



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO UNIVERSIDADE VIRTUAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA EDUCACIONAL

VALDEIR LIRA PESSOA E SILVA

**ROBÓTICA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA: UMA
INVESTIGAÇÃO ETNOGRÁFICA SOBRE O USO DE PLACAS BBC MICRO:BITS
NO PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO**

FORTALEZA

2023

VALDEIR LIRA PESSOA E SILVA

ROBÓTICA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA: UMA
INVESTIGAÇÃO ETNOGRÁFICA SOBRE O USO DE PLACAS BBC MICRO:BITS NO
PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada ao Mestrado em
Tecnologia Educacional da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre. Área de
concentração: Educação.

Orientadora: Prof.a Dra. Priscila Barros David

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S584r Silva, Valdeir Lira Pessoa e.
Robótica no ensino e aprendizagem de matemática: uma investigação etnográfica sobre o uso de placas BBC Micro:bits na primeira série do ensino médio / Valdeir Lira Pessoa e Silva. – 2023.
170 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto UFC Virtual, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional, Fortaleza, 2023.
Orientação: Profa. Dra. Priscila Barros David.
1. Robótica. 2. Ensino Profissional. 3. BBC Micro:bit. 4. Aprendizagem Baseada em Problemas e Projetos. 5. Matemática . I. Título.

CDD 371.33

VALDEIR LIRA PESSOA E SILVA

ROBÓTICA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA: UMA
INVESTIGAÇÃO ETNOGRÁFICA SOBRE O USO DE PLACAS BBC MICRO:BITS NO
PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de Mestre em Tecnologia Educacional. Área de concentração: Educação.

Aprovada em:29/06/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Priscila Barros David (Orientadora)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Leonardo Oliveira Moreira

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Francisco Kelsen de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IF Sertão PE)

A Deus.

Aos meus pais, Seu Luís e Dona Maria das
Graças.

Aos meus alunos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, porque houve momentos em que éramos só nós dois, mas eu tinha a certeza de que, realmente, Você estava comigo em toda a caminhada. O Senhor é quem me sustenta em pé.

À minha mãe, Maria das Graças Lira, a mulher mais forte, corajosa, inteligente e que Deus mandou na Terra para me proteger. Ela é o meu referencial.

Ao meu pai, Luiz Antônio Pessoa e Silva, o homem mais honesto, fiel, puro que eu conheci; todos os dias sinto sua falta, mas você está em meu coração.

Ao meu companheiro, Paulo Victor Isaias Aguiar, por ter suportado os meus medos durante esse processo e por motivar todos os dias dizendo que Deus estaria conosco.

À tia Helena, que abriu a porta da sua casa para me acolher durante o início da minha carreira profissional.

Às tias Enedina e Maria do Carmo, por cuidarem tão bem da minha mãe.

À minha orientadora, Professora Dra. Priscila Barros David, por todos os ensinamentos e por ser um exemplo de mulher trabalhadora, inteligente e obediente a Deus.

Ao meu irmão do coração, Amadeus Pongitori, por toda ajuda na condução desse processo.

Aos amigos para a vida, Yasmin Araújo, Lorena Caetano, Raphael Cunha, Geneyse Cruz, Laurilene e Paulo Victor Alves, por compartilharem conselhos e encorajamentos nos momentos mais difíceis.

Aos meus amigos que conheci durante o mestrado, Tereza Cristina, Juvenal e Daniele, por serem parceiros neste momento tão feliz em minha vida.

Aos meus alunos, os quais são os meus maiores incentivadores e força do meu trabalho, com vocês e para vocês!

À banca formada pelos professores Dr. Leonardo Oliveira Moreira e Dr. Francisco Kelsen de Oliveira, pela disponibilidade, contribuições e sofisticação em fazer parecer simples a transmissão dos conhecimentos que vieram a dar maior robustez a esta investigação.

Por fim, aos meus mestres, os quais no decorrer do Programa de Pós-Graduação, foram tão humanos e mostraram que todos os dias eu poderia tornar-me um professor melhor; vocês foram incríveis!

“Só há duas opções nesta vida: se resignar ou se indignar. E eu não vou me resignar nunca.”
(Darcy Ribeiro).

