

Figura 12 - Fachada da Escola Estadual Assembleia de Deus.



Fonte: Créditos à Autora (2023).

No ano de 2023, esta escola experimentou algumas transformações. Uma das etapas desse processo foi o início da transição para um edifício novo, que abrange uma área construída de aproximadamente 8.000 m², sendo recentemente construído por iniciativa do governo do Estado do Mato Grosso.

Essa mudança não se limitou apenas à Escola Estadual Assembléia de Deus, mas também contemplou a Escola Estadual João Catarino de Souza, instituição mencionada anteriormente neste estudo. A edificação da nova escola, equipada com 18 salas de aula em cada turno, permitiu que ela passasse a atender também os alunos provenientes da Escola Estadual João Catarino de Souza. Como resultado, ocorreu a unificação das duas unidades escolares, sendo mantido o nome da escola atual Escola Estadual Assembleia de Deus como parte desse processo de integração. Diante dessas mudanças, é relevante destacar que diversos itens patrimoniais da Escola Estadual João Catarino de Souza, como computadores, impressoras, chromebooks, armários e os conjuntos SPIKE™ Prime LEGO® Education, foram transferidos para a instituição escolar atual.

É importante destacar que os recursos utilizados nesta pesquisa, incluindo a sala de aula, acesso à internet e conjuntos SPIKE™ Prime LEGO® Education, bem como os tablets, foram fornecidos pela escola. Por outro lado, os recursos para gravação de áudio e vídeo foram providenciados pela pesquisadora e consistiam em itens pessoais, como gravadores de voz, gravadores de vídeo e smartphones.

4.4 Os sujeitos da pesquisa

Os sujeitos envolvidos neste estudo foram 06 estudantes matriculados no 2º Ano do Ensino Médio da Escola Estadual Assembleia de Deus, situada no município de Barra do Bugres, no estado de Mato Grosso. A escolha dos participantes seguiu critérios específicos, sendo eles alunos que demonstrassem comprometimento, afinidade com a tecnologia e que possuíssem disponibilidade de tempo para participar das atividades propostas no contraturno escolar.

Após estabelecer um compromisso com os participantes da pesquisa e seus responsáveis, além de apresentar e obter aprovação por meio dos documentos necessários junto ao Comitê de Ética da Universidade do Estado de Mato Grosso, procedemos ao início da produção de dados. Esta pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa sob

o número de Certificado de Apresentação de Apreciação Ética Nº 75903123.3.0000.5166, parecer nº 6.691.589 e data de aprovação 07/03/2024.

4.5 O conjunto SPIKE™ Prime LEGO® Education

Na instituição onde esta pesquisa foi conduzida, dispomos de um total de 18 conjuntos SPIKE™ Prime LEGO® Education, acompanhados por 18 tablets. Destes, 09 tablets e 09 conjuntos foram alocados para uso nas turmas de Ensino Médio, enquanto os outros estão disponíveis para o Ensino Fundamental. O conjunto SPIKE™ Prime LEGO® Education, identificado pelo modelo 45678, foi selecionado como fonte para produção de dados para esta pesquisa. Ele é composto por 1 caixa de armazenamento e 2 bandejas organizadoras, totalizando 528 peças, conforme ilustrado na Figura 13.

Figura 13 - Conjunto SPIKE™ Prime LEGO® Education



Fonte: Créditos à Autora (2024).

O componente central do conjunto SPIKE™ Prime LEGO® Education é o Bloco programável (HUB). Este dispositivo, avançado e ao mesmo tempo simples de usar, tem a forma de um bloco e é equipado com uma série de recursos essenciais. Ele inclui 6 portas de entrada/saída, uma matriz de luz 5x5, conectividade Bluetooth, um alto-falante, um giroscópio de 6 eixos e uma bateria recarregável, conforme mostra a Figura 14.

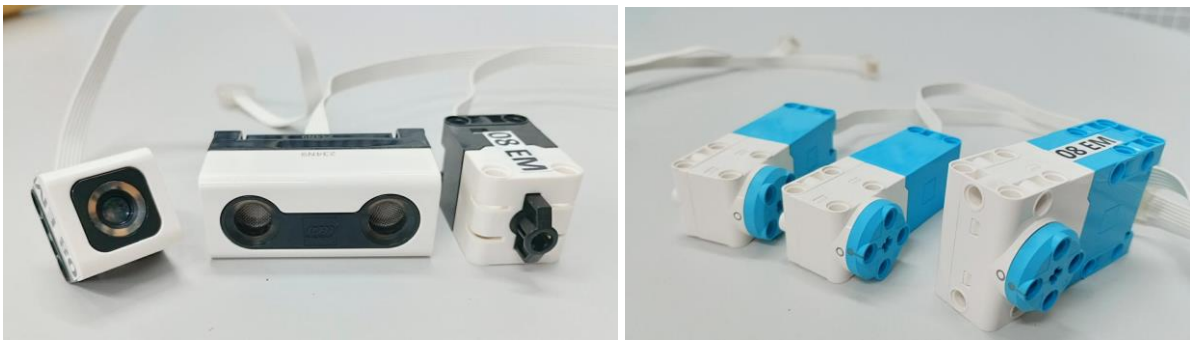
Figura 14 - Bloco programável (HUB).



Fonte: Créditos à Autora (2024).

O conjunto SPIKE™ Prime LEGO® Education também inclui Sensor de Distância, Sensor de Força, Sensor de Cor, Motor Angular Grande, 2 Motores Angulares Médios como mostra a Figura 15.

Figura 15 – Sensores e Motores

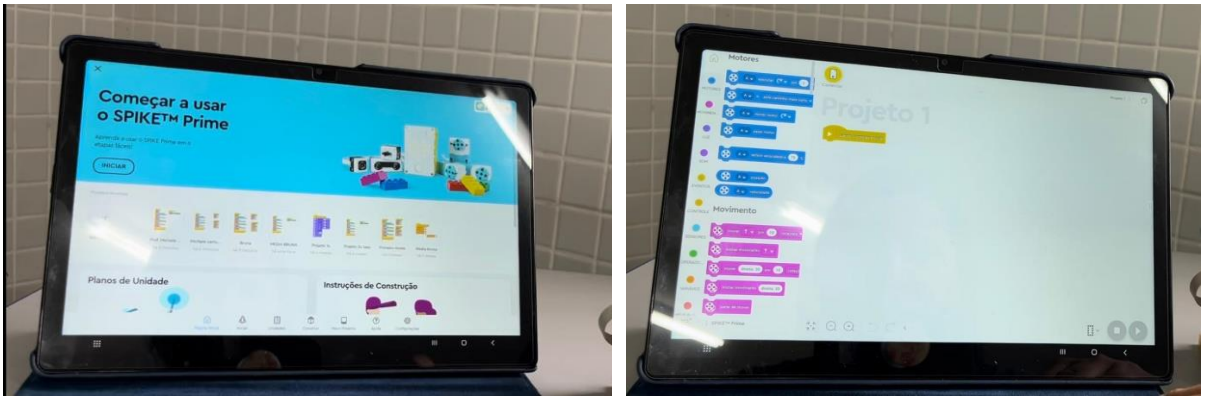


Fonte: Créditos à Autora (2024).

O SPIKE App ilustrado na Figura 16, é o aplicativo selecionado para esta pesquisa para a realização das programações, que pode ser utilizada com os conjuntos SPIKE Essential e SPIKE Prime. Ele oferece suporte para acompanhar e completar lições, fornecendo material de introdução, lições, instruções de construção e uma variedade de experiências de codificação. O aplicativo inclui uma variedade de blocos de ícones e palavras, alguns dos quais são semelhantes aos utilizados no Scratch 3.0, enquanto outros foram especificamente desenvolvidos para

interagir com o hardware LEGO® Education SPIKE™.

Figura 16 – Spike App



Fonte: Créditos à Autora (2024).

É relevante salientar que os alunos participantes da pesquisa já tiveram exposição aos conjuntos SPIKE™ Prime LEGO® Education e a programações de outros protótipos durante o ano 2023. Esse contato prévio proporcionou aos alunos uma familiaridade com o ambiente de aprendizagem e outras abordagens tecnológicas utilizadas neste estudo, o que pode influenciar suas habilidades, percepções e experiências ao longo da pesquisa.

4.6 Cronograma dos encontros

No Quadro 02, apresentamos o cronograma dos encontros que foram desenvolvidos durante o período de pesquisa. Este cronograma detalha as etapas das atividades realizadas, proporcionando uma visão geral organizada do planejamento e sua execução.

Quadro 02 – Cronograma dos encontros.

Encontro	Proposta
1º	• Agradecimentos pela participação dos sujeitos; • Apresentação do objetivo da pesquisa; • Apresentação da proposta do protótipo; • Organização das duplas; • Estabelecimento de regras (não faltar dos encontros e não chegar atrasado); • Abordagem dos conceitos Média Aritmética e Moda; • Tempo livre para tirar dúvidas e conhecer melhor o ambiente de programação SPIKE App.

2º	• Construção do protótipo: Pesquisa de Satisfação.
3º	• Programação da Média Aritmética.
4º	• Programação da Moda.
5º	• Elaboração e Execução do Plano de Pesquisa de Satisfação.

Fonte: Elaborado pela Autora (2024).

Os encontros foram organizados em momentos, cada um com uma duração estimada de 120 minutos, visando evitar qualquer tipo de cansaço por parte dos alunos ao longo das atividades. A estrutura foi projetada para abranger as etapas de apresentação, desenvolvimento e conclusão de forma equilibrada e eficaz.

Inicialmente, proporcionamos uma apresentação do tema principal, promovendo diálogo e discussão sobre aspectos relacionados ao assunto em questão. O momento de desenvolvimento foi planejado para que os participantes da pesquisa pudessem construir o protótipo da Pesquisa de Satisfação, além de fazer a programação da Média Aritmética e a Moda. No encerramento, propomos aos participantes a elaboração e execução do Plano de Pesquisa de Satisfação a ser realizado na escola, seguido pela apresentação dos resultados obtidos na pesquisa.

4.7 Sobre a análise dos dados

A análise dos dados é uma etapa fundamental na pesquisa, pois é nela que o pesquisador busca elementos para efetivamente alcançar seus objetivos. Em consonância com as perspectivas de Borba, Almeida e Gracias (2018), a análise dos dados ressalta a importância de dar voz tanto aos dados quanto aos participantes da pesquisa.

Para assegurar a inclusão de todas as vozes desde o início da produção de dados, os pesquisadores estabeleceram um sistema organizado de arquivamento. Isso envolveu a criação de pastas e subpastas contendo as datas dos encontros e os nomes das duplas de participantes. Nessas subpastas, foram armazenados os dados produzidos nos encontros, como fotos e registros de áudio, de acordo com a ordem em que foram produzidos. Essa estratégia sistemática e ordenada permitiu o início da análise de dados em paralelo à produção, favorecendo uma postura flexível e receptiva à emergência de novas categorias, conforme orientado por Borba, Almeida e Gracias (2018).

As conversas foram transcritas, possibilitando a aplicação do método de análise proposto por Engeström e Sannino (2011). Esse método é fundamental para identificar as manifestações discursivas de contradições, o que nos leva a compreender as contribuições da robótica educacional no contexto da sala de aula, especialmente para o ensino de Média Aritmética e Moda por estudantes do Ensino Médio. Primeiramente, identificamos as pistas de variação linguística presentes nas manifestações discursivas. Em seguida, procuramos identificar quais dessas pistas indicam contradições dentro das interações. Por fim, classificamos as manifestações discursivas em quatro tipos: dilema, conflito, conflito crítico e duplo vínculo.

A fase inicial descrita no parágrafo anterior está intimamente ligada ao princípio fundamental da Teoria da Atividade, conhecido como multivocalidade. Nesse momento, os participantes expressam suas diversas perspectivas e vozes, as quais podemos capturar e incorporar à produção de dados por meio da transcrição das conversas. Isso nos permite identificar pistas linguísticas que possibilitam a identificação das possíveis manifestações discursivas de contradição, o que caracteriza a segunda fase do procedimento metodológico, conforme destacado por Silva (2019).

Para Engeström e Sannino (2011), pode-se pensar na análise de dados discursivos de um modo que pode ser comparado ao descascar de uma cebola. A camada externa da cebola consiste em pistas linguísticas, isto é, em expressões simples como “mas” e “não”, ou formas um pouco mais vagas, mas ainda relativamente diretas, como narrativas temperadas com metáforas e expressão de impotência. Analisar o discurso pode nos ajudar a localizar possíveis manifestações discursivas de contradições. Por exemplo, sequencias da conjunção “mas” podem nos levar à identificação de dilemas, e sequencias de “não”, a conflitos (Engeström; Sannino, 2011).

Conforme mostra a Figura 17, a cebola é composta por várias camadas, sendo a camada das pistas linguísticas a mais externa. Para facilitar a identificação das manifestações discursivas de contradições, é essencial primeiro localizar e analisar essas pistas linguísticas nos discursos dos sujeitos.

Figura 17– Metáfora da cebola



Fonte: Elaborado pela autora, com base em Engeström e Sannino (2011)

Outra característica importante da segunda fase é a categorização e organização das manifestações discursivas. Durante essa etapa, é fundamental ressaltar o princípio da historicidade, visto que a análise das manifestações discursivas requer considerações sobre o contexto histórico e o desenvolvimento da atividade ao longo do tempo. Após a identificação das manifestações discursivas, inicia-se a terceira fase, que se caracteriza pela classificação em quatro tipos: dilema, conflito, conflito crítico e duplo vínculo, conforme proposto por Engeström e Sannino (2011).

Os procedimentos de análise, fundamentados no trabalho de Engeström e Sannino (2011) e traduzidos por Galleguillos (2016), direcionaram a criação do Quadro 03. Este quadro trata da identificação das variações linguísticas nas manifestações discursivas, descrevendo suas características e fornecendo exemplos de palavras, termos ou expressões observadas nos diálogos dos participantes. Esses elementos contribuem para a identificação das manifestações. Além disso, o Quadro 03 apresenta a resolução dos conflitos, oferecendo um panorama das possíveis abordagens para lidar com desafios encontrados nas manifestações discursivas.

Quadro 03 – Tipos de variações linguísticas nas manifestações discursivas

Manifestações	Características dicas linguísticas	Dicas linguísticas
Beco sem saída ou Duplo vínculo	Beco sem saída: situação que não oferece alternativas de prosseguir. Duplo vínculo: situação em que se enfrentam duas alternativas igualmente inaceitáveis ou indesejáveis.	"nós", "nos", "devemos" ou "teremos que". Perguntas retóricas de pressão, expressões de impotência.
	Resolução: Transformação prática ou mudança radical (indo além das palavras).	"Permita a nós fazer isso", "o faremos".
Conflito crítico	Enfrentando motivos contraditórios em interação social, sentindo-se maltratado ou culpado.	Estrutura narrativa pessoal, emocional, moral e metáforas.
	Resolução: Encontrando novo sentido pessoal e negociando um novo significado.	Eu agora realizo isso [...].
Conflito	Fundamentando, argumentando e criticando.	"não", "eu discordo", "isto não é verdade".
	Resolução: Encontrando um compromisso ou submissão.	"Sim", "isto eu posso aceitar".
Dilema	Expressão ou intercâmbio de avaliações incompatíveis.	"por um lado [..] por outro lado"; "sim, mas", "mas".
	Resolução: Negação, reformulação.	"Eu não quis dizer isso", "eu agora quero dizer".

Fonte: Adaptado de Engeström e Sannino (2011).

Para tornar mais acessível a identificação das manifestações nos diálogos, optamos por um procedimento que utiliza cores para destacar pistas linguísticas. Esse método possibilitou a visualização das pistas mais comuns e a identificação das manifestações discursivas.

Nesse sistema de codificação por cores, cada cor tem um significado específico: o azul representa um beco sem saída ou duplo vínculo; o vermelho indica um conflito crítico; o amarelo representa um conflito; e o verde identifica um dilema. Essa mesma legenda de cores foi utilizada para grifar os excertos dos dados analisados. Essas variações podem ser reconhecidas através da linguagem falada e de expressões associadas a cada tipo de conflito.

Engeström e Sannino (2011) atribuem significados a cada expressão discursiva, sendo os duplos vínculos situações urgentes e inaceitáveis que os indivíduos enfrentam e que parecem não ter saída aparente. Essas situações são expressas por pistas linguísticas que denotam

impotência e pressão, conforme descrito por Engeström e Sannino (2011).

A resolução desse tipo de vínculo ocorre por meio da transformação da prática. Situações semelhantes de pressão e impotência podem indicar um beco sem saída, uma circunstância na qual os indivíduos não têm mais alternativas para resolver um problema específico. Nem sempre um beco sem saída tem solução, mas quando há uma solução, geralmente envolve uma mudança radical que pode exigir intervenção externa.

O conflito crítico se manifesta por meio de uma estrutura narrativa que reflete um tom emocional elevado, como demonstrado pelo uso de metáforas durante as discussões. Essa forma de conflito é resolvida ao encontrar um novo sentido pessoal e negociar um novo significado.

Os conflitos geralmente surgem de divergências de interesses ou comportamentos incompatíveis entre indivíduos ou grupos que se sentem ameaçados por outros indivíduos ou grupos, manifestando-se como resistência, discordância, argumentação e crítica. No discurso, é possível identificar conflitos quando os indivíduos se opõem a ações, declarações ou tópicos abordados por outros ou por eles mesmos no passado. Segundo Engeström e Sannino (2011), as pistas linguísticas de conflito incluem expressões como “não”, “eu discordo” ou “isto não é verdade”. A resolução de um conflito pode ocorrer por meio de compromisso, imposição de autoridade ou pela adoção da opinião da maioria.

Um dilema é uma expressão ou troca de opiniões incompatíveis entre pessoas. Normalmente, é expresso por meio de barreiras nas expressões discursivas, como “por um lado [...], por outro lado” e “sim, mas”. Ao longo do discurso, o dilema tende a ser reproduzido mais do que resolvido e, frequentemente, é enfrentado com negação ou reformulação para lidar com a contradição subjacente.

Engeström e Sannino (2011), abordaram a possibilidade de encontrar gestos, falas e expressões que não se enquadram nas categorias definidas. Para esses casos, é essencial compreender o contexto e o significado apresentado para determinar a qual categoria eles pertenceriam, ou até mesmo se não se encaixariam em nenhuma das categorias estabelecidas.

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Iniciamos esta seção apresentando o desenvolvimento dos encontros na escola, desde o início da proposta à turma até a elaboração e execução do Plano de Pesquisa de Satisfação no ambiente escolar. Os dados foram produzidos durante cada um dos encontros, proporcionando uma visão detalhada do processo.

Como mencionado na seção anterior, para fins de análise a abordagem metodológica adotada incluiu a transcrição das conversas de acordo com os procedimentos propostos por Engeström e Sannino (2011), diário de campo elaborado durante a observação participante, grupo focal. A estruturação dos dados, sua categorização e a identificação das expressões discursivas foram elementos fundamentais, culminando na classificação das manifestações em dilema, conflito, conflito crítico e duplo vínculo.

5.1 Os encontros

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa, foram realizados cinco encontros em datas distintas com os participantes. Cada um desses encontros representou uma oportunidade valiosa para a interação, troca de ideias e colaboração entre a pesquisadora e os participantes. Esses encontros foram planejados com cuidado para abordar diferentes aspectos do estudo e permitir discussões aprofundadas sobre o tema da pesquisa.

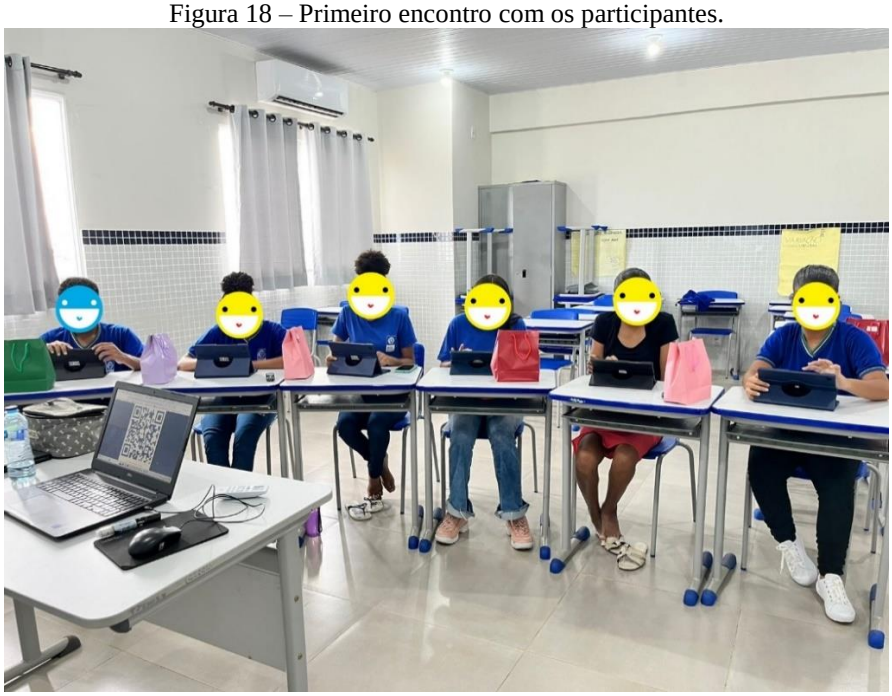
Com base na perspectiva da Teoria da Atividade, conforme descrita por Engeström (2001), a análise desses encontros implica examinar a historicidade dos dados e seu desenvolvimento ao longo do tempo. Dessa forma, optamos por analisar os encontros em ordem cronológica, respeitando a sequência em que ocorreram. Essa abordagem nos permite compreender não apenas os eventos individuais de cada encontro, mas também as mudanças e progressos que ocorreram ao longo do tempo.