RESUMO

O ensino transdisciplinar, por meio da robótica educacional, na Educação Básica, tem sido investigado como estratégia que pode favorecer os processos de ensino e aprendizagem na escola. No contexto mais recente da robótica educacional, o uso das placas BBC Micro:bits vêm ganhando importância, com enorme potencial para implementação em currículos educacionais obrigatórios de linguagem de programação e suas derivações. Deste modo, a pesquisa vigente tem como objetivo geral investigar como a robótica educacional, mediante o uso de placas BBC Micro:bits, alicerçada na aprendizagem baseada em problemas e projetos, pode favorecer a compreensão de conceitos matemáticos por estudantes do 1º ano do Ensino Médio. Para isto, foram elencados objetivos de aprendizagem, conteúdos, estratégias metodológicas, métodos de avaliação e recursos digitais que abrangem as placas BBC Micro:bits, a partir do prisma da aprendizagem baseada em problemas/projetos, buscando a construção de uma envergadura de conhecimentos para a formação plena dos estudantes, no Curso de Petróleo e Gás da Escola Estadual de Educação Profissional (EEEP) Maria Ângela da Silveira Borges. Assim, tal investigação propiciou a construção de uma Cartilha Educacional Digital, permitindo o acesso às práticas desenvolvidas na referida escola e, conseqüentemente, inspirando outras unidades de ensino, que vivenciam cenários similares, para o desenvolvimento das suas próprias experiências no campo da robótica educacional. A pesquisa utilizou-se da etnografia interacional para o acesso ao repertório cultural do grupo investigado. Tal repertório foi constituído pela coleta de dados, baseada em entrevistas, questionários, fotografias, análises documentais e de discursos. É de preponderância finalizar afirmando, que, esta pesquisa propôs estabelecer sempre o contraste dos dados, para consolidar toda a coleta investigativa quanto à veracidade dos fatos. Por fim, os resultados da investigação revelaram o uso do Piano BBC Micro:bit como um caso expressivo, que engloba os conceitos matemáticos desenvolvidos, de modo que o itinerário percorrido revela estratégias, metodologias e recursos contemplam o uso da placa BBC Micro:bit, enquanto instrumento mediador dos processos de ensino e aprendizagem de matemática.

Palavras-chave: robótica; ensino profissional; BBC Micro:bit; aprendizagem baseada em problemas e projetos; matemática.

ABSTRACT

Transdisciplinary teaching, through educational robotics in Basic Education, has been investigated as a strategy that can favor the processes of teaching and learning in schools. In the most recent context of educational robotics, the use of BBC Micro:bits boards has been gaining importance, with enormous potential for implementation in mandatory educational curricula related to programming languages and their derivations. Thus, the current research aims to investigate how educational robotics, using BBC Micro:bits boards and based on problem-based and project-based learning, can enhance the understanding of mathematical concepts for 1st-year high school students. To achieve this, learning objectives, contents, methodological strategies, evaluation methods, and digital resources were listed, encompassing the BBC Micro:bits boards, from the perspective of problem/project-based learning, seeking to build a breadth of knowledge for the comprehensive education of students in the Oil and Gas Course at Maria Ângela da Silveira Borges State School of Professional Education (EEEP). As a result, this research led to the creation of a Digital Educational Handbook, allowing access to the practices developed at the mentioned school and, consequently, inspiring other educational institutions facing similar scenarios to develop their own experiences in the field of educational robotics. The research utilized interactional ethnography to access the cultural repertoire of the investigated group. This repertoire was formed through data collection based on interviews, questionnaires, photographs, document analysis, and discourse analysis. It is essential to emphasize that this research aimed to always contrast the data to consolidate all investigative collection regarding the veracity of the facts. Finally, the investigation's results revealed the use of BBC Micro:bit Piano as a significant case that encompasses the developed mathematical concepts, where the path taken reveals strategies, methodologies, and resources that involve the use of BBC Micro:bit boards as a mediator of mathematics teaching and learning processes.

Keywords: robotics; vocational education; BBC Micro:bit; problem- and project-based learning; mathematics.

LISTA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1 - Classificação da pesquisa	56
Diagrama 2 - Estratégias de criação do Quadro da Lógica de investigação	76
Diagrama 3 - Mapa conceitual: aula 1	82
Diagrama 4 - Conteúdos da aula 1	83
Diagrama 5 - Mapa conceitual: aula 2	84
Diagrama 6 - Mapa conceitual: aula 3	89
Diagrama 7 - Mapa conceitual: aulas 4 e 5	91
Diagrama 8 - Mapa conceitual: aula 9	96
Diagrama 9 - Mapa conceitual: aulas 10 e 11	98
Diagrama 10 - Questões secundárias	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Trajetória da robótica educacional no Brasil	39
Figura 2 - Logo da BBC <i>Micro:bit Education Foundation</i>	40
Figura 3 - Placa física BBC Micro:bit	41
Figura 4 - Nuvem de palavras dos conteúdos abordados nos estudos	46
Figura 5 - Estudos e suas séries de aplicação	47
Figura 6 - Tipos de pesquisas etnográficas em educação	52
Figura 7 - Princípios operativos da etnografia em educação	54
Figura 8 - Carga horária semanal e total das disciplinas de formação geral	58
Figura 9 - Disciplinas exigidas para a formação técnica em petróleo e gás	59
Figura 10 - Disciplinas curriculares integrantes da parte diversificada	60
Figura 11- Logo do grupo de pesquisa em tecnologia do petróleo.....	65
Figura 12 - Trajetória da RE na EEEP Maria Ângela da Silveira Borges	66
Figura 13 - Entrevistados	68
Figura 14 - Documentos analisados	70
Figura 15 - Sequência de Lógica de investigação	75
Figura 16 - Divulgação da Feira de Ciências, Tecnologia e Cultura	79
Figura 17 - Projetos de referentes à Feira de Ciências, Tecnologia e Cultura	80
Figura 18 - Conteúdos da aula 2	85
Figura 19 - Nuvem de palavras referentes às aulas 1 e 2	86
Figura 20 - Aula 3 – Vamos acender os <i>leds</i> ?	88
Figura 21 - Exemplificação das operações realizadas	90
Figura 22 - Chaveamento do Campeonato BBC Micro:bit	92
Figura 23 - Protótipo inicial do jogo Potência Card	94
Figura 24 - Representação da relação entre a matriz de <i>led</i> e o plano cartesiano	95
Figura 25 - Figuras geométricas de acordo com os pares ordenados	97
Figura 26 - Layout do Ceará Científico	99
Figura 27 - Interface inicial do jogo Potência <i>Cards</i>	101
Figura 28 - Interface com o botão “ajuda”.....	102
Figura 29- Bússola BBC Micro:bit	103
Figura 30 - Etilômetro BBC Micro:bit	106
Figura 31 - Correspondências das notas musicais na placa BBC Micro:bit	109

Figura 32 - Descritores com menores índices de aprendizagem	115
Figura 33 - Estratégias de desenvolvimento dos projetos	117
Figura 34 - Logo do <i>Scratch</i>	122
Figura 35 - Desenvolvimento de projeto no <i>Tinkercad</i>	122
Figura 36 - Exemplificação da gama pitagórica	124
Figura 37 - Conectores na perspectiva dos estudantes	133
Figura 38 - Ideia de resolução do desafio pelos estudantes	133
Figura 39 - Piano BBC Micro:bit no <i>Fritzing</i>	141

LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Tartaruga cibernética - LOGO	34
Foto 2 - Plataformas de código aberto	37
Foto 3 - Ambiente de programação do <i>Scratch</i>	38
Foto 4 - Interface de criação de projetos	42
Foto 5 - Simulador de placa BBC Micro:bit	43
Foto 6 - Estudantes em ambiente laboral	59
Foto 7 - Frente da EEEP Maria Ângela da Silveira Borges	61
Foto 8 - Ambiente interno da EEEP Maria Ângela da Silveira Borges	61
Foto 9 - Laboratório Educacional de Informática (LEI)	62
Foto 10 - Laboratório Móvel de Informática	62
Foto 11 - Primeira placa BBC Micro:bit adquirida pela instituição.....	66
Foto 12 - Aula inaugural do projeto de robótica educacional	81
Foto 13 - Ambiente de conversão das programações	104
Foto 14 - <i>Print</i> do diálogo acerca das linguagens de programação	105
Foto 15 - Peças utilizadas no etilômetro BBC Micro:bit	107
Foto 16 - Materiais utilizados no protótipo Piano BBC Micro:bit	110
Foto 17 - Piano BBC Micro:bit	111
Foto 18 - Conjunto de robótica educacional	118
Foto 19 - Fichas de montagens	119
Foto 20 - Protótipo inicial do Piano BBC Micro:bit	123
Foto 21 - <i>Print</i> de justificativa de falta	126
Foto 22 - Diálogo entre professor e estudante	128
Foto 23 - Notícia sobre a utilização das placas BBC Micro:bit	129
Foto 24 - Programação em <i>Python</i> do desafio feito aos estudantes.....	134
Foto 25 - Conversão da linguagem <i>Python</i> em bloco	135
Foto 26 - Programação inicial no <i>Scratch</i>	139
Foto 27 - Piano BBC Microbit no Tinkercade	140
Foto 28 - Conexões do Piano BBC Micro:bit	143
Foto 29 - Capa da Cartilha Educacional Digital.....	145
Foto 30 - Material de suporte dos projetos em formato PDF.....	146
Foto 31 - <i>Website</i> de projetos	147