Durante esses encontros, foram exploradas questões relacionadas ao uso da robótica educacional no ensino de Matemática, incluindo a montagem e programação de protótipos, análise de resultados e discussão sobre estratégias de resolução de problemas. Cada encontro contribuiu de maneira única para o progresso da pesquisa e para o alcance dos objetivos estabelecidos.

5.1.1 O primeiro encontro

O primeiro encontro ocorreu no dia 4 de abril de 2024, nas dependências da Escola Estadual Assembléia de Deus, com duração de 100 minutos. Essa data foi cuidadosamente acordada e planejada antecipadamente com os participantes. No referido dia, todos os seis participantes estiveram presentes na escola, dando início ao primeiro encontro da produção de dados, apresentado na Figura 18.

Figura 18 – Primeiro encontro com os participantes.



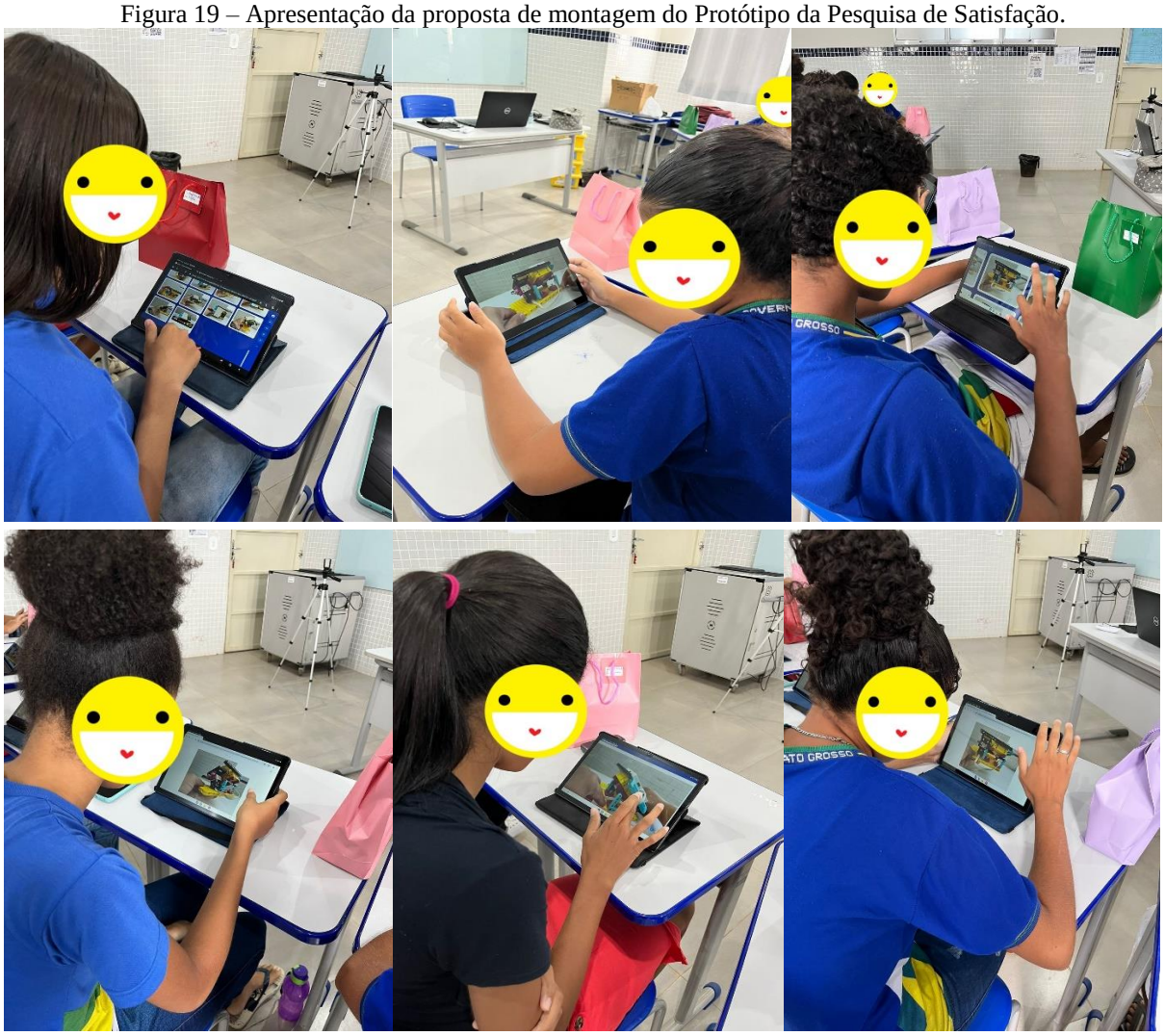
Fonte: Créditos à Autora (2024).

Conforme planejado previamente e detalhado no cronograma anteriormente mencionado, a pauta do dia incluiu expressar agradecimentos aos participantes por aceitarem participar do estudo, além de reforçar informações sobre o Termo de Assentimento Livre Esclarecido (TCLE) disponível no apêndice e o Termo de Autorização para Uso de Imagem e Voz.

No encontro, foi apresentado o objetivo da pesquisa e detalhada a proposta de montagem do Protótipo da Pesquisa de Satisfação conforme ilustra a Figura 19. Ressaltamos novamente que os participantes já tinham experiência com os conjuntos SPIKE™ Prime da LEGO® Education, os quais foram utilizados durante as aulas de matemática para criar outros

protótipos no ano anterior.

Figura 19 – Apresentação da proposta de montagem do Protótipo da Pesquisa de Satisfação.



Fonte: Créditos à Autora (2024).

Neste primeiro encontro, foram delineadas as diretrizes para os próximos encontros, nos quais os participantes foram divididos em duplas para o desenvolvimento das tarefas. Foram estabelecidas regras importantes para o bom andamento dos trabalhos sendo: a presença obrigatória em todos os encontros e a pontualidade, com ênfase na importância de evitar atrasos.

Em paralelo, uma parte relevante do primeiro encontro foi dedicada à apresentação dos conceitos de Média Aritmética e Moda, conforme ilustrado na Figura 20. Essa abordagem inicial permitiu apresentar esses conceitos de maneira clara e acessível aos participantes, utilizando exemplos práticos e situações do cotidiano para ilustrar sua importância no contexto da pesquisa.

Figura 20 – Apresentação do tema Média Aritmética e Moda.



Fonte: Créditos à Autora (2024).

A abordagem dos conceitos foi crucial para preparar os participantes para os encontros subsequentes da pesquisa. Esse momento possibilitou não apenas o engajamento ativo dos participantes na pesquisa, mas também ofereceu a oportunidade de esclarecer dúvidas e consolidar o entendimento sobre o tema abordado.

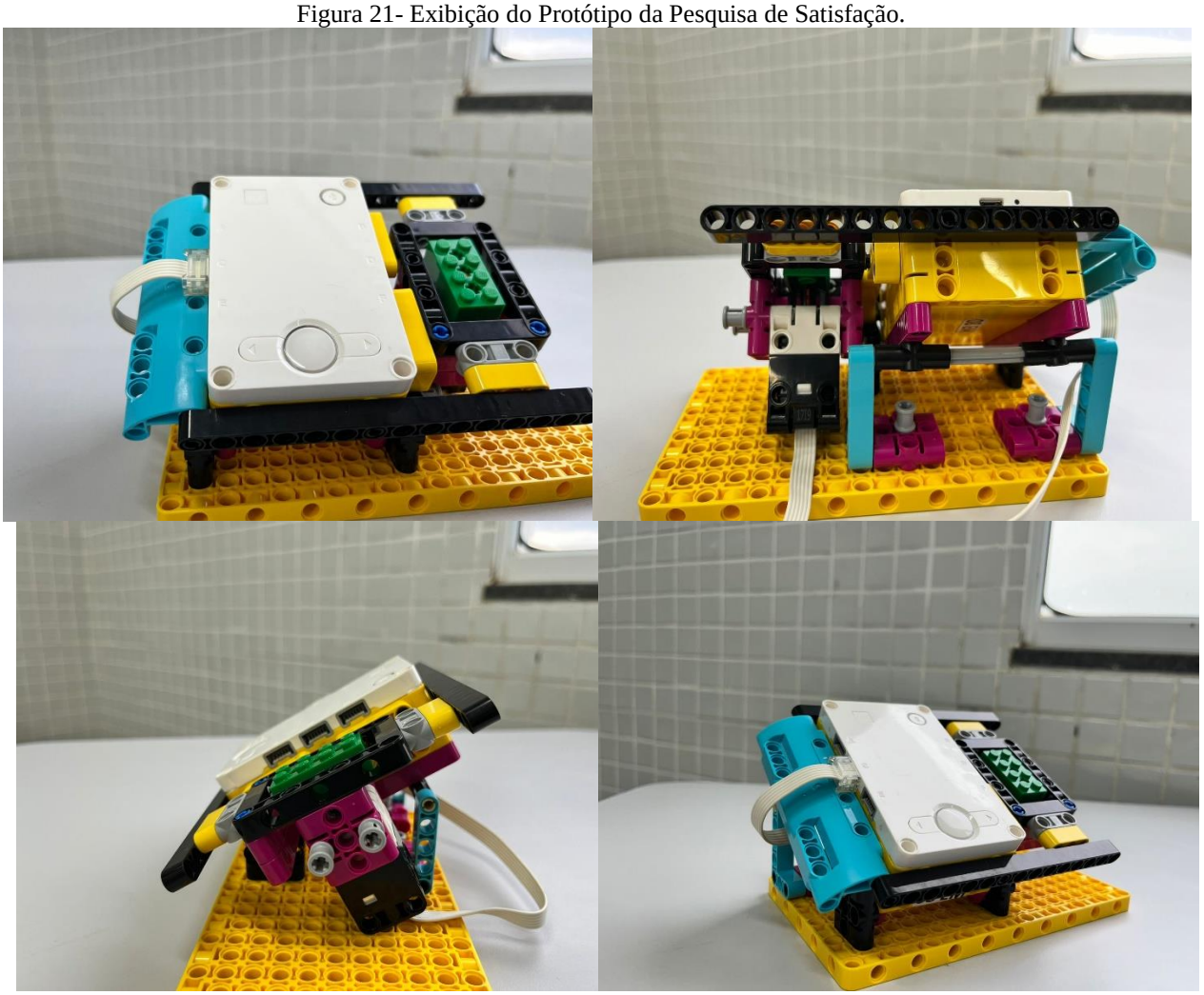
Nesse primeiro encontro, optamos por utilizar gravadores de áudio e câmeras para registrar os momentos e permitir que os participantes se acostumassem com esses dispositivos. Esse procedimento visava facilitar a interação dos participantes com o equipamento, proporcionando uma experiência mais familiar e confortável para futuros registros. No entanto, é relevante destacar que as gravações realizadas nesse dia não foram incluídas na análise posterior dos dados da pesquisa.

5.1.2 Montagem do protótipo “Pesquisa de Satisfação”

Nesta subseção, detalharemos o segundo encontro, realizado em 09 de abril de 2024, no qual as duplas previamente organizadas se empenharam na montagem do protótipo da Pesquisa

de Satisfação, conforme mostra a Figura 21.

Figura 21- Exibição do Protótipo da Pesquisa de Satisfação.



Fonte: Créditos à Autora (2024).

O protótipo de Pesquisa de Satisfação foi desenvolvido com uma abordagem interativa destinada à produção e processamento de opiniões de um grupo em relação a um tema específico. Funciona de forma semelhante a uma urna digital na qual os participantes atribuem notas em uma escala predeterminada, sendo as notas 5 e 10 utilizadas nesta pesquisa. Após a produção dos votos, o protótipo executa cálculos estatísticos para analisar as respostas recebidas. Inicialmente, ele calcula a média aritmética das notas atribuídas, multiplicando cada nota pelo número de votos correspondente e, em seguida, dividindo pelo total de votos. Por exemplo, se houver 5 votos para a nota 5 e 7 votos para a nota 10, o cálculo seria realizado da seguinte forma: $(5\times5+7\times10)/12=7{,}91$. Além disso, o protótipo determina a moda, que é a nota mais

frequentemente atribuída pelos participantes e aparece claramente no visor, destacando a preferência da maioria.

Para a devida identificação das duplas e dos participantes, adotou-se a seguinte disposição: Dupla 01 (A1 e A2), Dupla 02 (B1 e B2) e Dupla 03 (C1 e C2). Na sequência apresentamos os dados produzidos durante a montagem do referido protótipo, contemplando suas múltiplas vozes, bem como as manifestações discursivas que emergiram dessas vozes. Tais pistas de variações linguísticas são identificadas nos diálogos das duplas, que foram observada pela pesquisadora e documentados em áudio, vídeo e diário de campo.

Os diálogos das participantes forneceram perspectivas valiosas sobre as dinâmicas de interação. A seguir, destacamos trechos do diálogo entre A1 e A2, onde foram observadas as manifestações discursivas:

1ª Dupla -Diálogo 01

A2 Será que tem outro mais... Aqui.
[...]
A1 Mas o que... Aqui ele encaixa sete?
A2 Não.
A2 Será que tem outra imagem que mostra melhor? Tem um lado que... É, só esse aqui e depois vai outro. Hum... Consegue ver?
A1 Uhum.
[...]
A2 Essa imagem lá mostrava que...
[...]
A2 Não tem pra encaixar aqui?
A1 Uhum.
A2 Mas isso que é a questão. Do outro lado, eu não vi o outro.

No diálogo 01 entre as participantes, podemos identificar manifestações discursivas de dilema e conflito nas interações enquanto discutem sobre o encaixe das peças do protótipo. De acordo com Engeström e Sannino (2011) a palavra “mas”, que é uma das palavras características do dilema, observada no diálogo expressam incertezas e questionamentos sobre as diferentes opções disponíveis. Quando uma das participantes (A2) questiona: “Será que tem outro mais... Aqui”. Essa fala reflete uma indecisão sobre a melhor opção a escolher, demonstrando um dilema entre as alternativas possíveis. Além disso, ao discutirem sobre o encaixe das peças, há expressões como “Mas o que... Aqui ele encaixa sete?” e “Não tem pra encaixar aqui?”, que revelam um estado de indecisão e dúvida sobre a solução adequada.

Pode-se ainda perceber que houve um dilema na montagem do protótipo, quando

durante a interação do grupo focal A2 menciona: *"Eu acho que da outra forma, quando a gente trabalhou ano passado, era mais fácil, dessa vez foi mais difícil. Tinha a parte da montagem, mas só que a gente não estava conseguindo ver direito qual peça ia ali, porque tinha umas pecinhas pretas que estavam muito escondidinhas na foto, não dava para ver muito bem"*. Essa observação ressalta a dificuldade enfrentada por A2 ao comparar a experiência anterior com a atual, apontando a complexidade na identificação das peças devido à sua representação na foto, como ilustrado na Figura 22.

Figura 22- Interatividade entre as participantes da primeira dupla.



Fonte: Créditos à Autora (2024).

Outra manifestação discursiva identificada foi o conflito, que, segundo Galleguillos, (2016), ocorre quando há crítica e argumentação fundamentadas. Esse conflito foi observado durante as interações, nas quais as participantes apresentam discordâncias ou divergências em suas percepções. Quando a participante (A2) afirma "Não" em resposta a uma pergunta, isso indica uma discordância ou negação em relação à sugestão ou ideia anterior. Além disso, ao mencionar que "Essa imagem lá mostrava que...", há uma possível contraposição ou discrepância entre a informação visualizada anteriormente e o que está sendo observado no momento. Em seguida, apresentamos excertos do diálogo entre A1 e A2, nos quais foram identificadas as

manifestações discursivas:

1ª Dupla -Diálogo 02

A1 Sim. Aí, no caso, a gente vem e coloca isso aqui.
A2 Mas será que é um negocinho azul aí?
A1 Calma. Eu tenho que raciocinar isso aqui. [...]
[...]
A2 Nossa, será que era um desse? Não entra nenhum aí.
[...]
A2 No caso, tem que tirar esse aqui pra ela não fechar aqui. Esse aqui não tem nada a ver, não.
A1 No caso, a gente vai tirar esse aqui.
A2 Não, mas o problema não tá aqui. Esse aqui não tem nada a ver com esse aí.

No diálogo 02 entre A1 e A2 durante a montagem do protótipo, observam-se manifestações discursivas características de situações de resolução de problemas ou tomadas de decisões colaborativas. Conforme Santos *et al*. (2019), a dinâmica do trabalho com a Robótica cria diversas condições para contextualização e discussão, promovendo um maior envolvimento dos alunos. Essas interações enriquecem o aprendizado, permitindo que os alunos apliquem e consolidem o conhecimento de forma prática e colaborativa.

Observamos o dilema nestas frases quando A1 diz “Sim. Aí, no caso, a gente vem e coloca isso aqui.” e A2 responde “Mas será que é um negocinho azul aí?”. De acordo com Galleguillos (2016), o dilema é reproduzido mais do que resolvido, frequentemente sendo solucionado com a ajuda da negação ou reformulação. A presença do “mas” e do “sim” reflete uma discordância ou dúvida em relação à ação sugerida por A1, indicando um momento de hesitação e avaliação crítica da situação. Esse tipo de expressão indica um momento de reflexão ou ponderação diante de um desafio específico na montagem do protótipo.

No momento de interação do grupo focal, A1 menciona: *“A minha dificuldade foi achar as peças, é muito detalhezinho, muito assim, difícil para achar”*. Esse comentário ressalta as dificuldades encontradas pelas participantes na identificação e localização das peças necessárias para a montagem do protótipo, destacando a complexidade e minúcias envolvidas no processo, de acordo com o que se observa na Figura 23.

Figura 23- Interação entre as participantes da primeira dupla.



Fonte: Créditos à Autora (2024).

É possivel observar a manifestação de conflito, especialmente quando A2 expressa frustração ao dizer “Nossa, será que era um desse? Não entra nenhum aí. Nossa.” e, em seguida, “Não, mas o problema não tá aqui”. Essa frase revela uma dificuldade percebida na tentativa de encaixar uma peça, ilustrando um conflito entre o que é esperado e o que está acontecendo na prática. De acordo com Silva (2019), a presença da pista linguística “não” pode caracterizar um conflito ou algumas situações de argumentação, fundamentação e crítica.

Outra manifestação identificada é o conflito crítico, que segundo Silva (2023), é denotado pela expressão “Calma” citada por A1. Quando A1 utiliza a expressão “Calma”, sugere uma tentativa de diminuir a tensão, indicando que pode haver alguma frustração ou ansiedade envolvida na discussão.

Há indícios de beco sem saída quando A1 comenta: “No caso, tem que tirar esse aqui pra ela não fechar aqui. Esse aqui não tem nada a ver, não”. Nessa fala, há uma contradição ou falta de coerência percebida na situação da montagem, sugerindo uma necessidade de revisão ou ajuste na abordagem, pois ele enfrenta uma situação em que não encontra alternativas para prosseguir, conforme apontado por Engeström e Sannino (2011). No trecho a seguir, podemos

observar as falas do diálogo, que exemplificam a dinâmica da conversa entre B1 e B2:

2ª Dupla -Diálogo 01

B2 [...] Só que a gente precisa de um encaixe.
B1 Não precisa. Deixa eu ver se dá pra ver embaixo.
B2 Aqui, acho que daqui dá pra ver.
B1 Ah, aqui ó.
B2 É preto.
B1 É, mas não bota totalmente.

Inicialmente, percebemos a ocorrência de momentos de obstáculos ou necessidades por parte de B2, que expressa a preocupação com a busca por um encaixe adequado para a peça: "Essa rosa a gente pega e coloca assim. Só que a gente precisa de um encaixe". Essa manifestação discursiva representa um dilema, indicando a necessidade de resolver um problema específico durante a montagem. De acordo com a autora Galleguillos (2016), a presença de discordância de opiniões caracteriza tais expressões como sendo caracterização do dilema.

Na dinâmica de interação do grupo focal, A1 compartilha suas experiências: *"No caso, a minha única dificuldade foi só saber a parte de baixo."*Segundo ela, *"É só a base, o resto para mim foi fácil".* A1 explica: *"Porque ali tem aquelas peças que colocam para poder começar a montar o resto, não tem?"* Ela adiciona: *"É, aí tem que saber os furinhos certinho para poder colocar, para não sair torto e nem errada, e nem na forma errada também. Então essa foi a minha dificuldade, só a parte de baixo, a base, o resto para mim foi fácil".* Essas reflexões de A1 destacam a importância da precisão na montagem da base do protótipo, enquanto o restante do processo foi percebido como mais acessível por ela. Na literatura Schwendler (2022) argumenta que o material utilizado na Robótica Educacional, ao ser inserido em um cenário investigativo, cria um ambiente de aprendizagem que fomenta um papel ativo do aluno, intensificando seu envolvimento com o processo educativo, conforme demonstrado pela Figura 24.