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Nível de dificuldade em programação com simulador BBC Micro:bit	86
Gráfico 2 - Nível de proficiência dos descritores	87
Gráfico 3 - Média da frequência escolar	125
Gráfico 4 - Média bimestral dos estudantes na disciplina de matemática.....	127

LISTA DE MAPA

Mapa 1 - Estudos de Matemática e BBC Micro:bit em países.....	44
---------------------------------------------------------------	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Sinais utilizados na transcrição	74
Quadro 2 - Mapeamento das aulas realizadas	78
Quadro 3 - Acompanhamento dos projetos	100
Quadro 4 - Soluções propostas pelos projetos desenvolvidos	116
Quadro 5 - Habilidades e competências contempladas nos projetos	121
Quadro 6 - Descrição dos eventos do caso específico	132
Quadro 7 - Diálogo entre professores e estudantes	136
Quadro 8 - Descrição dos eventos do caso expressivo 2	138

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Projetos
ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
BBC	British Broadcasting Corporation
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CBIE	Congresso Brasileiro de Informática na Educação
CE	Ceará
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CIEAM	Commission Internationale pour l'Étude et l'Amélioration de l'Enseignement des Mathématiques
CNE	Conselho Nacional de Educação
CONAE	Conferência Nacional de Educação
DCRC	Documento Curricular Referencial do Ceará
EEEP	Escola Estadual de Educação Profissional
EPT	Educação Profissional e Tecnológica
GPTP	Grupo de Pesquisa em Tecnologia do Petróleo
IFGO	Instituto Federal de Goiás
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LEI	Laboratório Educacional de Informática
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MMM	Movimento da Matemática Moderna
PBL	<i>Problem Basead Learning</i>
PC	Pensamento Computacional
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
PNE	Plano Nacional de Educação
PPP	Projeto Político-Pedagógico
PROPESQ	Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal do Ceará
RE	Robótica Educacional
SBEM	Sociedade Brasileira de Educação Matemática
SEDUC	Secretaria de Educação do Estado do Ceará
SEFOR	Secretaria de Fortaleza
SISEDU	Sistema <i>Online</i> de Avaliação, Suporte e Acompanhamento Educacional

SNCT	Semana Nacional de Ciência e Tecnologia
STEAM	<i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i>
UFC	Universidade Federal do Ceará
WIE	<i>Workshop de Informática na Escola</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA: EXPLORANDO A ROBÓTICA EDUCACIONAL E O ENSINO DE MATEMÁTICA COM AS PLACAS BBC MICRO: BITS	24
2.1	Educação Profissionalizante e Tecnológica (EPT)	24
2.2	A disciplina de matemática no Ensino Médio	25
2.3	Metodologias ativas de aprendizagem	28
2.3.1	<i>Aprendizagem baseada em problemas e projetos</i>	30
2.4	A gênese da robótica educacional	33
2.4.1	<i>Robótica educacional e sua democratização: um componente curricular</i>	35
2.4.2	<i>O itinerário da robótica educacional no Brasil: implemento, desafios e evolução</i>	38
2.4.3	<i>Placas BBC Micro:bits: acessibilidade e versatilidade no universo da programação</i>	40
2.4.4	<i>Programação das placas BBC Micro:bits</i>	41
2.4.5	<i>Simuladores de placas BBC Micro:bits</i>	42
3	TRABALHOS RELACIONADOS À UTILIZAÇÃO DE PLACAS BBC MICRO:BITS NO ENSINO DE MATEMÁTICA	44
4	ABORDAGEM TEÓRICA-METODOLÓGICA	49
4.1	A etnografia como lógica de pesquisa em educação	49
4.2	Escolhas metodológicas para a realização da pesquisa	55
4.2.1	<i>Classificação da pesquisa</i>	55
4.2.2	<i>Sujeitos</i>	57
4.2.3	<i>Lócus da pesquisa</i>	60
4.2.4	<i>A implementação de robótica na escola</i>	63
4.2.5	<i>Instrumentos e técnicas de coleta de dados</i>	67
4.2.6	<i>Procedimentos de análise dos dados</i>	72
4.2.7	<i>Transcrição dos dados</i>	73
4.2.8	<i>A construção da lógica de investigação praticada na pesquisa</i>	74
5	EVENTOS DE ANÁLISE E CASOS EXPRESSIVOS DE UMA LÓGICA EM USO	77