Figura 24- Participantes da segunda dupla envolvidas na montagem do protótipo.



Fonte: Créditos à Autora (2024).

No diálogo, também ocorre um compartilhamento de observações e descobertas entre os participantes. B2 e B1 trocam informações sobre a cor e a posição da peça: “Aqui, acho que daqui dá pra ver. Ah aqui ó”. Essa interação reflete uma manifestação discursiva do conflito, onde os participantes estão tentando compreender as características das peças para avançar na montagem. Logo expressões de argumentação segundo Galleguillos (2016), denotam a presença de indícios de conflito, como quando B2 menciona a cor e a posição da peça, sugerindo uma possível discrepância entre a expectativa dos participantes e a realidade da montagem. Ao afirmar “É preto”, B2 pode estar identificando uma diferença entre a cor esperada e a cor real da peça, o que sugere um conflito entre o que os participantes esperavam encontrar e o que realmente encontraram durante a tarefa. No excerto que se segue, podemos contemplar outras falas do diálogo, revelando a interação entre as participantes:

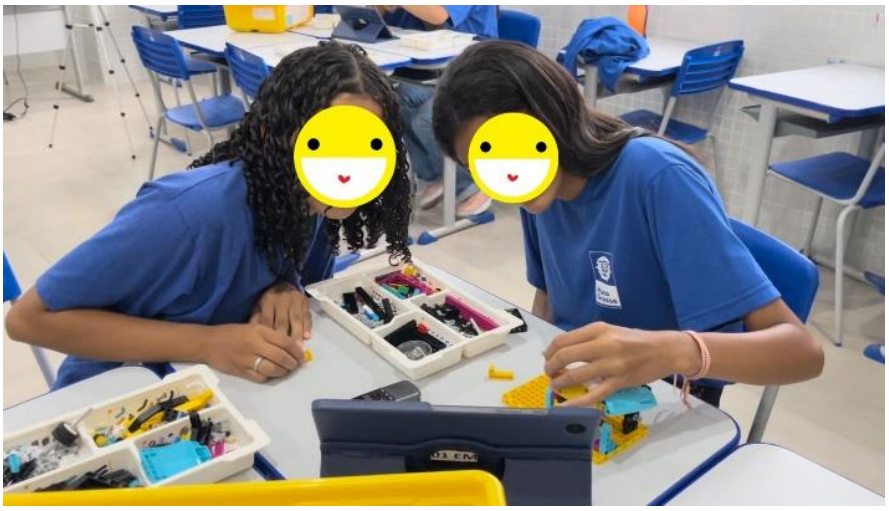
2ª Dupla -Diálogo 02

[...]
B1 Mas era azul, olha lá. Tá sem azul.
B2 Mas acho que não tem nada a ver não. Mas acho que... Ah, tem azul aqui. Só que não é dela.

No diálogo, destaca-se a manifestação de um dilema por parte de B1 ao mencionar: “Mas era azul, olha lá. Tá sem azul”. Nessa fala, B1 está enfrentando um problema identificado

na montagem do protótipo, apresentando um dilema entre sua expectativa (a peça deveria ser azul) e a realidade (a peça não é azul). Segundo Engeström e Sannino (2011), a palavra “mas” é uma das expressões marcantes do dilema. Durante a observação participante, em alguns momentos, percebeu-se, ao longo do desenvolvimento do protótipo, que as participantes se depararam com situações que as levaram a enfrentar desafios, como visto na Figura 25.

Figura 25- Participantes da segunda dupla engajados na montagem do protótipo.



Fonte: Créditos à Autora (2024).

Segundo Silva (2019), a presença da pista linguística “não” pode caracterizar um conflito ou algumas situações de argumentação, fundamentação e crítica. Dessa forma, no diálogo, quando B2 responde: “Mas acho que não tem nada a ver não. Mas acho que... Ah, tem azul aqui. Só que não é dela”. Aqui, B2 expressa uma interpretação diferente da situação, sugerindo que a ausência da cor azul pode não ser relevante ou indicativa de problema. Essa fala reflete um conflito de interpretação entre B1 e B2, onde cada um avalia a situação de forma distinta, contribuindo para uma divergência na compreensão do problema em questão. Na parte a seguir, analisamos as falas do diálogo, proporcionando uma visão das interações entre C1 e C2.

3ª Dupla -Diálogo 01

[...]
C1 Não é aqui
C2 É em cima.

C1 Não, não é em cima.
C1 A gente está fazendo alguma coisa errada. Aqui, porque você me falou que tinha esse buraco aqui, um buraco, eu estava encaixando aqui. [...]

O diálogo entre C1 e C2 durante a montagem do protótipo revela desafios na interpretação da tarefa e na coordenação das ações entre os participantes. Durante a conversa, C1 expressa preocupação ao notar que a peça está um pouco mais alta, enquanto C2 sugere uma localização diferente, argumentando que poderia estar "em cima". Essa divergência indica uma manifestação discursiva de conflito entre as percepções de ambos sobre a posição correta da peça, segundo a ilustração na Figura 26.

Figura 26- Terceira dupla durante a montagem do protótipo.



Fonte: Créditos à Autora (2024).

Além disso, C1 demonstra incerteza ao afirmar "Não é aqui", " Não, não é em cima" indicando um conflito sobre a escolha do local correto para encaixar a peça. Essa hesitação sugere uma situação em que as opções disponíveis não parecem satisfatórias, adicionando complexidade à tarefa. De acordo com Silva (2019), a presença da pista linguística "não" pode caracterizar um conflito ou situações de argumentação, fundamentação e crítica. No momento de interação do grupo focal, C2 menciona: *"Ah, foi um pouco difícil, foi mais difícil.", "Ah, porque...", "Não, nas fotos não estava mostrando certo essa peça, não dava para ver direito"*. Essas observações destacam os desafios enfrentados pela dupla, aumentando a complexidade da tarefa.

Finalmente, C1 reconhece que algo está sendo feito de forma errada ao mencionar que estava seguindo uma orientação anterior de C2 que não funcionou. Essa percepção indica um beco sem saída, nesta ocasião, os participantes não enxergavam possibilidades de saídas das situações de acordo com Engeström e Sannino (2011), sugerindo uma necessidade de rever e ajustar abordagens para avançar na montagem do protótipo. No excerto que se segue, são destacadas outras falas do diálogo:

3ª Dupla -Diálogo 02

[...]
C1 É o que não tá. Tipo, ele é muito grande. Muito comprido, ta vendo?
C2 Hurum
C1 Nem ia dar certo. Você não quer outro enquanto eu vou vendo.

Durante a tarefa, o diálogo entre C1 e C2 revela manifestações discursivas que refletem os desafios enfrentados pelos participantes. C2 menciona “Eu pensava que era desses assim.”, e C1 expressa um dilema ao mencionar que a peça não está adequada “É o que não tá. Tipo, ele é muito grande. Muito comprido, ta vendo?”, indicando uma dificuldade em encontrar a peça correta para a montagem. Essa manifestação revela uma situação de incerteza e indecisão sobre qual peça utilizar. Para Galleguillos (2016) expressões ou intercâmbio de avaliações incompatíveis denotam a existência de um dilema, pois apresentam pontos de vistas diferentes. A seguir, a Figura 27 mostra o momento em que a dupla está engajada na montagem do protótipo.

Figura 27- Terceira dupla engajada na montagem do protótipo.



Fonte: Créditos à Autora (2024).

Outra manifestação discursiva identificada foi beco sem saída, que, segundo Galleguillos (2016) é caracterizado por expressões de pressão e impotência. Tal manifestação pode ser observada no momento em que C1 afirma “Nem ia dar certo”, indicando que a abordagem atual não é viável para resolver o problema encontrado. Essa manifestação reflete a percepção de que a estratégia em uso não está produzindo os resultados desejados, sugerindo a necessidade de rever o plano de ação.

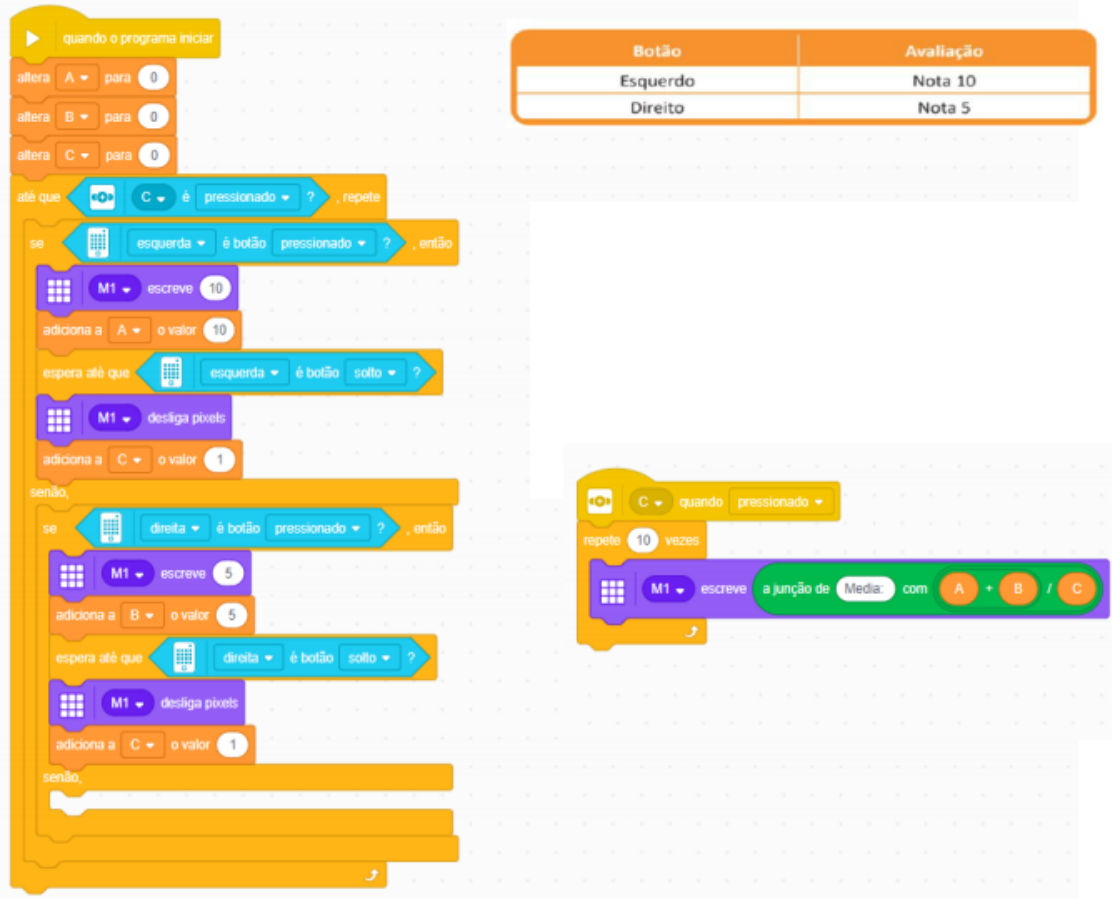
O diálogo entre C1 e C2 ilustra os desafios comuns enfrentados durante tarefas de montagem de protótipos, onde a identificação e seleção adequada de peças podem representar obstáculos. No momento da observação participante, foram registradas essas interações no diário de campo, contribuindo para uma compreensão mais detalhada dos desafios encontrados pelos participantes durante a montagem do protótipo.

5.1.3 Programação da Média Aritmética

No terceiro encontro, realizado em 11 de abril de 2024, os alunos progrediram na compreensão da historicidade ao iniciar a etapa de programação da média aritmética utilizando o Spike Prime, da LEGO Education. Nesse contexto, as duplas previamente formadas tiveram a oportunidade de demonstrar sua capacidade de aplicar os conceitos discutidos sobre média

aritmética. Eles foram desafiados a traduzir essas ideias em ações concretas, configurando os blocos de programação disponíveis na interface baseada em blocos. Essa etapa não apenas evidenciou a construção do conhecimento acumulado ao longo das sessões anteriores, mas também refletiu como as experiências passadas dos alunos influenciaram suas abordagens atuais. Ao interagir com a tecnologia, eles revisitaram e recontextualizaram os conceitos aprendidos, integrando a teoria à prática, como exemplificado na Figura 28 abaixo.

Figura 28- Programação da Média Aritmética realizada pelos participantes.



Botão	Avaliação
Esquerdo	Nota 10
Direito	Nota 5

Fonte: Créditos à Autora (2024).

Ao longo desta subseção, poderemos observar momentos de engajamento e colaboração entre os participantes, demonstrando a compreensão e a aplicação prática dos conceitos abordados. Além disso, iremos contemplar suas múltiplas vozes, identificando suas manifestações discursivas que surgiram durante o processo das tarefas. O excerto a seguir revela

as falas do diálogo entre A1 e A2, ilustrando a natureza da interação:

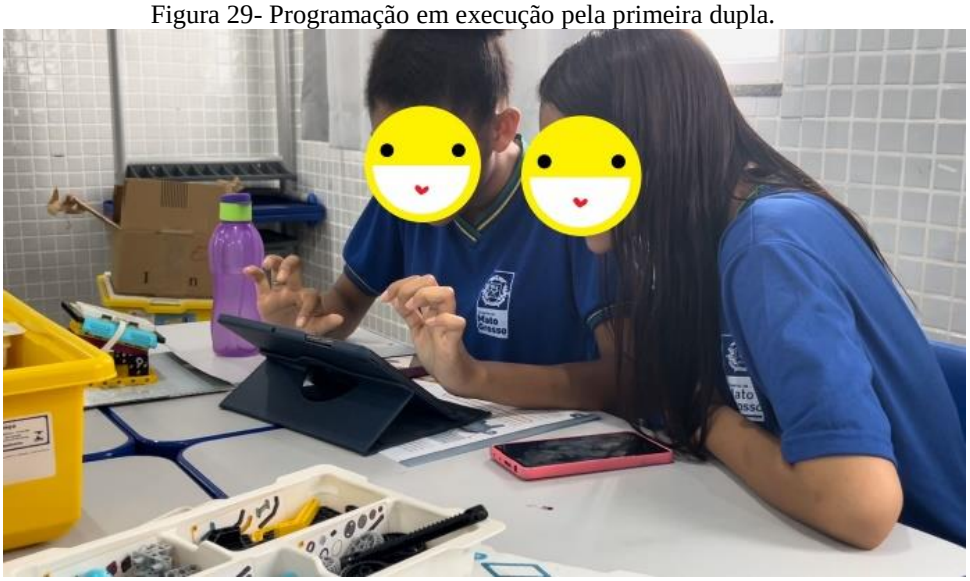
1ª Dupla -Diálogo 01

[...]
A1 Mas aqui tem o senão aqui embaixo.
[...]
A1 Não tem só o senão. É esse que pegamos errado.
A2 Como você pegou errado, se ali está certo?
[...]
A1 Pronto terminamos?
A2 Não, agora falta aqui embaixo
A1 Calma. Esse aqui veio de onde? Está certo agora.
A1 Aqui seria desligar pixels. Aqui. Não sei. Pronto. Tem mais o que? Eu só tirei de um lado.

Podemos identificar, no diálogo entre as participantes durante a tarefa de programação, manifestações discursivas que para Engeström e Sannino (2011), a palavra “mas” é uma das expressões marcantes do dilema. Essa hesitação reflete a dificuldade em tomar uma decisão clara sobre qual ação adotar em relação ao bloco mencionado. Durante a interação, a participante A2 expressa incerteza sobre a localização correta do bloco, mencionando “mas aqui tem o senão aqui embaixo”.

O conflito crítico surge em uma troca de falas onde a participante A2, questiona a interpretação da outro ao dizer “Como você pegou errado, se ali está certo?”. Esse questionamento revela uma discordância fundamental entre as participantes, refletindo uma tensão relevante em relação ao entendimento e à execução correta da tarefa. Essas divergências nas práticas sociais refletem a expressão de múltiplos pontos de vista, como enfatizado por Engeström (1999). Esse autor argumenta que diversos atores, com suas perspectivas únicas e conhecimentos especializados, colaboram na construção de um sistema de atividade complexo. Cada ator possui uma voz própria e contribui com uma compreensão particular para a situação em questão, como observado na Figura 29.

Figura 29- Programação em execução pela primeira dupla.



Fonte: Créditos à Autora (2024).

Durante a tarefa, a fala de A1 “Não tem só o senão. É esse que pegamos errado”. exemplifica um conflito apresentado pelas participantes. Nesse contexto, observamos discordância em relação ao entendimento ou interpretação do que foi realizado até o momento, indicando uma percepção de erro ou engano na abordagem adotada, o que sugere uma divergência relevante entre as expectativas e o resultado obtido. A presença da pista linguística “não”, conforme indica Silva (2019), pode caracterizar um conflito ou algumas situações de argumentação, fundamentação e crítica. O conflito é reforçado pela expressão dita por A2 “Não, agora falta aqui embaixo”, que indica uma falta de consenso ou entendimento sobre o próximo passo da tarefa. O conflito também é observado na expressão proferida por A1 “não sei” , demonstrando a dificuldade dos participantes em resolver os problemas encontrados durante a execução da programação.

Sobre os desafios encontrados durante a programação, ao ser questionada durante o momento de interação do grupo focal, A1 expressa: *“Mas achar os blocos, os blocos em si, tipo, colocar ele certinho no lugar deles. Bom, pra mim foi isso”*. expressando a dificuldade não apenas em encontrar os blocos necessários, mas também em posicioná-los corretamente, destacando a importância da precisão na execução da tarefa. No segmento a seguir, são apresentadas outras falas do diálogo, ampliando a compreensão da conversa:

1ª Dupla -Diálogo 02

A1 Junção de média.
[...]
A2 Tem escreve só?
A1 Hum... É? Calma. Média...
A2 E aqui seria... ABC.
A1Não, isso não é.
[...]

No diálogo analisado, identificamos manifestações discursivas importantes relacionadas ao processo de programação. Segundo Silva (2023), a expressão “calma” citada por A1, denota um conflito crítico. Desta forma, na expressão de A1 durante a fase de programação da fórmula da média aritmética, sugere uma necessidade de tranquilidade e foco diante das dificuldades enfrentadas na tarefa. Nesse momento, A1 está desenvolvendo um comando específico de um bloco de código, indicando a necessidade de realizar uma ação específica relacionada à junção da média. O que mostra a complexidade da tarefa e a importância de lidar com os desafios de maneira controlada e paciente para alcançar o objetivo pretendido.

No contexto do diálogo, A1 aborda a expressão “Não, isso não é.”, indica um conflito na interação entre as participantes. Durante a conversa, A2 aponta para a tela e sugere “E aqui seria... ABC”, o que gera uma reação de A1, que está argumentando, caracterizando claramente o conflito de acordo com Engeström e Sannino (2011), manifestado durante a tarefa de programação. Essa discordância sobre a interpretação ou aplicação dos elementos do código exemplifica um momento de divergência de entendimento entre as participantes, destacando a importância de resolver esses conflitos para promover o aprendizado e o desenvolvimento das habilidades de programação.

Conforme ilustrado na Figura 30, é importante destacar que, neste ponto específico do diálogo 02 entre as participantes A1 e A2, a atenção está voltada para a montagem da programação destinada ao cálculo da média aritmética. Este processo é representado pela aplicação da fórmula que permite a obtenção do valor médio, somando-se os elementos de um conjunto e dividindo-se o resultado pelo número total de elementos.

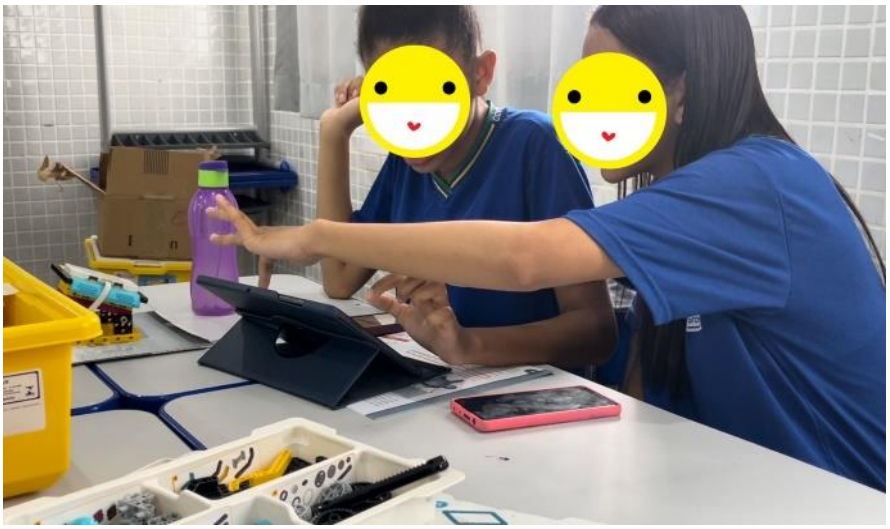
Figura 30- Fórmula da média aritmética

$$\bar{x} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} x_i = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_N}{N}$$

Disponível em: https://www.probabilidadyestadistica.net/media-aritmetica/#google_vignette. Acesso em 01/08/2024

Durante essa etapa, as participantes estão discutindo e tentando resolver questões relacionadas à implementação correta dessa fórmula no contexto da programação, buscando a melhor maneira de expressar matematicamente o cálculo desejado utilizando os blocos e comandos disponíveis no ambiente de programação. No decorrer da observação participante, foram registradas essas interações no diário de campo, demonstrando a colaboração entre A1 e A2 na resolução dos desafios de programação, como apontado na Figura 31.