5.1	As aulas de robótica e o acompanhamento dos projetos	77
5.1.1	<i>As aulas de robótica na dinâmica do aprendizado</i>	81
5.2	Os projetos desenvolvidos	98
5.2.1	<i>O desenvolvimento dos projetos</i>	99
5.3	Análise detalhada a partir do <i>telling case</i>	111
5.4	O Piano BBC Micro:bit: um caso expressivo a partir dos itinerários para a ruptura das limitações cognitivas	130
5.4.1	<i>Categoria 1: a placa BBC Micro:bit como ferramenta para o ensino de programação e o desenvolvimento de conceitos matemáticos</i>	132
5.4.2	<i>Categoria 2: a placa BBC Micro:bit como suporte às diversas variantes metodológicas e de recursos</i>	137
6	CARTILHA EDUCACIONAL DIGITAL: PROJETOS BBC MICRO:BIT: APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS E PROBLEMAS	144
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	148
	REFERÊNCIAS	152
	APÊNDICE A – DESCRIÇÃO DA LÓGICA DE INVESTIGAÇÃO DA PESQUISA	162
	APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	167
	APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ESTUDANTES	169
	ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	170

1 INTRODUÇÃO

Esta investigação tem sua gênese na observação de dados críticos, referentes ao desempenho das turmas de 1º ano do ensino médio da EEEP Maria Ângela da Silveira Borges, na disciplina de matemática. Baseada na análise de instrumentos de avaliação disponibilizados pela escola e análise dos relatos percebidos na vivência escolar, foi possível alcançar o denominador comum de que se fazia necessário intervir de forma contributiva no processo de ensino dos estudantes, na disciplina de matemática. Para tal, foi feita a delimitação do campo de pesquisa, no que é tomada a turma de 1º ano do curso Técnico em Petróleo e Gás, pelo fato da grade curricular deste curso apresentar estreita relação com a supracitada disciplina.

Considerando dados disponibilizados pelo Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica do Ceará (SPAECE), em 2019, as turmas de Petróleo e Gás já apresentavam desempenho deficitário na disciplina de matemática. De acordo com estes índices, apenas 11,6% dos alunos da rede pública do Ceará encontravam-se em níveis adequados de proficiência em matemática, enquanto na regional (SEFOR 2), somente 7,8% dos estudantes estavam compreendendo a disciplina em questão, e na EEEP Maria Ângela da Silveira Borges, a porcentagem perpez 29,8% dos alunos em nível adequado de aprendizado na disciplina de matemática. Os dados que não eram tão alarmantes, diante das bruscas mudanças impostas pela pandemia da Covid-19, caíram drasticamente.

Adicionalmente, segundo o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) de 2018, que avalia o desempenho educacional em diversos países, revelou que a situação do ensino de matemática no Brasil é preocupante. O estudo apontou que 68,1% dos estudantes brasileiros, com 15 anos de idade, não possuem conhecimentos básicos em Matemática. Essa informação reforça a relevância dos dados do SPAECE, destacando a necessidade de medidas urgentes para melhorar o desempenho dos alunos na disciplina em questão (BRASIL, 2019).

A problemática apresentada na disciplina de matemática, o baixo desempenho dos estudantes da escola, as dificuldades constatadas, especificamente, no curso de Petróleo e Gás, fizeram o autor desejar desenvolver sua pesquisa nessa área do conhecimento. Buscando contemplar os estudantes com uma estratégia que os auxiliasse a superar suas dificuldades, o pesquisador viu na robótica educacional uma possibilidade real de oferecer uma metodologia dinâmica que os alçasse ao desempenho aceitável. Entretanto, outro obstáculo apresentava-se: a escola não dispunha de estrutura física e tecnológica que permitisse executar tal projeto.