Figura 31- Execução da programação pela primeira dupla.



Fonte: Créditos à Autora (2024).

Antes de iniciar o experimento no protótipo para verificar o resultado, a dupla realizou o seguinte cálculo em sua folha de rascunho: 10 + 5 / 2 = 12,5. Em seguida, repetiram o mesmo

cálculo no celular e também ao pressionar os botões no protótipo, (direito)[2] 1 voto para 5 e (esquerdo) 1 voto para 10, obtiveram novamente o resultado 12,5. No entanto, a dupla não percebeu que havia organizado os blocos A, B e C de maneira incorreta, resultando na expressão A + (B/C). Na programação, isso fazia com que a divisão fosse executada antes da adição, enquanto a fórmula correta, (A + B) / C, exige que a adição seja realizada primeiro, seguida pela divisão. Nesse ponto do diálogo, as manifestações discursivas se intensificaram devido ao desafio que a dupla enfrentou ao tentar converter a linguagem matemática para a programação. Isso envolvia compreender o conceito de média aritmética e aplicá-lo corretamente na lógica do protótipo, algo que ainda não haviam conseguido fazer.

Após questionarem o resultado à pesquisadora, essa percebeu que a dupla não havia identificado o erro na fórmula da média aritmética. A pesquisadora, então, oriento-as a revisar a organização das operações matemáticas e a programação, garantindo que a adição fosse realizada antes da divisão, conforme a fórmula correta. Essa orientação ajudou as alunas a ajustar a programação e a compreender a aplicação dos conceitos matemáticos. No segmento que se segue, outras falas do diálogo são mostradas entre A1 e A2:

1ª Dupla -Diálogo 03

[...]
A1 É dividido?
A2 É de vezes, não é?
A1 10 mais 5 dividido por 2 dá 12,5. É dividido? É dividido.
A2 Dá 12, opa. 12,5.

No diálogo entre A1 e A2, observamos um indicativo de beco sem saída ou duplo vínculo, refletindo uma situação de beco sem saída em relação ao entendimento da operação matemática em questão. A1 questiona se a operação é uma divisão, enquanto A2 sugere que seja uma multiplicação. Esse momento exemplifica a incerteza na interpretação da ação a ser realizada, onde os participantes estão indecisos sobre o caminho a seguir para resolver o problema proposto.

[2] O protótipo intitulado "Pesquisa de Satisfação", empregado nesta pesquisa, simula uma urna digital na qual os participantes atribuem pontuações, variando de 5 a 10. O sistema calcula a média aritmética das notas, multiplicando cada pontuação pela quantidade correspondente de votos e dividindo pelo total de votos. Além disso, ele identifica a moda, que é a pontuação mais frequentemente escolhida pelos participantes.

A ambiguidade na definição da operação causa uma parada na execução, já que cada participante expressa uma perspectiva diferente sobre o método correto. Esse tipo de situação pode representar um beco sem saída, pois as participantes enfrentam uma situação em que não encontram alternativas para prosseguir. Nesse ponto, conforme apontado por Engeström e Sannino (2011), pois as participantes precisam resolver o desacordo antes de avançar ou encontrar uma solução alternativa para prosseguir com a tarefa. O beco sem saída foi superado após às orientações da pesquisadora (P), que conduziu a dupla a revisar a estrutura das operações matemáticas, esclarecendo os procedimentos essenciais para a execução correta da tarefa. Em uma interação da dupla, descrita a seguir, são apresentados diferentes aspectos do diálogo.

1ª Dupla -Diálogo 04

A1 B A, C
A2 Não, tá a mesma coisa
A1 Não... eu espero que dê certo um,
A2 Não tá indo
A1 Professora o nosso não tá indo.
A2 Foi.
[...]
P: opa, vamos lá, ah, e aí, o que você fez? Deu certo?
A1 e A2 7.5 (resultado)
P: Olha, para lá, que legal, parabéns, parabéns.

Neste diálogo, há a indicação de conflito, conforme descrito por Galleguillos (2016), que ocorre quando há crítica e argumentação fundamentadas. Essa indicação se manifesta através da palavra “não” presente neste diálogo, que expressa a falta de sucesso na organização dos blocos. A participante A2 aponta que “não está a mesma coisa”, sugerindo uma situação de frustração ou insucesso na execução da tarefa. Em seguida, A1 também utiliza o termo “não”, ao afirmar “eu espero que dê certo um”, revelando uma expectativa não alcançada. Além disso, A1 relata à professora que “o nosso não tá indo”, indicando uma dificuldade na resolução do problema. Esses elementos destacam a complexidade da situação enfrentada pelas participantes durante a tarefa de programação.

A interação entre a pesquisadora e a dupla de participantes reflete um momento de reconhecimento, valorização das ações e das vozes encontradas durante a tarefa que é uma característica da multivocalidade, segundo Engeström (1999). Ao perguntar “o que você fez? Deu certo?”, a pesquisadora demonstra interesse genuíno pelo progresso da dupla e incentiva-os

a compartilhar suas realizações. Quando A1 e A2 respondem com o resultado de 7.5, a pesquisadora expressa entusiasmo e parabeniza a dupla, reconhecendo o esforço e o sucesso alcançado. É importante destacar que a dupla obteve o resultado correto após ajustar a fórmula da média aritmética e realizar diversos experimentos. No próximo trecho, você verá um diálogo entre as integrantes da 1ª e 2ª Dupla, que destaca as nuances da comunicação:

1ª e 2ª Duplas -Diálogo 05

A1 Não, espera.
B1 Qual o erro?
B1 Então, 10, 5, 10, 5,
A1 mais 5, mais 10, mais 5.
B2 Dividido por 3?
A1 1, 2, 3, 4. E 30 dividido por 4.
B1 Tem que pegar 20. 10, 10, 20.
A1 10, 10, 20, 5.
A2 Ah, tá.
A2 Foi aquele que fizemos no papel
B2 Tá.
B2 2 vezes 10, né? 10, 2. 2 vezes 5. 1, 2.
A1 Média. 7,5.
B2 Ta certo

Nesse diálogo, a dupla B1 e B2 se junta a A1 e A2 enquanto estes últimos realizam o experimento no protótipo após completar sua tarefa. Ao acompanharem a programação feita por A1 e A2 e os experimentos de votos para o cálculo da média aritmética, B1 e B2 participam ativamente da discussão, indicando a manifestação de conflito. Durante a interação, B1 e B2 argumentam e sugerem possíveis cálculos para compreender a lógica por trás da programação. Por exemplo, ao mencionar “Tem que pegar 20. 10, 10, 20”, B1 está tentando entender e interpretar os valores apresentados.

Apoiado em Engeström e Sannino (2011) este momento pode ser caracterizado como uma negociação de significados que tem como característica negociar significados e resolver situações conceituais e práticas. Da mesma forma, B2 contribui com sua interpretação ao mencionar “2 vezes 10, né? 10, 2. 2 vezes 5. 1, 2”, demonstrando um esforço para desvendar o raciocínio por trás dos números apresentados. A manifestação desse conflito na interação entre as duplas ilustra um momento de troca de perspectivas e esforço conjunto para compreender e validar os resultados obtidos durante a programação do protótipo.

Nessa mesma perspectiva, Santos *et al.* (2019) destacam que a robótica educacional proporciona um aprendizado prático, que desenvolve o raciocínio lógico e a capacidade de

analisar problemas e encontrar soluções para os desafios propostos. Essa abordagem prática e interativa permite que os alunos apliquem conceitos teóricos em situações reais, promovendo um entendimento sólido dos conteúdos estudados, e fortalecendo as habilidades de colaboração e resolução de problemas.

A tarefa realizada por A1 e A2 consistiu em simular a distribuição de votos, sendo 2 votos de 10 (totalizando 20) e 2 votos de 5 (totalizando 10). Em seguida, calculam a média aritmética, que é representada por (20 + 10) / 4, resultando em 7,5. Durante esse experimento, A1 e A2 conseguiram obter os resultados esperados, evidenciando sua compreensão da linguagem de programação e sua habilidade na realização dos cálculos da média aritmética. Veja a seguir falas do diálogo no excerto apresentado entre B1 e B2, que exemplificam a troca de ideias:

2ª Dupla -Diálogo 01

[...]
B2 Tem que ter três. A, B e C.
B1 Mas não tem. Sério que é esse aqui mesmo? Mas só que aí não tem. Coloca o nome. Foi. Aí a junção de...A...A...Média.
B2 Média?
[...]
B2 Mais...B...Mais... C...Não, não é mais não. B... Não é mais. É um tracinho assim. C. C.
[...]

Nesta transcrição das falas dos participantes, identificamos indícios de conflito entre os participantes B1 e B2 durante o processo de programação. A fala de B1, “Mas não tem. Sério que é esse aqui mesmo?”, reflete uma incerteza ou dúvida sobre a escolha ou utilização do bloco específico na programação. Silva (2019) menciona que a presença da pista linguística “não” pode caracterizar um conflito ou algumas situações de argumentação, fundamentação e crítica. A expressão citada indica que B1 está questionando se o bloco selecionado é realmente o correto para a tarefa em questão, sugerindo uma falta de clareza ou confusão sobre a função do bloco.

Na tarefa, quando B2 aborda a expressão, “Não, não é mais não. B... Não é mais”, revela uma discordância ou correção em relação à interpretação de B1. Então B2 argumenta em relação a informação anteriormente apresentada por B1, indicando que a opção escolhida em relação ao bloco não é mais a adequada ou não está de acordo com o que foi planejado. Observamos que certos termos são recorrentes e estão associados ao modelo de Engeström e Sannino (2011),

como a palavra “argumentar”, que é uma característica do conflito e pode ser resolvida por meio de negociação ou encontrando um compromisso, conforme exibido na Figura 32.

Figura 32 – Programação em andamento pela segunda dupla.



Fonte: Créditos à Autora (2024).

Quando B1 diz: “Mas só que aí não tem”, há indícios de um conflito crítico no diálogo entre os participantes. Essa expressão de B1 sugere uma frustração ou desapontamento em relação à situação encontrada na programação. Segundo Silva (2023), o conflito crítico é denotado pela presença de motivos contraditórios durante a interação social, acompanhada de entonação de voz ou sinais de irritação. No diálogo B1 está comunicando que algo essencial ou necessário para a tarefa não está disponível ou não está claro no contexto. Essa manifestação pode refletir um momento de incerteza na resolução do problema, onde os participantes estão confrontando obstáculos ou limitações no desenvolvimento da programação. O conflito crítico foi superado neste diálogo quando a dupla revisou os blocos de programação e os reorganizou corretamente. Confira abaixo outro diálogo protagonizado pela mesma dupla, apresentando a continuidade da conversa:

2ª Dupla -Diálogo 02

B1 Média. Agora vai de novo.
B2 Não, espera ai. Vota aqui.
[...]
B2 Dez. Calma.
B1 Cinco. Média. Doze.
B2 Doze ponto cinco.
B1 Ah, tá errado. Repete dez vezes. C quando pressionado. Média. Calma que eu falei pra você, ó. Esse A aqui, ó. Ele tá em cima. Pera lá, sai. Ele tá em cima. Tira isso aqui. Ele tá em cima desse aqui.
[...]

B2 Ele não encaixa. Esse é o problema, não tá encaixando.
B1 Ele tem que tá em cima. Não tem como esse aqui tá em cima dele. Calma lá, calma lá.

Neste diálogo entre as participantes da 2ª dupla durante a programação da média aritmética, podemos identificar indícios de conflito quando B2 expressa “Não, espera ai”, o que indica um momento de desacordo entre os participantes B1 e B2 durante a tarefa de programação. Essa interjeição sugere uma pausa ou interrupção no fluxo da conversa, apresentando que B2 está discordando ou questionando algo que foi dito anteriormente por B1. Caracterizar um conflito ou algumas situações de argumentação, fundamentação e crítica é possível com a presença da pista linguística “não”, segundo Silva (2019).

Neste momento do diálogo, a dupla estava realizando experimentos da média aritmética, porém não percebeu um erro na disposição dos blocos, o que resultou em erros no cálculo final. Essa situação apresenta uma discordância na interpretação ou execução da programação, destacando a importância da comunicação e da correção de erros para o sucesso da tarefa.

Em outro momento do diálogo entre B1 e B2 podemos observar uma manifestação de um beco sem saída relacionado aos blocos de programação. B2 expressa essa dificuldade ao dizer: “Ele não encaixa. Esse é o problema, não tá encaixando”. Essa declaração indica que os participantes estão enfrentando um desafio técnico específico, possivelmente relacionado à configuração ou à ordem dos blocos. De acordo com Engeström e Sanino (2011), nesta ocasião os participantes não enxergavam possibilidades de saídas das situações, o que denota um beco sem saída, sugerindo uma necessidade de rever e ajustar abordagens para avançar na programação.

Em seguida, B1 reforça essa situação ao mencionar: “Ele tem que tá em cima. Não tem como esse aqui tá em cima dele”. Isso sugere que há uma dificuldade em posicionar corretamente os blocos de programação no ambiente de desenvolvimento. A expressão “não encaixa” indica uma incompatibilidade ou erro na disposição dos blocos, o que está impedindo o progresso na programação. Esse beco sem saída pode representar uma interrupção momentânea no processo de programação, onde os participantes precisam resolver o problema específico para continuar avançando. O beco sem saída foi resolvido neste diálogo quando a dupla revisou e reorganizou os blocos de programação de maneira correta, garantindo a execução precisa da lógica e a compreensão completa dos conceitos envolvidos.

A Figura 33 ilustra a segunda dupla trabalhanod na programação. Nessa interação, emerge o diálogo em que, a palavra “calma” é mencionada várias vezes por B1 e B2, indicando um conflito crítico. Nesse contexto, os participantes estão enfrentando motivos contraditórios em sua interação social, o que pode ser interpretado como uma expressão de irritação ou descontentamento. Essa manifestação pode ser categorizada como um conflito crítico, que envolve uma estrutura narrativa pessoal, emocional ou moral, de acordo com Engeström e Sannino (2011).

Figura 33- Segunda dupla trabalhando na programação.



Fonte: Créditos à Autora (2024).

No decorrer da interação do grupo focal B1 comenta: *“Foi ali na parte de a gente achar o A, o B e o C. A gente teve aquela dificuldade”,* complementa *“E também a outra dificuldade que a gente teve ali que teve que desmontar várias vezes para refazer foi a parte em que estava ficando dividindo na frente e o mais depois. Aí estava dividindo, depois mais. Até a gente conseguir arrumar para ficar mais depois dividir”,* e quando questionada pela pesquisadora se tiveram que refazer toda a programação, B1 relata *“Tudo de novo, não. A gente não retirou tudo. Só tirou a parte do mais e o dividido. Só essa parte que a gente retirou para estar trocando”*. Essa sequência de declarações aponta os desafios encontrados no processo de programação, apresentando os obstáculos enfrentados pela dupla e as soluções parciais que foram implementadas para corrigir os problemas sem recomeçar completamente a tarefa. No excerto a seguir, destacamos outra interação da dupla B1 e B2:

2ª Dupla -Diálogo 03

[...]
B1 Cinco. Dez. Dez. Cinco. Tá. Cinco por quatro. Coloca aí vinte e cinco dividido por quatro.
B1 Dividido?
B2 Seis vírgula vinte e cinco. Média. Sete vírgula.
B1 Não.
B1 Cinco. Dez. Vinte. Trinta e cinco.
[...]
B1 Trinta e cinco dividido por... Desculpa aí, minha memória foi falha agora.
B2 Dividido por?
B1 Por quatro.
B2 Oito vírgula setenta e cinco.
B1 Não, é dividido por cinco.
B2 Tá, agora vai ter que somar tudo de novo.
B1 Vai.
B2 É cinco.
B1 Era cinco.
B2 Cinco.
B1 Cinco.
B2 Dez.
B1 Dez.
B2 Dez.
B1 Cinco.
B2 Cinco. Trinta e cinco.
B1 Dividido por cinco.
B2 Trinta e cinco dividido por cinco. Sete. Sete.
B1 E lá deu?
B2 Média. Sete. Sete.
B1É isso aí.
B2 Foi.
B1É, deu certo.

No contexto desse diálogo entre as participantes da 2ª dupla durante a programação da média aritmética, podemos identificar indícios de conflito quando os participantes expressam dúvidas ou discordâncias em relação aos cálculos e procedimentos realizados. A presença da pista linguística "não" pode caracterizar um conflito ou algumas situações de argumentação, fundamentação e crítica, de acordo com Silva (2019). Por exemplo, quando B1 menciona "Não" após uma sugestão incorreta de B2, isso demonstra uma tentativa de correção ou ajuste na comunicação. Da mesma forma, quando B1 diz "Não, é dividido por cinco" após B2 mencionar uma resposta incorreta, isso indica uma discordância em relação ao cálculo feito.

Nesse diálogo, as participantes estão realizando experimentos no protótipo, usando o celular e papel para verificar seus cálculos da média aritmética. Durante a interação, observamos um processo de resolução de problemas e tentativas de chegar a um resultado correto. B1 e B2 mencionam números e realizam cálculos, inicialmente dividindo 25 por 4, resultando em 6,25, e

posteriormente corrigindo para 35 dividido por 5, que é 7. Esse processo ilustra o esforço contínuo para chegar a um resultado correto. Rodrigues (2020) enfatiza que a robótica oferece aos alunos uma experiência interativa e enriquecedora, permitindo-lhes visualizar a matemática de maneira prática em contextos reais. Isso demonstra como a robótica pode transformar o aprendizado da matemática, tornando-o mais concreto e envolvente ao conectar conceitos teóricos com práticas reais.

Durante esse processo, há momentos de correção e confirmação entre as participantes, como quando B1 menciona a sequência de números 5, 10, 10, 5 e 5, seguidos por B2 confirmando e realizando os cálculos. No final, as participantes conseguem chegar ao resultado correto, fazendo a soma dos números (5+5+10+10+5) e dividindo por 5, obtendo a média aritmética 7. Neste momento, a interação mostra a dupla refletindo e assimilando os conceitos de média aritmética ao converter a linguagem matemática em programação. Esse processo culmina na aplicação correta do conceito no protótipo, mostrando a compreensão e a capacidade de aplicar teorias matemáticas na prática de programação.

O diálogo entre B1 e B2 sugere que elas enfrentaram desafios durante a programação da média aritmética. Segundo Engeström (1999), a multivocalidade está associada a essas manifestações inerentes a um sistema de atividade. Essas manifestações surgem devido a diferentes pontos de vista, objetivos, interesses ou valores dos atores envolvidos. No momento onde as manifestações discursivas ocorrem, podem gerar conflitos produtivos, que impulsionam o desenvolvimento e a mudança no sistema de atividade. Na situação descrita pelo diálogo, as participantes propuseram uma mudança por meio da reorganização dos valores e verificação dos blocos de programação, bem como reorganização do pensamento na resolução de problemas nos cálculos quando não alcançavam a resposta correta.

Importante destacar que, durante a interação no grupo focal, B2 comentou sobre os desafios encontrados na programação da média aritmética: *"Eu acho que foi aquela parte que a soma estava dando errada, né? Porque a gente colocou, acho que foi ao contrário, né? Aí não estava dando certo, aí a gente colocou..."*. Quando a pesquisadora questionou em qual parte da programação isso ocorria, B2 respondeu: *"Aquela do A, com B e C"*. Em seguida, B1 complementou: *"A mais B. E dividido para C"*. A pesquisadora então perguntou: *"Mas o que você estava fazendo? O que você entendeu que estava errado?"*. B1 explica*: "A gente colocou o A mais B e depois a gente colocou o C. A gente fez da forma errada. Ele estava dividindo*

depois somando”. Esse diálogo apresenta os obstáculos enfrentados pelo grupo na compreensão e execução correta da sequência lógica na programação, indicando a importância de revisar os conceitos básicos e a ordem das operações para alcançar o resultado esperado. No fragmento subsequente, são observadas as falas do diálogo entre C1 e C2, oferecendo uma nova perspectiva:

3ª Dupla -Diálogo 01

[...]
C2 O roxo.
C1 Não, mas tem dois roxos. Que é som e a luz. Vai ser o som. Não, vai ser a luz. [...]
C2 Esquerda de novo
C1 Esse aí não tem. Será que dá para eliminar isso aqui? Vamos... É...Escreve aqui não tem nada de escreve.
C2 Não tem.
[...]
C1 Deixa eu ver, espera aí. Só um negócio aqui. Não, só dá para definir isso.
C2 Não, é tipo desse.

No diálogo apresentado entre os participantes C1 e C2 durante a programação da média aritmética, a palavra “não” é utilizada em diversos momentos para expressar indecisão, negação e busca por esclarecimento. Cada instância em que essa palavra é empregada reflete os desafios e as incertezas enfrentadas pelos participantes ao lidar com a complexidade da programação. Silva (2019) menciona que a presença da pista linguística “não” pode caracterizar um conflito ou algumas situações de argumentação, fundamentação e crítica. Primeiramente, quando C1 diz “Não, mas tem dois roxos”, ele está negando uma afirmação anterior ou destacando uma contradição dentro das opções disponíveis sobre a escolha entre duas opções (som e luz). Essa expressão revela a dificuldade em escolher entre duas opções semelhantes, indicando uma falta de clareza ou preferência definida.

Em seguida, ao afirmar “Não, vai ser a luz”, C1 rejeita a opção anterior de som e opta pela luz. Essa mudança repentina de escolha sugere uma reflexão em tempo real sobre qual caminho seguir na programação, indicando uma necessidade de revisão ou reavaliação das opções. Outro momento em que “não” é usado ocorre quando C1 diz “Não tem”, indicando que uma determinada opção ou recurso não está disponível ou não é aplicável na situação atual. Isso sugere uma frustração ou dificuldade em encontrar os blocos necessários para avançar na programação, como revelado pela Figura 34.

Figura 34- Momento em que a terceira dupla executa a programação.



Fonte: Créditos à Autora (2024).

No momento em que C1 afirma “Não, é tipo desse”, busca corrigir ou esclarecer uma interpretação anterior, usando uma comparação para melhorar a compreensão mútua entre os participantes. Suas múltiplas vozes e historicidade foram compreendidas pelo outro de forma que eles puderam expandir e desenvolver sua capacidade de lidar com os desafios conforme abordado por Engeström (1999). Esse processo de comunicação e colaboração permitiu aos participantes superar obstáculos, explorar diferentes perspectivas e promover o desenvolvimento coletivo dentro do sistema de atividade. A interação entre C1 e C2 reflete a importância da multivocalidade e do engajamento ativo na resolução de problemas, destacando a dinâmica transformadora presente na prática colaborativa. A seguir, destacamos outro exemplo de diálogo da dupla, que ilustra diferentes abordagens na discussão:

3ª Dupla -Diálogo 02

[...]
C2 Média. Espera aí.
P Esse pontinho é uma vírgula?
C1 Média. 12,5.
P E aí? Está certo?
[...]

P O que está errado?
C1 Porque está fazendo tudo ao mesmo tempo, junto. A senhora falou que tem que somar primeiro para depois dividir.
[...]
C1Como que a gente vai fazer isso?
C2 Espera aí.
C1Olha, o problema é ... Ele está fazendo como eu fiz aqui. Ele está somando, colocando todos os números dentro da conta. Sendo que ele tem que somar depois e passar dividindo para ter o resultado certo.
C2Mas espera aí. Eu coloquei os dois números. Primeiro não tem que apertar aqui, será?
C1 Não. Porque você votou duas vezes. Tem alguma coisa de errado ai. Aqui? É o verde. Aqui que está errado. Junção, a gente tira isso daqui. Vamos tirar espera ai. Igual a B. E agora a gente faz o que?
C2 Será que esta com problema ai ou não?
[...]

No diálogo entre C1 e C2, há indícios da manifestação beco sem saída na fala "Como que a gente vai fazer isso?" proferida por C1. Nesse momento, os participantes estão enfrentando dificuldades para resolver a discrepância entre os resultados obtidos em suas anotações e os resultados apresentados no visor do protótipo. A incerteza manifestada por C1 reflete a sensação de estar sem saída diante do problema que estão enfrentando. Neste contexto, não enxergam possibilidades de saída das situações, o que denota um beco sem saída conforme descrito por Engeström e Sanino (2011). Os participantes questionavam como proceder diante da situação problemática, indicando a complexidade da tarefa e a dificuldade em encontrar uma solução imediata. A pergunta de C1 pode revelar um momento de beco sem saída na resolução do problema, demonstrando a necessidade de uma estratégia ou abordagem alternativa para avançar na tarefa de programação da média aritmética. No diálogo, o desafio foi superado pela dupla quando a pesquisadora os incentivou a revisar os blocos de programação, permitindo-lhes identificar e corrigir erros, e resultando em uma compreensão da aplicação dos conceitos no protótipo.

Na transcrição das falas dos participantes, observamos indícios de dilema nas interações durante a tarefa de programação da média aritmética. Na primeira frase, "Mas espera aí. Primeiro não tem que apertar aqui, será?", C2 expressa dúvida sobre a sequência correta de ações, indicando uma pausa para refletir e questionar se é realmente necessário apertar algo naquele momento. Conforme Galleguillos (2016), a presença de discordância de opiniões caracteriza essas expressões como manifestações do dilema. Essa reflexão apresenta a dificuldade do participante em tomar uma decisão clara, revelando um dilema quanto ao curso de ação a ser

seguido.

Na fala “E agora a gente faz o que?”, C1 demonstra uma sensação de perplexidade e busca por orientação ou esclarecimento sobre o próximo passo a ser tomado. A expressão “e agora” denota a urgência em encontrar uma solução diante da incerteza sobre como proceder corretamente na colocação de um determinado bloco, indicando um possível dilema enfrentado pelo participante. De acordo com Engeström e Sannino (2011), um dilema é caracterizado por uma expressão ou troca de avaliações incompatíveis, podendo ocorrer tanto entre pessoas quanto dentro do discurso de uma única pessoa. Já na frase “Será que está com problema aí ou não?”, o participante C2 expressa preocupação sobre a possibilidade de existir um problema ou erro na situação em que se encontram. Essa manifestação discursiva reflete uma incerteza quanto à integridade ou funcionamento correto do protótipo utilizado na tarefa, apresentando assim um dilema, como indicado pela Figura 35.

Figura 35- Terceira dupla realizando a programação.



Fonte: Créditos à Autora (2024).

Durante a observação participante, essas interações foram registradas no diário de campo. Os registros sugerem que os participantes não perceberam que os blocos utilizados na programação para o cálculo da média aritmética estavam colocados de forma incorreta, resultando em um valor de 12,5. Nesse momento, enfrentaram o desafio de identificar e corrigir

os erros na estrutura da programação para alcançar o resultado correto. No trecho seguinte, mostramos um novo diálogo da dupla, que adiciona camadas à interação:

3ª Dupla -Diálogo 03

C2 Ajuda aí, ajuda aí. É, não, não consegui.
C1 Então, tá aqui. Ela fala assim.
B1 Coloca isso aqui em cima. Não. Ao contrário, ao contrário.
C2 Nós já fizemos isso.
B1 Não, ao contrário.
C1 Pera aí, você quer colocar qual em cima do outro?
B1 Aí, tenta. Vai, pode tentar. Tá, ele é assim mesmo, demorou um século. Aí, isso.
C1 Mesma coisa.
B1 Não, não, tem diferença aí.
C2 Não é assim que você tá falando.
B1 Tira, isso, coloca em cima. Isso.
C1 Não, cara, pera aí.
B1 Ah, foi, foi. Ah, agora já se colocaram.
C2 Não acredito, a gente tá errando mais disso aí.
[...]
C2 Eu tava errando mais disso. Não acredito nisso aí.
C1 Maravilha. É um negócio tão simples.
[...]

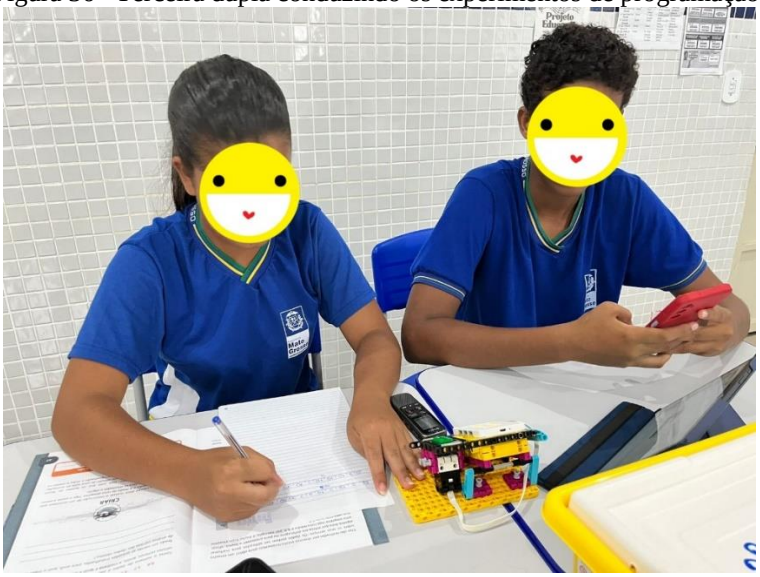
No diálogo, quando C2 afirma "Nós já fizemos isso", podemos observar indícios de um beco sem saída na interação. De acordo com Engeström e Sannino (2011), essa expressão sugere que os participantes não conseguem visualizar possibilidades de saída das situações em que se encontram, o que caracteriza um beco sem saída. Isso indica a necessidade de rever e ajustar suas estratégias para a realização da programação, a fim de superar o beco sem saída enfrentados durante a tarefa. Essa manifestação revela uma sensação de frustração, sugerindo que os participantes já haviam tentado essa abordagem anteriormente, sem sucesso na programação. Na fala de B1, quando afirma "Não, não, tem diferença aí", a repetição enfática do "não" indica uma negação assertiva, sugerindo que B1 está discordando de uma afirmação anterior de C1.

Nas interações descritas nos diálogos, observamos indícios de conflito nas expressões "Não, cara, pera aí" por parte de C1 e "Não acredito, a gente tá errando mais disso aí" e "Não acredito nisso aí" por parte de C2 revelam uma combinação de frustração e surpresa diante da constatação de que os erros identificados na programação eram, na verdade, de fácil correção. De acordo com Silva (2019), é possível caracterizar um conflito ou algumas situações de argumentação, fundamentação e crítica com a presença da pista linguística "não". Após receberem orientações de B1, os participantes perceberam que a solução para os problemas

encontrados era mais simples do que imaginavam. As falas anteriores dos participantes apresentam o uso repetido da palavra “não” para contestar entre si, o que sugere uma manifestação no diálogo.

No caso específico, os participantes identificaram que alguns blocos estavam posicionados incorretamente na fórmula para calcular a média aritmética. Inicialmente, a expressão era interpretada como A + (B / C), o que gerava resultados errôneos devido à execução da divisão antes da adição. Após uma intervenção e uma análise mais detalhada, eles perceberam que a fórmula correta deveria ser (A + B) / C. Esta fórmula exige que a adição seja realizada antes da divisão, conforme ilustrado na Figura 36, onde a dupla conduz os experimentos.

Figura 36– Terceira dupla conduzindo os experimentos de programação.



Fonte: Créditos à Autora (2024).

No momento em que o grupo focal interagia, a pesquisadora questionou a dupla sobre os desafios encontrados ao finalizarem a programação da média aritmética. C2 menciona: *“Foi a mesma coisa, professora. Aí eu pedi ajuda para a B1. Aí eu entendi como faz”.* Ele explica: *“Eu estava colocando o dividir primeiro e depois a soma. Aí ela me ajudou, colocou a soma primeiro e depois dividiu. Aí deu certo”.* Essa interação demonstra a importância da colaboração e do apoio mútuo na superação de dificuldades técnicas, destacando como a troca de conhecimentos e a correção conjunta contribuíram para o sucesso da tarefa.

Essas reações demonstram não apenas a importância da atenção aos detalhes na resolução de problemas, mas também a sensação de alívio e descoberta quando uma solução aparentemente complexa se revela simples e acessível. As expressões “Não acredito” refletem a surpresa dos participantes ao perceberem que a solução estava ao alcance e destacam a importância do processo de aprendizagem durante a tarefa, onde a correção de erros leva ao desenvolvimento de novos entendimentos e habilidades. Em seguida, confira uma nova interação da dupla:

3ª Dupla -Diálogo 04

C1 Vai, coloque aí. Dez, cinco. Dez, dez, dez. Dez,
C2 Nove.
C2 Deu certinho.
C1 Ok, essa deu certo. Tá, agora vamos fazer de sete pessoas. Dez, cinco, dez. Três, quatro, cinco. Tá certo. Vai, é dez. Ou não, é isso. E cinco. Tá certo, né? Cinquenta dividido por sete. Vai dar? Ok, a gente tira. E volta de novo. Dez. Cinco. Dez. Dez. Cinco. Cinco. Cinco. Por favor, por favor, por favor.
C2 Sete, Quatorze, vinte e oito, e Cinquenta e sete.
[...]
C2 Tá tudo certo. Sete, Quatorze, vinte e oito, cinquenta e sete.
C1 Nossa.
C2 Certinho.
C1 Esse daqui deu certo. Esse daqui deu certo. O nosso deu certo, Professora. A gente fez de cinco pessoas, que deu nove. E a gente fez de sete pessoas, que deu sete virgula quatorze. Aí ele deu o resultado até o número sete aqui. Perfeito. Perfeito.
P Ótimo, ótimo, ótimo.
C1 Entendeu?
P Parabéns.

Neste diálogo, observamos a finalização do processo de programação após C1 e C2 realizarem experimentos que confirmaram a correção da programação. Ao longo da tarefa, a dupla enfrentou diversos desafios, revelados por indícios de conflito, dilema e beco sem saída. No entanto, ao realizarem os experimentos finais e obterem resultados corretos, eles demonstraram habilidade para superar esses obstáculos e validar os cálculos realizados.

Durante este diálogo, a dupla realizou dois experimentos. No primeiro, a média aritmética foi calculada como (10+5+10+10+10) / 5 = 9. No segundo, a média aritmética foi calculada como (5+5+5+5+10+10+10) / 7 = 7,142857. Durante esses experimentos, observamos a interação entre eles enquanto enfrentavam desafios e identificavam erros, o que resultou em um processo de aprendizado e correção para alcançar os resultados desejados. É perceptível que, após compreenderem a linguagem matemática da média aritmética, a dupla conseguiu executar

com sucesso a programação correspondente, aplicando corretamente o conceito e demonstrando um entendimento integrado entre teoria e prática.

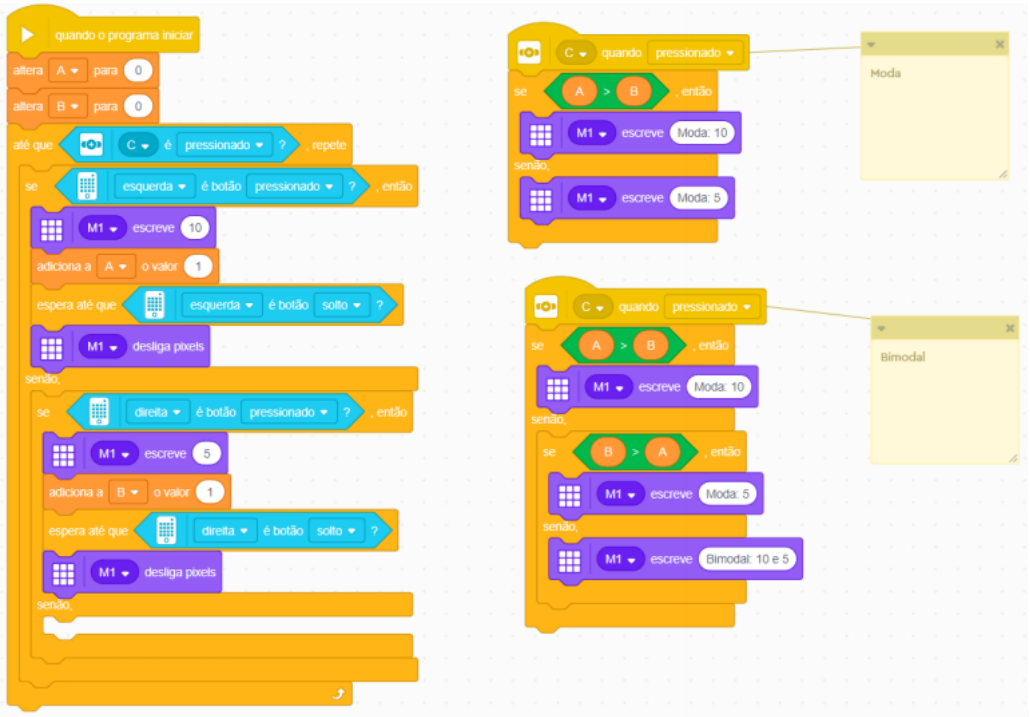
Gomes (2021) destaca que problemas práticos facilitam a visualização dos alunos durante as atividades, o que, por sua vez, contribui para a aplicação efetiva de conceitos matemáticos. No contexto da robótica educacional, essa abordagem prática permite aos alunos experimentar e aplicar diretamente esses conceitos, tornando o aprendizado mais concreto e envolvente. Assim, a prática dos testes ilustra como a robótica pode integrar conceitos matemáticos em situações reais, promovendo um aprendizado mais dinâmico e relevante.

A interação entre C1 e C2 mostra uma colaboração ativa, onde compartilham ideias, corrigem erros e celebram os acertos. Esse processo demonstra como os participantes lidaram com os desafios da tarefa e progrediram ao longo do diálogo, revelando um ambiente de aprendizado colaborativo. De acordo com Santos (2014), esse ambiente oferece aos estudantes a oportunidade de explorar novas ideias, descobrir diferentes abordagens e desenvolver a capacidade de formular hipóteses, investigar soluções, estabelecer conexões e chegar a conclusões através da construção e teste de protótipos.

5.1.4 Programação da Moda

No quarto encontro, realizado em 23 de abril de 2024, os alunos avançaram na tarefa de programação, focando agora na moda estatística, prosseguindo na historicidade. Durante essa sessão, as duplas aplicaram os conhecimentos prévios adquiridos sobre moda estatística para configurar os blocos de programação na interface específica. A linguagem de programação baseada em blocos possibilitou a criação de sequências de comandos que permitiram calcular e exibir a moda dos conjuntos de dados inseridos no protótipo, como mostrado na Figura 37 a seguir.

Figura 37- Programação da Moda realizada pelos participantes.



Fonte: Créditos à Autora (2024).

É relevante destacar que após os alunos já terem realizado a programação da média aritmética, na programação da moda, eles demonstravam uma percepção mais refinada sobre como organizar os blocos de programação. Conforme avançavam na tarefa, puderam aplicar de forma mais eficaz os conceitos aprendidos anteriormente, adaptando-os ao novo contexto da moda estatística. O excerto a seguir destaca as falas do diálogo entre A1 e A2:

1ª Dupla -Diálogo 01

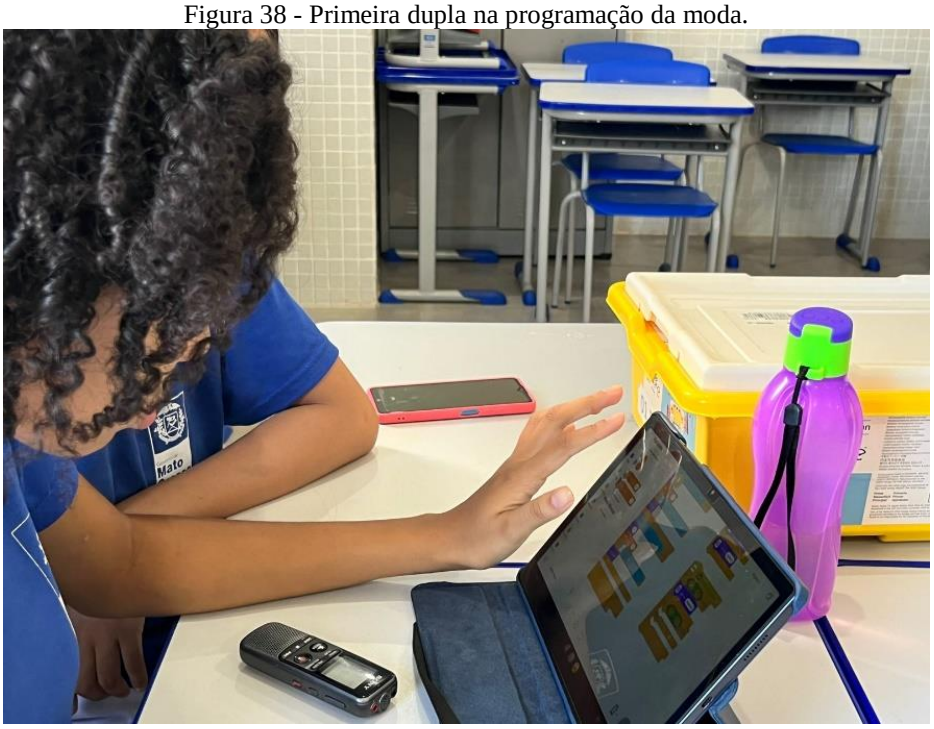
[...]
A2 Tá se perdendo. A gente ta bem aqui, né?
[...]
A1 Não, pera aí. Calma. Começo. Aí, espera até que... Desliga pixels. Aqui, esse aqui. Aí, vem.
[...]
A1 Mas eu não coloquei o senão ainda. A gente errou. Esse aqui. Aqui tem que ser... esse aqui para cá e esse para cá. Esse aqui. Direita. Esquerda, direita, sei lá . Pressionado.
[...]
A1Eu estou confundindo com esse aqui debaixo. Aí, escreve. Que é gravar, né? 5
A2 Aqui vai ter senão de novo. Então, a gente já não pode...
[...]
A2 A gente fez errado de novo, né?
[...]

No diálogo 01, as participantes estavam envolvidas na programação da moda, buscando configurar os blocos de programação de acordo com os requisitos da tarefa. No entanto, devido à presença de muitos blocos em determinados momentos, foi perceptível que elas estavam enfrentando dificuldades. Esses desafios sugerem a possível ocorrência de manifestações discursivas que refletem as dificuldades enfrentadas pelas participantes durante o processo de programação.