A princípio, tal cenário apresentou-se como um obstáculo à execução do projeto. Não obstante, estudos sobre o uso de placas BBC Micro: bits como suporte ao ensino de programação e robótica para crianças indicaram seu potencial como instrumentos simples, baratos, e de elevado custo-benefício para a adoção da robótica educacional no ensino de matemática (ARNOLD et al., 2015; BELL et al., 2017; HAYWARD & TOVEY, 2017; BRANDHOFER, 2021; PEARCE et al., 2018). As placas emergiram como um mecanismo potente e facilitador dos processos de ensino e aprendizagem, perfeitamente adaptável ao quadro vivenciado na EEEP Maria Ângela da Silveira Borges.

A situação exposta acima veio como um contratempo, mas acabou por se transformar em solução, pois a partir dela, o autor tinha em mãos o lócus da sua pesquisa, o público-alvo e o objetivo: investigar, sob uma perspectivaêmica de compreensão, como a robótica educacional, mediante o uso de placas BBC Micro:bits, alicerçada na aprendizagem baseada em problemas/projetos, pode favorecer a compreensão de conceitos matemáticos por estudantes do 1º ano do Ensino Médio.

É de impacto ressaltar que a disposição em desenvolver o presente trabalho, não se deu, exclusivamente, por fatores profissionais, a partir do manuseio frio dos dados, mas, sim, houve o aspecto da motivação pessoal que implicou de forma direta na trajetória do autor desta pesquisa. A ideia de desenvolver um trabalho que colaborasse com os estudantes na superação dos seus desafios, foi força motriz para o investigador que aqui vos fala. Sendo assim, trago a evolução gradativa da minha carreira acadêmica e profissional, até atingir a esta condição de contributo à ciência e educação, do Ceará e quiçá, do Brasil.

No ano de 2015, após a formação em Química do Petróleo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, o autor da presente dissertação foi aprovado em seleção e ingressou na rede estadual de educação profissional do Ceará, assumindo o cargo de Coordenador do Curso Técnico em Petróleo e Gás, além de ministrar disciplinas técnicas voltadas para a produção industrial de petróleo.

Com o passar do tempo, o autor começou a cogitar a possibilidade de se aprimorar em conhecimentos pedagógicos, o que o levou a cursar Licenciatura em Química, na Universidade Federal do Ceará, no ano de 2016. A partir de então, a carreira no ramo petrolífero parecia cada vez mais distante, enquanto a docência tornava-se muito presente. Em 2017, um grupo de estudantes deu início à trajetória do autor no tocante à robótica educacional; nascia, assim, um projeto de bombeio mecânico com hastes, ou seja, um protótipo de perfuração de poços de petróleo. Naquele momento, o pesquisador despertou para possibilidades que, até à referida data, eram impensadas. No entanto, a docência não exigia dele abandono dos

conhecimentos na área de petróleo, ao invés disso, a Química do Petróleo, a Licenciatura em Química e o Curso Técnico em Petróleo e Gás, se apresentavam como portas abertas para o desenvolvimento de amplos trabalhos relacionando tais formações e a sua disposição somada ao entusiasmo dos estudantes em elaborar trabalhos dentro do eixo de produção industrial.

Contagiado pelo momento profissional no qual estava inserido, os projetos criados com os estudantes, as participações em eventos, as premiações em feiras de ciências, impulsionaram o autor a participar do certame para o ingresso no Mestrado em Tecnologia Educacional, ofertado pela Universidade Federal do Ceará. Para a sua surpresa, diante da insegurança que nutria dentro de si, foi aprovado, retomando a caminhada acadêmica no ano de 2020. Ainda no citado ano, o autor foi convidado a compor o Grupo de Pesquisa em Etnografia Interacional e Tecnologias Digitais (GRETCS); na ocasião, foi apresentado à etnografia interacional. Nunca imaginou que em suas pesquisas ele pudesse utilizar uma lógica de investigação que promovesse o diálogo entre a Antropologia, a Educação, a Matemática e a Robótica.

Mas nem tudo aconteceu conforme o esperado, pois logo no primeiro ano de mestrado, veio a pandemia e com ela a suspensão das aulas presenciais, tanto na escola quanto na universidade. O período pandêmico se estendeu e com ele as necessidades de adaptação à realidade do ensino remoto.

Pelo exposto, levanta-se a seguinte questão geral de pesquisa: Como a robótica educacional, mediante o uso de placas BBC Micro:bits, alicerçada na aprendizagem baseada em problemas e projetos, pode favorecer a compreensão de conceitos matemáticos por estudantes do 1º ano do Ensino Médio?

Dela decorre o objetivo geral da pesquisa: Investigar como a robótica educacional, mediante o uso de placas BBC Micro:bits, alicerçada na aprendizagem baseada em problemas e projetos, pode favorecer a compreensão de conceitos matemáticos por estudantes do 1º ano do Ensino Médio.

Para o alcance do objetivo geral, delineiam-se os seguintes objetivos específicos:

- Mapear as principais dificuldades quanto à compreensão de conceitos matemáticos por alunos do 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Educação Profissional Maria Ângela da Silveira;
- Investigar, etnograficamente, o processo de superação das dificuldades identificadas, por meio da robótica educacional com a adoção de metodologias ativas.

- Sistematizar metodologias, instrumentos e práticas para a adoção da robótica educacional na disciplina de Matemática, no 1º ano do Ensino Médio, mediante o uso de placas BBC Micro: bits e outros recursos de baixo custo.

Em suma, por ter a etnografia como lógica de investigação, houve a busca pela perspectiva êmica dos participantes, no que coloca a comunidade escolar como protagonista e formadora de sua cultura. De sorte que a simbiose estabelecida entre o campo da Antropologia e da Robótica insere esta investigação na vanguarda de estudos que promovem rupturas nas tradicionais lógicas de pesquisas acadêmicas, promovendo a confabulação interdisciplinar entre searas até então distantes.

Este trabalho está dividido em sete capítulos. Feita a **introdução**, como **segundo capítulo**, será apresentado o referencial teórico, que manifestará conceitos referentes à Educação Profissional e Tecnológica, ensino de matemática no Ensino Médio, à utilização de metodologias ativas, com ênfase na aprendizagem baseada em problemas e projetos, e ao desenvolvimento da robótica educacional, destacando-se o uso das placas BBC Micro:bits.

O **terceiro capítulo** discutirá trabalhos relacionados à aplicação das placas BBC Micro:bits no ensino de matemática, abordando os contextos nacional e internacional, visando à compreensão de como ocorre o ensino e a aprendizagem de matemática em realidades distintas das vivenciadas no lócus da investigação, a EEEP Maria Ângela da Silveira Borges.

O **quarto capítulo** trará a abordagem metodológica, à luz da etnografia interacional, anunciando o lócus da pesquisa, os sujeitos envolvidos, os instrumentos de coletas de dados, a edificação da lógica de investigação e a análise dos dados.

O **quinto capítulo** será dividido em três subseções: a primeira subseção descreverá a incursão realizada nas aulas e nos projetos desenvolvidos. A partir desta narrativa, o leitor apreenderá os conteúdos, os recursos utilizados, as metodologias, as limitações e os instrumentos avaliativos adotados nas experiências com a robótica educacional. Por sua vez, a segunda subseção explanará os casos expressivos (*telling cases*) como envergadura para descortinar a perspectiva êmica, imprescindível para a investigação. Por fim, a terceira seção apresentará apontamentos minuciosos, diante dos *telling cases* gerados na investigação: casos reveladores de como se deu o constructo dos conceitos matemáticos a partir da robótica educacional.

O **sexto capítulo** dissertará sobre produto tecnológico gerado a partir da pesquisa conduzida.

No **capítulo sete**, concluindo este trabalho, destacam-se os enfrentamentos superados, os resultados obtidos e as projeções futuras de pesquisa. Os desafios foram enfrentados com determinação, os resultados contribuíram para o conhecimento e as projeções abrem caminho para investigações futuras.

2 EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA: EXPLORANDO A ROBÓTICA EDUCACIONAL E O ENSINO DE MATEMÁTICA COM AS PLACAS BBC MICRO: BITS.

Este capítulo abordará a concepção teórica que norteou a presente dissertação. O início da discussão explanará o contexto da Educação Profissional e Tecnológica e a disciplina de matemática no Ensino Médio brasileiro, bem como as orientações e documentos que dão suporte a ela. Em seguida serão apresentados conceitos inerentes à utilização de metodologias ativas de aprendizagem, com ênfase na aprendizagem baseada em problemas e projetos. Adiante, serão elencados os principais conceitos e discussões no campo da robótica educacional, sua evolução numa perspectiva nacional e internacional, bem como o percurso trilhado até à utilização de placas BBC Micro:bits como instrumentos de apoio ao ensino de matemática. A robótica educacional atravessará toda esta investigação e será vinculada aos conceitos e discussões acerca da aprendizagem baseada em problemas e projetos, metodologia que dará suporte ao desenvolvimento dos projetos com os participantes do estudo.