O indício de beco sem saída, pode ser observado na frustração expressa por A2, que surge após as dificuldades enfrentadas pelas participantes. A expressão “A gente fez errado de novo, né?” reflete a sensação de estagnação ou falta de progresso na resolução dos problemas (Engeström; Sanino, 2011). Isso destaca a importância de revisar e ajustar as estratégias para tranformação da linguagem matemática da moda para a linguagem de programação correspondente. Esse processo de compreensão é fundamental para assegurar que os conceitos matemáticos sejam interpretados e aplicados corretamente no contexto da codificação, possibilitando uma correspondência precisa entre as duas linguagens.

Na frase quando A2 expressa “Tá se perdendo. A gente tá bem aqui, né?” reflete uma sensação de frustração ou desorientação. Essa expressão sugere que ela percebe uma falta de progresso ou direção na tarefa que estão realizando. Dessa forma, podemos interpretar essa fala como indicativa de que as participantes podem estar se sentindo presas em um ponto da atividade, incapazes de avançar ou encontrar uma solução para o problema em questão. Para superar esse beco sem saída, a dupla revisou e reorganizou a sequência de instruções no bloco de programação, transformando a frustração inicial em uma valiosa oportunidade de aprendizado e aprimoramento das habilidades de resolução de problemas, conforme visualizado na Figura 38.

Figura 38 - Primeira dupla na programação da moda.



Fonte: Créditos à Autora (2024).

Na expressão feita por A1 “Não, pera aí. Calma” indica uma manifestação discursiva de conflito, conforme Galleguillos (2016), acontece quando há crítica e argumentação fundamentadas. Nesse diálogo a participante expressa incerteza e confusão sobre quais ações tomar. Nesse momento ela está tentando encontrar uma solução enquanto lida com a confusão e a pressão do momento. Isso demonstra um conflito entre a necessidade de agir e a necessidade de compreender completamente o problema. Em seguida, apresentamos outras falas da dupla e da pesquisadora, que complementam a análise das interações:

1ª Dupla -Diálogo 02

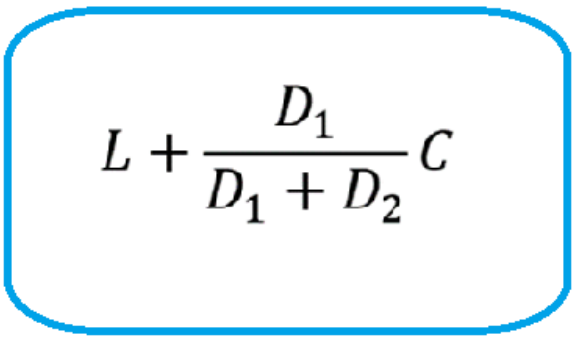
P Já apareceu alguma coisa de vocês? Já apareceu?
A1 Não. Dez. Dez. Aí é a parte aqui, certo.
A2 Tem que votar de dois lados.
P Você entendeu o que apareceu ali?
A1 Dez. Moda dez.
P Bimodal ou não?
[...]
P Vai de novo. Pode apertar de novo, Verde.
A1 Moda dez.
P Agora você passa por mais valores, mais votos e também tenta fazer de forma que aparecer no visor. Mais quantidade de votos. O que é que aparece ali? Quero ver.
[...]
A1 Cinco vezes para dez. E... colocar o dez em desvantagem. Tipo... Cinco vezes para

dez, tipo...
A2 Então a gente coloca cinco vezes para cinco e três para dez.
[...]
A2 Um, dois, três, quatro, cinco... Um, dois, três... Falta mais uma pra deixar o dez?
A1 É, mais uma. Aí aperta aqui, certo? Moda assim ta certo

No diálogo 02 entre a pesquisadora (P) e as participantes (A1 e A2), durante a tarefa de programação da moda, um conceito estatístico fundamental que indica o valor mais frequente em um conjunto de dados, a dupla realiza alguns experimentos. Nesse contexto, observamos um processo de interação voltado para compreender e solucionar desafios relacionados à configuração dos blocos de programação. A pesquisadora inicia questionando se alguma informação específica já apareceu no visor, buscando entender o progresso das participantes. A1 responde de forma concisa, mencionando números e indicando uma parte específica do processo, enquanto A2 destaca a necessidade de votos em ambos os lados.

Em seguida, a pesquisadora busca elucidar uma questão específica, questionando sobre a compreensão das participantes em relação a algo que surgiu. A1 responde novamente com números, indicando um padrão, mas parece não compreender completamente a pergunta da pesquisadora sobre o aspecto bimodal. A pesquisadora então instrui as participantes a tentarem novamente, incentivando-as a explorar diferentes possibilidades com mais votos para a compreensão da moda, como ilustrado pela Figura 39. Este processo de identificação da moda, que se refere ao valor ou categoria que aparece com maior frequência em um conjunto de dados, é essencial para analisar tendências e padrões.

Figura 39 - Fórmula da moda



Disponível em: https://geokrigagem.com.br/como-posso-calcular-a-moda-de-minha-distribuicao-de-frequencias/Acesso em 01/08/2024

No diálogo entre as participantes durante o experimento da moda, observamos uma

clara demonstração de colaboração e trabalho em equipe. A interação entre A1 e A2 revela a busca por soluções conjuntas para resolver o problema em questão. Enquanto A1 propõe uma estratégia inicial, A2 contribui com sugestões complementares, mostrando um processo colaborativo de tomada de decisão. Essa troca de ideias e ação conjunta refletem a importância da colaboração no contexto educacional, conforme destacado por Pimenta e Teles (2015).

Na fala, A1 menciona: “Cinco vezes para dez. E... colocar o dez em desvantagem. Tipo... Cinco vezes para dez, tipo...” A2, então, responde: “Então a gente coloca cinco vezes para cinco e três para dez”. Essa troca de falas destaca o diálogo colaborativo entre as participantes, onde cada uma contribui com suas ideias para encontrar uma solução. Continuando, A1 pondera: “Pode ser. Vai. Não, pera, calma”. A2 então continua o raciocínio: “Um, dois, três, quatro, cinco... Um, dois, três... Falta mais uma pra deixar o dez?” Nesse trecho do diálogo, percebe-se a interação contínua entre as participantes, onde uma complementa a fala da outra e juntas buscam uma solução para o desafio proposto.

Ao final, A1 confirma: “É, mais uma. Aí aperta aqui, certo? Moda assim ta certo”. Essa última troca de falas indica que as participantes chegaram a um consenso e finalizaram o processo de resolução do problema, mostrando como a colaboração foi fundamental para alcançar o objetivo comum. Na observação participante, foram registradas essas interações no diário de campo, apresentando a dinâmica colaborativa entre A1 e A2 durante a programação da moda. Essas anotações destacaram a importância do diálogo e da cooperação para superar os desafios técnicos e conceituais apresentados pela tarefa, como revelado pela Figura 40.

Figura 40 - Demonstrando o experimento da moda para a pesquisadora.



Fonte: Créditos à Autora (2024).

É relevante ressaltar que neste momento, durante o experimento, a dupla composta por A1 e A2 optou por atribuir 5 votos para o valor 5 e 3 votos para o valor 10, com o intuito de determinar a moda estatística. Após a realização deste procedimento, constataram que a moda seria 5, uma vez que esse valor obteve o maior número de votos entre as opções testadas. Esse resultado demonstra a aplicação prática dos conceitos discutidos durante a tarefa de programação da moda, apresentando o entendimento e a capacidade das participantes em realizar experimentos e interpretar os resultados para solucionar o problema proposto. No trecho seguinte, as falas do diálogo entre B1 e B2 são exploradas, ampliando a compreensão do processo de análise:

2ª Dupla -Diálogo 01

[...]
B2 Falta, não tem que colocar o número 5?
[...]
[...]
B2 Mas tem que colocar 10, não é?
B1 Ah, escreve, gravar, em vez de escrever, gravar, 10. [...]. Como é que faz? Isso aí é laranja.
B2 Não
B1 É laranja. Esse aqui, mas é altera. Ah, aqui, adiciona o valor. É a mesma?
B2 É. Valor 1.

No diálogo entre B1 e B2 durante a tarefa de programação da moda, é possível observar indícios de conflito e dilema. O conflito se manifesta na expressão de B2: “Falta, não tem que colocar o número 5?” Nesse momento, há uma discordância entre as percepções dos participantes sobre o procedimento a ser seguido, sugerindo uma divergência de ideias que pode dificultar a compreensão da tarefa. Segundo Galleguillos, (2016), essa manifestação ocorre quando há crítica e argumentação fundamentadas. Além disso, a fala de B2, “Não”, em resposta à declaração de B1, pode indicar uma discordância ou resistência à sugestão apresentada, revelando outro possível conflito na comunicação entre as participantes.

A palavra “mas”, que é uma das palavras características do dilema segundo Engeström e Sannino (2011), surgem quando B2 questiona: “Mas tem que colocar 10, não é?” Aqui, há uma incerteza sobre a escolha entre duas opções, refletindo uma situação na qual os participantes precisam fazer uma escolha entre alternativas aparentemente contraditórias. Já a frase de B1, “Esse aqui, mas é altera”, sugere uma reflexão sobre a necessidade de fazer ajustes ou modificações nos blocos de programação, apresentando outro dilema sobre como proceder de forma adequada. Esses indícios de conflito e dilema no diálogo entre B1 e B2 destacam a

complexidade do processo de resolução de problemas e a necessidade de negociação e tomada de decisão colaborativa, como exibido na Figura 41.

Figura 41 - Segunda dupla fazendo a programação da moda.



Fonte: Créditos à Autora (2024).

Na observação participante, foram registradas essas interações no diário de campo, documentando o esforço conjunto de B1 e B2 para compreender e resolver os desafios técnicos apresentados durante a programação dos blocos. Esses registros destacam a colaboração mútua e a troca de ideias entre os participantes, apresentando sua determinação em superar obstáculos e progredir na tarefa. No próximo excerto, você encontra um novo diálogo da dupla, que contribui para análise:

2ª Dupla -Diálogo 02

[...]
B1 Quando pressionado vai ser a mesma coisa. Não tô entendendo isso.
[...]
B1 Quando pressionado... [...]. Por cá. C. C então. Controle.
[...]
B1 Aqui. Aqui. Ele tinha trocado lá. Coloquei bem na frente. Aí aqui

No diálogo 02, a dupla participante discute aspectos relacionados à configuração dos blocos de programação, revelando um possível beco sem saída ou duplo vínculo na resolução do problema apresentado pelo participante B1, que expressa dificuldades em compreender

determinadas instruções e a lógica por trás das ações a serem executadas, que segundo Galleguillos (2016) é caracterizado por expressões de pressão e impotência. Sua dupla, o participante B2, tenta apresentar uma solução para o beco sem saída. A interação entre os participantes revela um momento de colaboração e troca de ideias, onde B1 busca esclarecer suas dúvidas e B2 oferece orientações e sugestões para avançar na resolução do problema. Essa dinâmica reflete não apenas os desafios enfrentados durante a tarefa de programação, mas também a capacidade da dupla de trabalhar em conjunto para superar obstáculos e alcançar seus objetivos.

No decorrer da interação do grupo B1 menciona sobre a colaboração ocorrida com sua dupla: *"Trabalhar com a minha dupla foi bom, porque eu sempre trabalho com ela em todas as outras coisas que eu faço. Então já sabemos como unir com a mais, uma com a outra. Sempre fazemos, sempre a dupla junta entre nós. Ou quando é grupo, ela também está comigo nos grupos. Então sempre é mais fácil"*. Essa perspectiva ressalta a importância da parceria e da confiança mútua para o sucesso da colaboração na resolução de problemas. A seguir, apresentamos uma nova interação da dupla B1 e B2, destacando a continuidade da conversa:

2ª Dupla -Diálogo 03

B2 Tá, bora. 10.10. 10.
B1 Outra ainda. Outra, gente.
B2 Vai, tá.
B1 10.10. 10. 5.
B2 Vamos indo, vai.
B1 10. 5. 5. 5. 10. 5. Moda.10.
B2 Vamos ver se é 10.
B1 10 e 5.
B2 1, 2, 3, 4, 5. 1, 2, 3, 4, 5.
B1 Bimodal, que deu esse aqui, ó. 10 e 5. De novo. Deixa eu mostrar pra você de novo. Tá.
B2 Tá.
B1 10. 10. 5. 10. 5, 5. Bimodal. 10 e 5. Professora deu Bimodal agora, aquele bimodal? É bimodal mesmo?
P O que significa bimodal mesmo?
B1É quando tem duas modas, né? Quer dizer, mais de uma moda.
B2 Vai, agora você. 10. 10. 10. 10.5. 5. 10. Essa moda vai dar 10, né? Logicamente. Moda.
10. Foi fácil.

No diálogo, observamos um momento em que as participantes estão realizando experimentos para determinar a moda estatística dos valores inseridos. A interação entre elas é

marcada por uma sequência de tentativas, como indicado pela Figura 42, com B1 e B2 alternando entre diferentes valores e expressando ações de verificação e confirmação dos resultados. Segundo Jacinto (2017), o pensamento matemático é influenciado por diversos fatores, entre os quais se destacam as estratégias para resolução de problemas, a adoção de uma perspectiva matemática e o envolvimento ativo na prática do pensamento matemático. A autora defende que é dessa atividade que nasce o conhecimento matemático.

Figura 42 - Segunda dupla fazendo o experimento da programação da moda.



Fonte: Créditos à Autora (2024).

Nesse diálogo a pesquisadora intervém para questionar o sentido do termo “bimodal”, demonstrando interesse em compreender o processo em andamento. Essa troca de informações indica não apenas o engajamento das participantes na resolução do problema proposto, mas também a oportunidade para esclarecer conceitos e compartilhar conhecimentos entre os membros do grupo. Essa interação enriquecedora demonstra a importância da colaboração e da discussão para o desenvolvimento do entendimento matemático. No fragmento subsequente, são observadas as falas do diálogo entre C1 e C2, que enriquecem a análise:

3ª Dupla -Diálogo 01

C1 Esse não. Oh, como que puxa? Tem que colocar a letra C. É pressionado? Repete? Tá. [...]. Não, nada. Esquerda e...O outro é qual?
[...]
C1 Tá, não é escrever.

C2 É gravar.
C1 Na onde que tem o gravar? Mas não tem aquele... Ah não, tá, tá. É gravar. Dez. Tá. Variável?
C2 Não.
C1 É variável aqui. Quer dizer que vai ter controle?
[...]

No diálogo entre C1 e C2 durante a tarefa de programação da moda, identificamos indícios de conflito e dilema, refletindo os desafios enfrentados pelas participantes na organização dos blocos no momento da programação, como ilustrado na Figura 43. Em várias ocasiões, expressões como "não" são faladas apresentandos momentos de discordância ou frustração, indicando possíveis dificuldades na compreensão ou na execução das tarefas. A presença da pista linguística "não" pode, conforme Silva (2019), caracterizar um conflito ou algumas situações de argumentação, fundamentação e crítica. Por exemplo, quando C1 diz "Não, nada", denota uma interrupção ou negação de algo que estava sendo considerado anteriormente.

Figura 43 - Terceira dupla na programação da moda.



Fonte: Créditos à Autora (2024).

Além disso, a expressão "não é" em "Tá, não é escrever" sugere uma correção ou uma mudança de direção na abordagem da tarefa. Por outro lado, a palavra "mas" em "Mas não tem aquele" aponta para um dilema por parte de C1 e que segundo Engeström e Sannino (2011), a

palavra “mas” é uma das expressões marcantes do dilema. Essa expressão indica uma contraposição ou uma consideração de um ponto que contradiz ou modifica o que foi dito anteriormente.

Esses indícios de conflito e dilema destacam os desafios enfrentados pelos participantes na programação da moda, onde eles precisam resolver problemas complexos e tomar decisões para avançar na tarefa. Nesse contexto, a interação entre C1 e C2 reflete não apenas a tentativa de encontrar soluções técnicas para os desafios de programação, mas também os processos envolvidos na resolução de problemas. Na observação participante, foram registradas interações no diário de campo, revelando que a colaboração entre os participantes foi necessário para superar os obstáculos. A seguir, trazemos outro diálogo da dupla, que acrescenta novas dimensões à análise das interações:

3ª Dupla -Diálogo 02

C1 Aí, 10. Um. Dois. Dois. Três. Três. Quatro. Cinco. Quatro. Cinco. Seis. O 10 foi 5?
C2 Foi 5, é.
C1 Foi 5.
C2 Moda 5
C1 Tá certo?
C2 Tá certo. Aí. Se o 2 tiver o mesmo voto, é tudo no mesmo voto.
C1 Então, vamos fazer aqui, peraí. Vamos fazer 5 dos 2. Faz 3 vezes o 10. Mais ou menos. Agora, 2 vezes o 5. Mais 2 vezes o 10. E 3 vezes o 5.
C2 Bimodal.
C1 Pronto. Esperando.
C2 Ótimo
C1Tem que testar. Igual testou o outro. Tem que ligar ele e colocar no bluetooth. É no cantinho. Tem um negócio para conectar. No cantinho. Tá. Tá. No cantinho. Tem um negócio para conectar. A gente ficou. Nossa. Meia hora pensando.
C1 Então, vai ser. Vai ser só votar no 10 ou no 5?
C2 É. São 10 e 5.
C1 10 e cinco 5. Nossa, facilitou nossa vida.

No diálogo entre C1 e C2, observamos um momento em que eles estão realizando experimentos para verificar a moda estatística dos valores inseridos. Durante essa interação, a dupla expressa suas observações e conclusões sobre os resultados obtidos. Por exemplo, quando C1 diz “Foi 5”, e C2 confirma “Foi 5”, destacamos uma concordância sobre o resultado obtido, indicando que a moda foi calculada como 5. Em seguida, C1 e C2 discutem a possibilidade de a situação ser bimodal, levando em consideração a distribuição dos votos. Ao inserir 5 votos para 10 e 6 votos para 5, eles confirmam que o resultado da moda é de fato 5, indicando que a maioria

dos votos está concentrada neste valor. Posteriormente, ao inserirem 5 votos para 10 e 5 votos para 5, o que confirma o resultado como bimodal, com duas modas distintas.

Esse diálogo reflete um processo de reflexão e análise por parte da dupla, à medida que eles revisam os resultados e consideram diferentes cenários. Conforme apontado por Engeström e Sannino (2011), essa reformulação do pensamento pode indicar a solução de uma tensão, sugerindo que a aprendizagem efetiva ocorreu durante o processo. Além disso, o diálogo revela uma sensação de satisfação e alívio quando a dupla percebe que a distribuição dos votos facilitou a identificação da moda estatística. Esse momento de compreensão e validação das estratégias adotadas reforça a importância da colaboração e da reflexão mútua no processo de resolução de problemas durante a tarefa de programação da moda.

No decorrer da interação do grupo focal, C2 menciona sobre a colaboração ocorrida com sua dupla: *"Foi a primeira vez que trabalhamos juntos como dupla, mas foi bom. Cada um apoiou o outro, e no final deu certo".* Essa declaração destaca a importância do apoio mútuo e da cooperação para a realização bem-sucedida da tarefa. Trabalhar em dupla permitiu que ambos os participantes compartilhassem conhecimentos e habilidades, ajudando-se mutuamente a superar desafios e a alcançar os objetivos propostos.

5.1.5 Elaboração e execução do Plano de Pesquisa de Satisfação

O quinto encontro foi realizado no dia 25 de abril de 2024. Conforme o cronograma, o objetivo desse encontro foi a elaboração e execução do Plano de Pesquisa de Satisfação pelos participantes no ambiente escolar. Durante o encontro, os participantes, após terem adquirido experiência com a montagem do Protótipo da Pesquisa de Satisfação, compreensão da programação da média aritmética e da moda nos encontros anteriores, foram orientados a aplicar a pesquisa diretamente nas salas de aula. Cada dupla foi responsável por organizar as amostras e formular perguntas específicas para avaliar a satisfação dos alunos em relação a diferentes aspectos da vida escolar, conforme demonstrado pela Figura 44.

Figura 44 – Momento das duplas na organização dos votos



Fonte: Créditos à Autora (2024).

Após uma troca inicial de ideias entre as duplas sobre a abordagem e o questionário, prepararam as cédulas de votação e se dirigiram às salas de aula onde estavam os alunos. Para evitar possíveis falhas no sistema do protótipo devido à demora na logística nas salas de aula e prevenir interrupções no processo, a pesquisa foi conduzida inicialmente com cédulas de votação. A transferência dos resultados para o protótipo ocorreu posteriormente, garantindo a precisão e a fluidez da produção de dados.

Ao empregar as cédulas de votação como etapa inicial, assegurou-se a fluidez da pesquisa e a precisão na produção dos dados, possibilitando que a transferência para o protótipo fosse efetuada de forma organizada e sem contratempos. Esse procedimento envolveu uma interação direta, oferecendo uma experiência prática e concreta na realização da pesquisa.

Ao retornarem à sala do projeto para a análise dos dados, os participantes se organizaram

e transferiram as informações produzidas para o protótipo da Pesquisa de Satisfação. Em seguida, realizaram os cálculos de média aritmética e moda para interpretar os dados. No decorrer do encontro, foi solicitado que as duplas elaborassem um relatório detalhado, descrevendo a pesquisa realizada e os resultados obtidos, além de destacar as aprendizagens adquiridas ao longo do processo. A seguir, no Quadro 04 apresentamos os relatos dos alunos:

Relato de A1 e A2: "Na aula de hoje fizemos uma pesquisa de satisfação aqui na Escola Estadual Assembleia de Deus. Fizemos a pesquisa com três turmas diferentes: 2º E com 5 alunos, 9º B com 5 alunos e 8º H com 15 alunos. O objetivo era perguntar como os alunos se sentiam em relação à segurança no ambiente escolar usando notas de 10 para "se sentem seguros" e 5 para "não se sentem seguros". Depois de coletar as cédulas de cada turma fomos para a sala do projeto para ver os resultados. Dos 25 alunos entrevistados, 11 deram a nota 5 (não se sentem seguros) e os outros 14 deram a nota 10 (se sentem seguros). Para calcular a média das respostas, primeiro multiplicamos o número de alunos que deram cada nota pelo valor da nota: Para a nota 5: 11 x 5=55 e para a nota 10: 14 x 10=140. Em seguida, somamos esses resultados para encontrar o total das notas: 55+140=195. Para calcular a média, dividimos o total das notas pelo número total de alunos entrevistados que foi de 195/25 = 7,8. Calculamos também a moda que foi 10 o valor mais frequente entre as notas dadas. Os resultados da nossa pesquisa mostram que a maioria dos alunos se sente segura na escola. Isso porque, quando perguntamos como eles se sentiam em relação à segurança aqui na nossa escola, muitos deram nota 10, que é o máximo de segurança. Isso quer dizer que eles se sentem bem protegidos e tranquilos enquanto estão na escola."
Relato de B1 e B2: "Nossa pesquisa de satisfação tem como pergunta: Como você avalia a infraestrutura da escola em termos de limpeza e conservação? As turmas escolhidas foram 1º G: 10 alunos, 1º F: 10 alunos, 8º H: 10 alunos. O 10 é para excelente e o 5 para regular. Na votação tivemos 17 votos de 10 e 13 votos de 5. Fizemos 17 x 10= 170 e 13 x 5=65 depois somamos 170+65 =235 e dividimos tudo por 30 que deu média 7,83. Na moda deu 10 que no caso as pessoas votaram positivamente, colocamos no protótipo 17 votos de 10 e os 13 votos de 5 e vimos que a moda é 10. Na média mostra que os alunos avaliaram a limpeza e conservação como boa, mas não excelente para todos. Também calculamos a moda, que é a nota que aparece mais vezes. Nesse caso, a moda foi 10, porque mais alunos deram nota 10 do que qualquer outra nota."
Relato de C1 e C2: "Na aula de hoje fomos às salas e convidamos os alunos do 8º F= 10 alunos, 8º H= 10 alunos e 2º C= 10 alunos para realizarmos nossa pesquisa de satisfação que tem como pergunta: Qual é a sua percepção sobre a comunicação entre alunos, professores e gestores da escola? Sendo 10 para (clara e eficaz) e 5 para (poderia ser melhor) nessas salas entrevistamos exatos 10 alunos. Ao voltarmos realizamos os calculos da média que foram 19 votos para 10 e 11 votos para 5, em seguida fizemos 19 x 10 = 190 e 11 x 5=55 e somamos 190+55 = 245, depois fizemos a divisão 245/30 = 8,16. Temos como resultado a moda 10 onde tiveram mais votos. Já tendo o resultado do protótipo realizamos também na calculadora, para assim termos a certeza do resultado. A média mostrou que os alunos avaliaram a comunicação na escola como boa, mas ainda pode melhorar. Calculamos a moda, que é a nota que aparece mais vezes. Neste caso, a moda foi 10, o que significa que a maioria dos alunos deu nota 10 para a comunicação na escola."

Fonte: Elaborado pela Autora (2024).

Os relatos dos alunos sobre a aplicação da Pesquisa de Satisfação na Escola Estadual Assembleia de Deus ofereceram um vislumbre direto dos impactos positivos da Robótica mencionados por autores na revisão de literatura. A seguir, relacionamos os pontos destacados nos relatos dos alunos com as observações e conclusões dos estudos de Rodrigues (2020), Gomes (2021), Silva e Carvalho (2019), e Schwendler (2022).

A dupla A1 e A2 exemplifica o envolvimento e interesse na tarefa ao descrever

detalhadamente o processo de produção e análise dos dados, demonstrando participação ativa e motivação para entender e aplicar os conceitos de média aritmética e moda na prática. Essa observação está alinhada com Rodrigues (2020), que sugere que atividades como essas têm um impacto positivo na motivação dos alunos, além de promover interação e participação durante a aprendizagem de conceitos matemáticos.

Complementando essa perspectiva, Gomes (2021) ressalta a importância de observar como os estudantes constroem conceitos e definições, organizam suas ideias em uma sequência lógica e desenvolvem habilidades investigativas ao resolver problemas por meio da experimentação com a Robótica Educacional. Nos relatos dos alunos, observamos que eles estavam organizando suas ideias de maneira lógica para calcular a média aritmética e a moda, monstrando uma compreensão clara dos conceitos matemáticos ao final da programação. Além disso, ao lidarem com dados reais produzidos por eles mesmos, os alunos estavam desenvolvendo habilidades investigativas, relacionando a teoria dos conceitos matemáticos e prática na verificação dos votos.

De acordo com Silva e Carvalho (2019), a robótica educacional oferece contribuições significativas, promovendo um aprendizado interdisciplinar e mais autônomo. Nos relatos, os alunos não apenas demonstraram a compreensão de conceitos matemáticos, mas também desenvolveram habilidades essenciais, como comunicação, planejamento e tomada de decisão, ao interagir com colegas e responder às questões da pesquisa. Essa autonomia na condução da pesquisa e na realização de cálculos está alinhada com as observações de Schwendler (2022), que destaca como a Robótica Educacional promove a aprendizagem nos momentos de concentração, criatividade, organização e colaboração. Nos relatos dos alunos, foram evidenciados aspectos como a organização das cédulas de votação, a interação com outros alunos para a produção de dados e a colaboração nas análises dos resultados. Essas observações reforçam a visão de Schwendler (2022) sobre os benefícios da Robótica Educacional, monstrando como ela favorece não só a aprendizagem matemática, mas também o aprimoramento de diversas habilidades interpessoais e de trabalho em equipe.

Além disso, Schwendler (2022) ressalta que a Robótica Educacional cria um ambiente de aprendizagem onde os estudantes assumem um papel de protagonistas, o que pode ser observado juntamente com o processo de programação que possibilitou movimentos de aprendizagem. Nos relatos dos alunos, eles claramente estavam no centro da atividade,

assumindo responsabilidade por todas as etapas da pesquisa. Eles tomaram decisões, conduziram análises e interpretaram os resultados, mostrando-se protagonistas de seu aprendizado.

Os relatos e observações registrados no diário de campo mostram que as pesquisas de satisfação foram bem sucedidas em identificar a percepção dos alunos sobre diferentes aspectos da escola, como segurança, infraestrutura e comunicação. As análises das médias aritméticas e das modas forneceram uma compreensão clara das opiniões predominantes entre os alunos, destacando áreas de força e oportunidades de melhoria no ambiente escolar. A experiência prática de condução da pesquisa proporcionou aos alunos compreensão do processo de produção e análise de dados, além de promover habilidades de organização, comunicação e trabalho em equipe.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No início desta pesquisa contextualizamos a presença abrangente das tecnologias digitais em um mundo repleto de conectividade, onde a internet e as redes sociais incentivam a participação em grupos, a troca de experiências e o aprendizado contínuo. Entre os vários avanços tecnológicos que emergiram recentemente como suporte pedagógico nas práticas educativas, destaca-se a Robótica Educacional. Esta prática inovadora e multidisciplinar abrange diversos componentes curriculares, estimulando autonomia, colaboração, organização de ideias e o desenvolvimento de habilidades investigativas ao resolver problemas .

O objetivo dessa pesquisa é compreender as contribuições da robótica educacional utilizada em sala de aula para aprendizagem de Média Aritmética e Moda por estudantes do Ensino Médio. Em relação a esse objetivo, acreditamos que o alcançamos, e que essa tecnologia é promissora no ambiente escolar.

Nesta pesquisa, exploramoss os conceitos de Média Aritmética e Moda com alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública no município de Barra do Bugres, Mato Grosso. Utilizamos o Conjunto SPIKE™ Prime LEGO® Education juntamente com o aplicativo Spike para a abordagem na produção de dados. Os encontros foram realizados semanalmente, com cada encontro tendo a duração de 120 minutos, ocorrendo nos dias 04, 09, 11, 23 e 25 de abril de 2024.

Os procedimentos empregados para produção de dados incluiram observação participante, registros em áudio e vídeo, diário de campo e grupo focal. Posteriormente, a análise dos dados foi conduzida sob a ótica da teoria da atividade (Engeström, 1987, 1999, 2001; Engeström; Sannino, 2016), com ênfase na multivocalidade e na historicidade Essa abordagem permitiu a identificação das manifestações discursivas emergentes ao longo dos encontros da pesquisa, as quais foram discutidas durante sua narrativa.

A análise das conversas e interações entre as duplas de participantes apresenta aspectos importantes em relação aos variados componentes da tarefa e progressos. No contexto da robótica, os participantes estão envolvidos em aprender e dominar a montagem e programação do protótipo, bem como desenvolver estratégias para solucionar problemas e alcançar os objetivos das tarefas. As estratégias envolvem o estudo explícito e implícito da matemática, como quando os participantes fazem experimentações, calculam a média aritmética e moda, e

ajustam blocos de programação para obter resultados corretos. O propósito da tarefa está relacionado à aprendizagem colaborativa, resolução de desafios e aplicação prática dos conceitos matemáticos.

Para organizar esta pesquisa, estruturamos os encontros de maneira a examinar a historicidade presente no desenvolvimento das tarefas, destacando as evoluções ao longo de cada etapa. Conforme discutido anteriormente, os alunos já possuíam experiências prévias em construção e programação de outros protótipos. Assim, ao considerar a montagem e a programação do protótipo atual, é fundamental levar em conta eventos passados e como eles influenciam o presente. As vozes e histórias de vida dos alunos moldam suas decisões e estratégias na montagem e na programação, ou seja, suas experiências, conhecimentos prévios e motivações, influenciam diretamente na forma como eles abordam os desafios encontrados nas tarefas. As interações multivocais entre as duplas revelam como diferentes perspectivas e conhecimentos são integrados na atividade, contribuindo para a construção coletiva do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas.

No primeiro encontro a ação foi mais expositiva e introdutória, abordando os conceitos teóricos de Média Aritmética e Moda o que contribuiu para a compreensão e aplicação dos conceitos nos encontros subsequentes como apresentado nos diálogos. Além disso, a apresentação da proposta do protótipo permitiu que os participantes entendessem como esses conceitos seriam aplicados em um contexto real. A organização das duplas e o estabelecimento de regras, como a pontualidade nos encontros, contribuíram para uma atmosfera de colaboração e comprometimento desde o início da pesquisa. O tempo dedicado para tirar dúvidas e explorar o ambiente de programação SPIKE App permitiu que os participantes se familiarizassem com a tecnologia e se preparassem para os desafios práticos que viriam nos próximos encontros.

A análise mostra que as manifestações discursivas emergiram por meio das vozes dos participantes ao longo do processo de montagem do protótipo Pesquisa de Satisfação e programação da Média Aritmética e Moda. Essas manifestações surgem quando os participantes enfrentaram dilemas, becos sem saída ou situações de conflito e/ou conflito crítico. Isso foi observado nos momentos em que eles tinham escolhas e estratégias divergentes, bem como em situações onde os pontos de vista relacionados a aspectos da montagem e da programação eram opostos.

Por exemplo, um participante poderia adotar uma abordagem que priorizasse, durante a

montagem do protótipo, posicionar uma determinada peça em uma localização que, aparentemente, seria incorreta, enquanto outro participante poderia ter uma perspectiva espacial diferente e preferir colocá-la no local correto. Essas discrepâncias de abordagem e estratégia decorrentes das percepções espaciais e conceituais geraram manifestações e debates, desafiando os participantes a negociarem e encontrarem soluções.

Outra situação recorrente se deu durante a fase de programação, quando um dos integrantes da dupla insere erroneamente um bloco, levando o outro participante a identificar um beco sem saída na sequência lógica do programa. Esse momento, evidenciado nas vozes das duplas, possibilitou que os participantes revisassem juntos os blocos, identificando e corrigindo o erro. Isso intensificou as manifestações discursivas, promovendo compreensão sobre os conceitos matemáticos. Esse processo exigiu também a reflexão sobre a linguagem matemática, para que pudessem transformá-la corretamente em linguagem de programação. Esses momentos de estagnação proporcionam oportunidades valiosas para o desenvolvimento da habilidade de resolução de problemas e promovem um entendimento dos conceitos de programação. A Teoria da Atividade considera essas manifestações como propulsoras do desenvolvimento e da mudança em situações. Ao lidar com essas divergências, os participantes aprenderm a lidar com conflitos, questionamentos e incertezas de maneira colaborativa e construtiva.

A análise dos diálogos revela que a aprendizagem dos estudantes ocorreu em um cenário permeado por uma maior incidência de manifestações discursivas, especialmente conflitos, desde o início da montagem até a programação da moda. Isso se deve a alguns fatores. Inicialmente, os participantes enfrentaram desafios relacionados à montagem do protótipo, na organização das peças, e em seguida à compreensão dos blocos e à organização da lógica para realizar os cálculos da média aritmética. O surgimento de dúvidas, incertezas, divergências de opiniões e interpretações entre os participantes contribuiu para o aumento de conflitos na tentativa de encontrar soluções.

Para resolver esses conflitos, os participantes adotavam uma abordagem colaborativa e dinâmica durante os diálogos. Ao invés de ignorarem ou evitarem as discordâncias, eles optavam por buscar soluções por meio de discussões e revisões conjuntas. Durante esse processo, estabeleciam um diálogo construtivo, onde cada participante tinha a oportunidade de expor suas ideias e argumentos. Essa abordagem colaborativa permitia que eles revisassem e ajustassem suas estratégias, aproveitando o conhecimento e as habilidades individuais de cada membro da

dupla. Essa forma de lidar com os conflitos promoveu não apenas a resolução de problemas imediatos, mas também o desenvolvimento de habilidades de comunicação, trabalho em equipe e pensamento crítico.

No entanto, à medida que os participantes avançavam nos encontros e adquiriam mais experiência e conhecimento na programação, os conflitos diminuíram. Isso pode ser atribuído ao desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e comunicação, bem como uma melhor compreensão dos conceitos envolvidos nas tarefas.

Os participantes realizaram cálculos mentais e usaram raciocínio lógico para tomar decisões, como calcular médias e modas das respostas produzidas em suas pesquisas de satisfação. Isso demonstra a aplicação de habilidades matemáticas no contexto de uma pesquisa prática. Os conceitos observados nos relatos podem ser descritos como adição, multiplicação e divisão, mostrando como os alunos utilizaram esses fundamentos matemáticos para interpretar os dados e obter conclusões sobre a satisfação escolar. Essa abordagem prática permitiu que os alunos aplicassem suas habilidades matemáticas de forma relevante, contribuindo para seu entendimento e aprendizado.

É relevante salientar que a pesquisadora esteve ativamente envolvida nas ações, oferecendo orientações e questionamentos sempre que necessário. Suas intervenções ocorreram nos momentos de becos sem saida ou duplo vínculo, com o intuito de esclarecer as estratégias e conceitos empregados pelos participantes em determinados momentos da montagem e da programação, ou quando as diferentes perspectivas dos participantes resultavam em atritos que poderiam levar um dos membros da dupla a recuar.

As interações, manifestações e desenvolvimentos observados refletem a dinâmica das práticas sociais e cognitivas envolvidas na tarefa de robótica educacional, bem como a influência de fatores individuais e contextuais na formação das estratégias e raciocínios matemáticos dos alunos. Estes elementos se entrelaçam em um sistema de atividade complexo, onde a Robótica Educacional se apresenta como uma tecnologia integradora e motivadora para o aprendizado.

Para além do objetivo da pesquisa, a análise revelou uma contribuição importante do referencial teórico empregado. Observamos que as manifestações discursivas não ocorreram de maneira isolada, ou seja, não apareceram uma a uma em cada diálogo. Em alguns diálogos, emergiram duas ou mais manifestações discursivas simultaneamente durante o mesmo diálogo. Essa ocorrência não foi mencionado em estudos anteriores que utilizaram o mesmo referencial

teórico, o que destaca uma nova perspectiva sobre a dinâmica das interações analisadas.

Esta pesquisa oferece uma contribuição para o Programa Educação - 10 Anos do Governo do Estado de Mato Grosso, ao fornecer uma abordagem prática e inovadora para a integração da Robótica Educacional nas escolas. Por meio da exploração detalhada de como a robótica pode ser utilizada para abordar conceitos matemáticos, como média aritmética e moda, a pesquisa mostra como essa tecnologia pode transformar a prática pedagógica, tornando-a mais interativa e engajadora. Ao incorporar as estratégias e práticas exploradas nesta pesquisa, os professores poderão implementar aulas de robótica de forma eficiente, alinhando-se às diretrizes do programa e oferecendo aos alunos uma educação mais envolvente e adaptada às necessidades da era contemporânea. Dessa forma, a pesquisa não só apoia os objetivos do programa estadual, mas também serve como um modelo prático para educadores que buscam integrar a robótica em seus currículos e aprimorar a experiência de aprendizagem.

6 REFERÊNCIAS

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais**. São Paulo: Pioneira, 1998.

ANDRADE, Danyelle. VASCONCELLOS, Karina. **O grupo focal como instrumento de coleta de dados e intervenção em educação**. Anais IV CONEDU. Campina Grande: Realize Editora, 2017. Disponível em: <o grupo focal como instrumento de coleta de dados e intervenção em educação | plataforma espaço digital (editorarealize.com.br)>. Acesso em: 21 de julho de 2024.

ANGELI, C; VALANIDES, N; CHRISTODOULOU, A. Theoretical considerations of technological pedagogical content knowledge. In: HERRING. M. C; MISHRA. P; KOEHLER. M. J. **Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators**. Second edition. New York, NY: Routledge, p. 11 - 32, 2016.

ARAÚJO, C. A. P.; MAFRA, J. R. S. **Robótica e Educação: ensaios teóricos e práticas experimentais**. 1 ed. Santarém: CRV, 2015. 111p.

AZEVEDO, G. T.; MALTEMPI, M. V. **Processo de Aprendizagem de Matemática à luz das Metodologias Ativas e do Pensamento Computacional**. Paradigma, Ciência & Educação (Bauru), 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1516-731320200061. Acesso em: 25 ago. 2023.

BIKLEN, S.; BOGDAN, R. C. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Ed., 1994.

BITTAR, M. **A escolha de um software educacional e a proposta pedagógica do professor: estudo de alguns exemplos da matemática**. In: BELINE, W.; LOBO DA COSTA. N.M.(org). Educação Matemática, tecnologia e formação de professores: algumas reflexões. Campo Mourão: Editora FECILCAM, 2010, p. 215-242.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

BORBA, M. C.; SOUTO, D. L. P.; CANEDO JUNIOR, N. R. **Vídeos na Educação Matemática:** Paulo Freire e a quinta fase das tecnologias digitais. Belo Horizonte: Autêntica, 2022.

BORBA, M. C.; ALMEIDA, H. R. F. L.; GRACIAS, T. A. S. **Pesquisa em ensino e sala de aula: diferentes vozes em uma investigação**. Belo Horizonte: Autêntica, 2018.

BORBA, M. C; SILVA, R. S. R.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em educação matemática: sala de aula e internet em movimento**. 1. Ed., Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

BRACKMANN, C. P. **Desenvolvimento do Pensamento Computacional Através de**

Atividades Desplugadas na Educação Básica. 2017. 226 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Governo Federal. **Base Nacional Comum Curricular.** 2018.Disponível:http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em 14/06/2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental**. Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1997. 126 p. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf. Acesso em: 28 maio 2023.

CAMPOS, F. R. **Paulo Freire e Seymour Papert: Educação, Tecnologia e Análise do Discurso**. Curitiba-PR: CRV, 2013.

COSTA, M. R. **Robótica: Entrá al Mundo de la Inteligencia Artificial**. Buenos Aires: Educ.ar, 2012

CUNHA, J. F. T. **Blended learning e multimodalidade na formação continuada de professores para o ensino de matemática**. 2018. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Matemática) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Barra do Bugres, MT, 2018.

D'ABREU, J. V. V. **Robótica pedagógica: Percurso e perspectivas**. Workshop de Robótica Educacional, 2014.

DAMIANI, M. F**. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios**. Educar, Curitiba: Editora UFPR, n. 31, p. 213-230, 2008.

DANIELS, H. An activity theory analysis of learning in and for inter-school work. **Educação**, Porto Alegre, v. 39, n. esp. (supl.), p. s24-s31, dez. 2016. Disponível em: https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/faced/article/view/24319. Acesso em: 10 ago. 2023.

ENGELBRECHT, J.; LLINARES, S.; BORBA, M. C. Transformation of the mathematics classroom with the internet. **ZDM - The International Journal on Mathematics Education,** v. 52, p. 1-17, 2020.

ENGESTRÖM, Y. Activity theory and individual and social transformation. *In*: ENGESTRÖM, Y.; MIETTINEN, R.; PUNAMÄKI, R (Org.). **Perspectives on activity theory**. Cambridge England: Cambridge University Press, 1999. p. 19-38.

ENGESTRÖM, Y. **Learning by expanding***:* an activity-theoricalaprroach to developmental research. Helsinki, 1987. Disponível em: <http://lchc.ucsd.edu/MCA/Paper/Engestrom/expanding/toc.thm.>. Acesso em: 17 agosto 2023.

ENGESTRÖM, Y.; SANNINO, A. **Studies of expansive learning: foundations, findings and future challenges**. Educational Research Review, 2010.

ENGESTRÖM, Y.; SANNINO, A. Discursive manifestations of contradictions in organizational change efforts: a methodological framework. **Journal of Organizational Change Management,** v. 24, n. 3, p.368–387, 2011.

ENGESTRÖM, Y. **Aprendizagem expansiva: por uma reconceituação pela teoria da atividade**. In: ILLERIS, K. (org.). Teorias contemporâneas da aprendizagem. Porto Alegre: Penso, 2001a. p. 68-90.

ENGESTRÖM, Y. **Expansive learning at work: toward an activity theoretical reconceptualization**. Journal of Education and Work, Vol. 14, Nº 1, 2001.

FALKEMBACH, E. M. F. **Diário de campo: um instrumento de reflexão**. In: contexto e Educação, nº 7, Juí: Inijuí, 1987

FEIJOO, AMLC. **Medidas de tendência central**. In: A pesquisa e a estatística na psicologia e na educação [online]. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2010, pp. 14-22.

FIORENTINI, D. A Investigação em Educação Matemática desde a perspectiva acadêmica e profissional: desafios e possibilidades de aproximação. **Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática**, n. 11, p. 61-82, 2013.

FRANCIS-BALDESARI C. **Systematic Reviews of Qualitative Literature**. Oxford: UK Cochrane Centre, 2006.

FÜRKOTTER, M.; MORELATTI, M. R. M. As tecnologias de informação e comunicação em cursos de licenciaturas em Matemática. **Série-Estudos - Periódico do Mestrado em Educação da UCDB**, Campo Grande- MS, julho-dezembro, p. 51-64, 2008.

GALVÃO, A. P. **Robótica educacional e o ensino da matemática: um experimento educacional em desenvolvimento no ensino fundamental**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2018.

GALLEGUILLOS, J. E. **Modelagem matemática na modalidade online: análise segundo a Teoria da Atividade.** Rio Claro, 2016, 213 f, Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas

GESSER, G. J. **Estado da arte das pesquisas em robótica educacional no Ensino de matemática.** 2022. 125 p. Dissertação – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2022.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais.** 13. ed. Rio de Janeiro: Record, 1997.

GOMES, N. G. **Computador na escola: novas tecnologias e inovação educacionais**. In: BELLONI, Maira Luiza (Org.). A formação na sociedade do espetáculo. São Paulo: Loyola, 2002. p. 119-134.

GOMES, R. T., Contribuições da Robótica Educacional para a aprendizagem de Trigonometria na 1ª série do Ensino Médio de uma escola particular de Linhares-ES**.** In: **Anais XIV ENEM – Encontro Nacional de Educação Matemática.** Curitiba- PR. 2021.

KALINKE, M. A. **O uso da robótica educacional em atividades de Matemática:** o que dizem as dissertações do PPGFCET sobre esta temática. ACTIO, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 1-21, set./dez. 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>. Acesso em: 16 fev. 2024.

KENSKI, V. M. **Tecnologia e ensino presencial e a distância**. São Paulo: Papirus, 2003.

KENSKI, V. M. **Tecnologias e tempo docente**. Campinas (SP): Papirus, 2013.

KILPATRICK, J., Fincando Estacas: Uma tentativa de demarcar a Educação Matemática como campo profissional e científico. ZETETIKÉ/UNICAMP, Faculdade de Educação, **Revista do Círculo de Estudo**, Memória e Pesquisa em Educação Matemática. v.4, n.5, jan./jun. 1996, pg. 99-120.

KOZULIN, A. **O conceito de atividade na psicologia soviética: Vygostky, seus discípulos e seus críticos.** In: DANIELS, H. Uma introdução a Vygotsky. São Paulo: Loyola, 2002.

JACINTO, H. M.V. **Atividade de resolução de problemas de matemática com tecnologias e a fluência tecno-matemática de jovens do século XXI**. Lisboa, 2017. Doutorado em Educação na especialidade de Didática da Matemática. Universidade de Lisboa- Instituto Educação.

LEONTIEV, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo**. Livros Horizonte, Lisboa, 1978.

LÉVY, P. **As tecnologias da Inteligência:** o futuro do pensamento na era da informática. 2 ed. 2 Reimp. São Paulo, SP: Editora 34, 2010.

LÉVY, P. **A inteligência coletiva:** por uma antropologia do ciberespaço. 10 ed. São Paulo: Loyola, 2015

LEGENDRE, M. F. Lev Vygotsky e o sócio construtivismo na educação. In: GAUTHIER, Clermont; TARDIF, Maurice (Org.). **A pedagogia: teorias e práticas da Antiguidade aos nossos dias**. Petrópolis: Vozes, 2010. p. 447-474.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

MAFRA, J. R. **Ensino de Matemática e a Robótica Educacional: uma proposta de**

investigação tecnológica na Educação Básica. 2018.

MARCONI, M.A; LAKATOS, E.M. **Fundamentos da Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

MATHEUS, M. C. C. Metassíntese qualitativa: desenvolvimento e contribuições para a prática baseada em evidências. **Acta Paulista de Enfermagem**, 2009.

MATO GROSSO. **Decreto n. 1.497**, de 10 de out. de 2022. Dispõe sobre Programa Educação - 10 Anos. Mato Grosso, 2022. Disponível em: https://www.iomat.mt.gov.br/ver/16974/1/DECRETO%20N%C2%BA%201.497. Acesso em: 15 jul. 2023.

MEDEIROS, S. M. de A. A teoria da atividade em Vygotsky, Leontiev e Engeström: os fundamentos da aprendizagem expansiva. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, SP, v. 21, p. 1-24, 2021. DOI: 10.20396/rho.v21i00.8657702. Disponível em: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8657702. Acesso em: 01 ago. 2023.

MILLER, A. N.; SELLNOW, D. D.; STRAWSER, M. G. Pandemic pedagogy challenges and opportunities: Instruction communication in remote, HyFlex, and BlendFlex courses. **Communication Education**, v. 70, n. 2, p. 202-204, 2021.

MORAES, L. P. A robótica educacional e seu potencial como ferramenta no ensino da matemática. In: **Anais XI ENEM - Encontro Nacional de Educação Matemática**. Curitiba-PR. 2022.

MORAN, J. M. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. Papirus. 21a ed., 2013.

MORAN, J. M. **Contribuição das tecnologias para a transformação da educação**. Revista Com Censo #14 • volume 5 • número 3 • agosto 2018.

MORAN, J. M. **As mídias na educação**. Texto do meu livro Desafios na Comunicação Pessoal. 3a Ed. São Paulo: Paulinas, 2007, p. 162-166.

OLIVEIRA, A. D. d. **Robótica nas aulas de matemática: uma perspectiva tecnológica associada ao ensino de funções**. 2017. 69 f. Dissertação de Mestrado Profissional - Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB

OLIVEIRA, F. T. **A inviabilidade do uso das tecnologias da informação e comunicação no contexto escolar: o que contam os professores de matemática?** 2014 169 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/Rio Claro, Rio Claro.

PAPERT, S. **Logo: computadores e educação**. São Paulo: Brasiliense, 1985.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças: repensando a escola na era da informática**. New York: Artmed, 2008. Disponível em: https://learn.media.mit.edu/lcl/resources/readings/Instrucionismo-xconstrucionismo.pdf. Acesso em: 19 jul. 2023.

PAPERT, Seymour. **Mindstorms**. 1St Edition. Basics Books. 1980.

PIMENTA, F; TELES, L. F. **Gamificação e colaboração como fatores motivadores da aprendizagem**. In. Gamificação: como estratégia educativa. Ahmed Zouhrlal, Bruno Santos Ferreira, Carlos Ferreira, et.al. - Brasília: Link Comunicação e Design, 2015.

PRADO, J. P. d. A.; MORCELI, G. **Robótica educacional: do conceito de robótica aplicada à concepção dos kits**. In: PERALTA, D. A. (Ed.). Robótica e Processos Formativos: da epistemologia aos kits. Porto Alegre - RS: Editora Fi, 2019. p. 31-57.

RODRIGUES, A. M. M. **Por uma filosofia da tecnologia**. In: Grinspun, M.P.S.Z. (org.). Educação Tecnológica - Desafios e Perspectivas. São Paulo: Cortez, 2001: 75-129.

RODRIGUES, M. M., **Modelagem Matemática da Voz, Trigonometria e Robótica: Atividades Interativas.** 2020. 196 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Uberlândia – MG, 2020.

SALAMANCA, M. L. P.; LOMBANA, N. B.; HOLGUÍN, W. J. P. **Uso de la Robótica Educativa como Herramienta en los Procesos de Enseñanza**. Ingeniería Investigación y Desarrollo, v. 10, n. 1, p. 15-23, 2010.

SANTOS, F. C.; GERALDO, A. S. J; **A dimensão da robótica educacional como espaço educativo.** Revista Dialogia. São Paulo, nº 34, p. 50-65, jan/abr. 2020.

SANTOS, J. M.; FROTA, V. B.; PEREIRA, M. M.; LIMA, H. F. O.; QUEIROZ-NETO, J. P. 114, **ROBÔ-TI: Robótica Educacional no Incentivo de Alunos do Ensino Médio na Área de Tecnologia da Informação**, Educitec, Manaus, v. 05, n. 11, p. 114-131, jun. 2019.

SANTOS, J. B. **A robótica como ferramenta no ensino de Física**. 2014. 36f. TCC (Especialização em Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares EAD) – Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Ensino Técnico, Médio e Educação a Distância, 2014.

SANTOS, M. E.; MENDONÇA, A. P. **Aplicação da Robótica Educacional no Ensino das Relações Métricas do Triângulo Retângulo**. RENOTE, [s.l.], v. 14, n. 2, 2016.

SANTOS, T.; POZZEBON, E.; FRIGO, L. **A utilização de robótica nas disciplinas da educação básica.** In: Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense, 2013, Araranguá. Anais... Araranguá: Tecnologia e Educação no Desenvolvimento Regional, 2013. p. 616-623. Disponível em:

http://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/view/1165/840. Acesso em: 30 maio 2023.

SILVA, A. F. **RoboEduc: Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional**. 2009. 133 f. (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. Disponível em: ftp://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/AlziraFS.pdf. Acesso em: 10 jun. 2023.

SILVA. P. O. **Contradições Internas no Curso Lic-Toon: Produção de Cartoons Digitais na Formação Inicial de Matemática**. 139f. Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT. Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências e Matemática - PPGECM. Barra do Bugres -MT, 2019.

SILVA, A. **Pokémon Live e a Atividade Matemática nos Anos Iniciais**.138 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação/Mestrado) - Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Ensino de Ciências e Matemática, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Câmpus de Barrado Bugres, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2023.

SILVA, L. J; CARVALHO, F. J. R**; Pensando a Robótica na Educação Básica**. Revista de investigação e divulgação em Educação Matemática, Juiz de Fora, v. 2, n. 1, p. 137-159, jan./jun. 2018.

SOARES, D. S.; SOUTO, D. L. P. Tensões no processo de análise de modelos em um curso de cálculo diferencial e integral. **REMATEC**. Revista de Matemática, Ensino e Cultura (UFRN), ano 9, n. 17, p. 44-74, set./dez. 2014.

SOUTO, D. L. P. **Transformações Expansivas em um Curso de Educação Matemática a Distância Online.** (2013) 279f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2013.

SOUTO, D. L. P. **Transformações expansivas na produção matemática on-line**. São Paulo: Editora Cultura Acadêmica, 2014

SOUTO, D. L. P., ARAÚJO, J. L. **Possibilidades expansivas do sistema Seres-humanos com-mídias: um encontro com a Teoria da Atividade**. In: Borba, M. C., Chiari, A. (Eds.) Tecnologias Digitais e Educação Matemática (p. 71-90). São Paulo: Editora Livraria da Física, 2013.

SCHWENDLER, D. Robótica Educacional: compreensões sobre a experiência vivida com o LEGO Educacional. In: **Anais XIV ENEM – Encontro Nacional de Educação Matemática**. Curitiba- PR. 2022.

TORISU, E. M. Motivos de estudantes para participação em tarefas investigativas na aula de Matemática em uma perspectiva histórico-cultural. Alexandria **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 9, n. 2. p. 349-367, 2016.

VILARINHO, E. A. **O ensino da função linear e do torque através de interações de Engrenagens.** 2020, 84 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Unidade

Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia, PROFMAT -Programa de Pós-graduação em Matemática em Rede Nacional -Sociedade Brasileira de Matemática (RG), Catalão - GO, 2020.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

WERTHEIN, J. **A sociedade da informação e seus desafios**. Ci. Inf., Brasília, v. 29, n. 2, p.71-77, maio/ago. 2000.

ZIGNAGO, R. **Robótica Educacional nas aulas de Matemática: Trabalhos colaborativos com alunos do 8º ano do Ensino Fundamental**. 2020. 136 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, MG, 2020.

7 APÊNDICE: Termo de Consentimento Livre Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO – TCLE (RESPONSÁVEL)

Seu filho está sendo convidado para participar da pesquisa, sob a responsabilidade da pesquisadora, Michele Helena Mendes, mestranda do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM), da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT C*ampus* Deputado Estadual Renê Barbour - Barra do Bugres, sou a responsável pelo projeto intitulado **"ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE MÉDIA ARITMÉTICA E MODA NO ENSINO MÉDIO".** Essa pesquisa tem por objetivo compreender as contribuições da robótica educacional utilizada em sala de aula para aprendizagem de Média Aritmética e Moda por estudantes do Ensino Médio.

Sua participação é voluntária e sem qualquer identificação e ocorrera em diferentes fases. Inicialmente, haverá uma apresentação do projeto aos participantes, seguida pelo convite para participação na pesquisa. Em fases subsequentes, serão realizados encontros para que os participantes interajam com os itens do Conjunto SPIKE™ Prime LEGO® Education. Essa etapa tem como objetivo avaliar como a robótica educacional pode influenciar o trabalho coletivo e colaborativo durante o uso do Conjunto SPIKE™ Prime LEGO® Education, além de investigar de que forma o uso desse conjunto com interfaces interativas pode promover o desenvolvimento do pensamento lógico matemático. Destaco que esses momentos serão registrados em um caderno de campo e poderão ser gravados, permitindo ao pesquisador revisitar as interações para garantir que nenhum momento de aprendizagem seja perdido.

A participação dos sujeitos pesquisados é fundamental, considerando que esta etapa de ensino desempenha um papel primordial no desenvolvimento matemático dos alunos. Assim, a pesquisa torna-se relevante, pois pode viabilizar a fluência matemática nos alunos e desmistificar a disciplina.

Esperamos, com esta pesquisa e dos estudos a serem conduzidos, contribuir de maneira significativa para a discussão do tema, possibilitando a expansão do experimento de ensino para outras salas de aula.

O objetivo desta pesquisa é proporcionar benefícios coletivos, contribuindo para as discussões centradas no atual momento da civilização, que está intrinsecamente ligado às tecnologias digitais. Nessa perspectiva, o estudo buscará realizar uma análise que possa

influenciar diretamente, fortalecendo os processos de aprendizagem e, principalmente, permitindo a relação das atividades naturais dos alunos com a matemática aprendida nas escolas.

Fica claramente estabelecido que esta pesquisa não resultará em qualquer compensação financeira para nenhum dos participantes, ou seja, não haverá custos nem benefícios financeiros. Dessa forma, os sujeitos participantes comprometem-se a estar cientes de que os dados produzidos serão publicados, garantindo-lhes o caráter confidencial da pesquisa, o anonimato das informações e a confidencialidade de sua participação, conforme preconizado pela legislação.

Entretanto, de acordo com as diretrizes estabelecidas pela Resolução 466/2012, é crucial reconhecer que os participantes podem estar suscetíveis a diversos riscos durante a condução da pesquisa. Nesse sentido, é imperativo destacar os procedimentos delineados para mitigar esses potenciais riscos, sendo eles:

1. Desconforto ao Expor Ideias e se Identificar pelo Nome:

- *Medidas Mitigadoras:* Garantir a opção de participação anônima, promover um ambiente de respeito e aceitação, e esclarecer desde o início que a privacidade dos participantes será respeitada.

2. Constrangimento ao Participar de Atividades em Dupla:

- *Medidas Mitigadoras:* Estabelecer diretrizes claras para a formação de duplas, criar um ambiente colaborativo e inclusivo, e proporcionar apoio técnico para reduzir a sensação de constrangimento.

3. Divulgação de Dados Confidenciais:

- *Medidas Mitigadoras:* Implementar protocolos de segurança e obter consentimento informado dos participantes para o uso de informações sensíveis.

4. Constrangimento ao Discutir Estratégias Utilizadas:

- *Medidas Mitigadoras:* Estimular uma cultura de aprendizado sem julgamentos, fornecer orientações claras sobre a natureza colaborativa da pesquisa, e incentivar a troca aberta de ideias.

5. Interferência na Vida e Rotina como Participante:

- *Medidas Mitigadoras:* Estabelecer horários flexíveis de participação, fornecer suporte psicológico quando necessário, e manter uma comunicação transparente sobre os compromissos.

6. Riscos Relacionados ao Uso de Tablets na Programação:

- *Medidas Mitigadoras:* Garantir que os dispositivos estejam em conformidade com padrões de segurança elétrica, promover treinamentos sobre o manuseio seguro dos tablets e adotar precauções para evitar choques elétricos.

7. Estresse e Perda de Autoestima nas Atividades Práticas com a Robótica:

- *Medidas Mitigadoras:* Oferecer suporte pedagógico, estabelecer metas realistas, criar um ambiente de aprendizado positivo, e proporcionar feedback construtivo para fortalecer a confiança dos participantes.

Além disso, como parte integrante do compromisso ético da pesquisa, será garantido o acesso dos participantes aos resultados do estudo. Esse acesso será viabilizado por meio da divulgação pública dos resultados, após homologação pelo órgão responsável. Essa prática está alinhada com a resolução ética, reforçando o compromisso de seguir todas as normas e regras recomendadas pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). Dessa forma, além de mitigar os riscos durante as atividades práticas, a pesquisa busca assegurar transparência e participação ativa dos envolvidos em todas as fases do processo, promovendo um ambiente ético e colaborativo.

Por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), comprometo-me a preservar a imagem de todos os participantes, respeitando suas posições em relação à pesquisa e garantindo confidencialidade e anonimato no processo de coleta e divulgação de dados.

Destaco a relevância dos participantes como integrantes ativos na construção do conhecimento, uma vez que suas percepções, conhecimentos, experiências e manifestações contribuirão para aprimorar as discussões e desenvolver um trabalho com potencial impacto nos processos de aprendizagem matemática em outras pesquisas e/ou salas de aula.

É fundamental salientar que os riscos para os participantes nesta pesquisa serão evitados ou minimizados, de modo a não ferir ou denegrir seus direitos, condições sociais, culturais, concepções e opiniões, entre outras características. Além disso, comprometemo-nos a manter contato constante com os participantes, oferecendo aconselhamento para qualquer dúvida ou manifestação que desejem expressar. As decisões serão tomadas de forma coletiva, visando o melhor desenvolvimento do trabalho.

Diante das situações apresentadas, é importante ressaltar que você, como participante, tem total liberdade para decidir sobre sua participação voluntária na atividade proposta. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mantendo sua identidade em sigilo, a

menos que haja autorização expressa por parte do Sr. (a); caso contrário, todas as informações serão mantidas de forma confidencial. Se optar por participar, solicitamos que preencha e assine este termo de consentimento.

Ao término da pesquisa, caso tenha interesse, você terá livre acesso ao conteúdo da mesma e poderá discutir os resultados com os pesquisadores. Para entrar em contato com a equipe de pesquisa, você pode fazê-lo a qualquer momento, sendo a Mestranda Michele Helena Mendes disponível pelo telefone (65) 999571139 e e-mail michele.helena@unemat.br, a Dra. Daise Lago Pereira Souto pelo telefone (65) 99921 5865 e e-mail daise@unemat.br, ou diretamente com o Programa de Pós-Graduação da UNEMAT em Barra do Bugres-MT, pelo telefone (65) 3361-1413 ou pelo e-mail ppgecm@unemat.br.

Desde já agradecemos pela sua participação.

Consentimento: Ao considerar as informações e todas as garantias acima mencionadas, eu_____

CPF/ou RG_____, declaro para os devidos fins que cedo os direitos de minha participação nas narrativas feitas através dos meus diálogos e entrevista, para serem utilizados integralmente ou em partes, sem restrições de citações, podendo inclusive torná-las pública para o projeto acima descrito.

Assim sendo, declaro o meu consentimento em particular como sujeito desta pesquisa.

_____

Participante (Responsável)
CPF_____

_____

Michele Helena Mendes
Pesquisadora Responsável

Barra do Bugres - MT,17/11/2023.