2.1 Educação Profissionalizante e Tecnológica (EPT)

Desde 2008, o Governo do Estado do Ceará, em parceria com a Secretaria da Educação (SEDUC-CE), tem se dedicado ao desafio de estabelecer uma abrangente rede de educação profissional no Estado. A estratégia central adotada foi a integração do Ensino Médio à formação profissional de nível técnico, proporcionando aos jovens cearenses uma educação em tempo integral.

Esse modelo integrado tem possibilitado que centenas de estudantes se qualifiquem para ingressar no mercado de trabalho, ao mesmo tempo em que são preparados para concorrer a uma vaga nas universidades. A educação profissional oferece uma perspectiva ampliada do direito à educação, criando condições para estabelecer um diálogo direto com o mundo do trabalho. Ao priorizar o ensino integrado, o Governo do Ceará garante aos alunos que concluíram o ensino fundamental a oportunidade de uma matrícula única no Ensino Médio, juntamente com uma formação técnica especializada, abrindo caminhos para que possam ingressar nas Escolas Estaduais de Educação Profissional (SEDUC, 2015).

Essa abordagem inovadora visa criar um ambiente educacional que atenda às demandas atuais, capacitando os jovens cearenses para enfrentarem os desafios em constante evolução do mercado de trabalho. Além disso, oferece-lhes uma base sólida para prosseguirem seus estudos

acadêmicos. Através do modelo integrado de educação profissional, implementado com determinação pelo Governo do Ceará, busca-se proporcionar igualdade de oportunidades e acesso a uma formação de qualidade, impulsionando o desenvolvimento pessoal e socioeconômico dos estudantes, como também contribuindo para o progresso e a prosperidade do Estado.

Nesse sentido, é fundamental promover uma abordagem pedagógica que valorize o trabalho como uma atividade transformadora, capaz de promover a emancipação e a cidadania dos sujeitos envolvidos (CIAVATTA, 2008).

Moura (2014) reforça essa perspectiva ao destacar a importância de uma formação docente que articule teoria e prática, integrando os conhecimentos acadêmicos com as demandas e realidades do mercado de trabalho. Ambos os autores ressaltam a necessidade de uma educação profissional que vá além do domínio técnico, enfatizando a importância do trabalho como elemento central na formação dos profissionais e na promoção de uma prática educativa significativa e contextualizada.

Na busca pela Emancipação dos estudantes e do conhecimento aliado à prática, a Matemática se revela como uma disciplina que incorpora uma perspectiva integradora, com amplas potencialidades pedagógicas para superar a dicotomia entre a Educação Básica e a Educação Profissional. Ela estabelece um diálogo enriquecedor com todas as outras áreas do conhecimento, apresentando um caráter formativo que promove o desenvolvimento integral dos indivíduos. Estimula o raciocínio lógico e proporciona um ensino libertador, oferecendo uma abordagem emancipatória (D'AMBRÓSIO, 1986).

Na seção a seguir, iremos explorar o ensino de matemática, levando em consideração sua trajetória histórica e os documentos que a norteiam. Ao alinhar essas práticas inovadoras com os objetivos e diretrizes estabelecidos nos documentos oficiais, estaremos contribuindo para uma educação matemática mais dinâmica, participativa e coerente com as demandas da sociedade atual.

2.2 A disciplina de matemática no Ensino Médio

Em âmbito mundial, as primeiras discussões sobre o ensino de matemática emergiram no ano de 1950, com a criação da *Commission Internationale pour l'Étude et l'Amélioration de l'Enseignement des Mathématiques* (CIEAEM), tendo a intenção de estudar as principais contribuições que o ensino da disciplina poderia trazer, bem como criar discussões que servissem de base para a modernização do seu currículo (VALENTE, 2008).

No Brasil, entre o final dos anos de 1970 e a década de 1980, o Movimento da Matemática Moderna (MMM) foi um passo significativo para o avanço da área, o qual deixou o legado em forma de orientações pedagógicas que rompiam com o modelo de ensino tradicional. No mesmo período, houve a criação da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), que segundo os estudos de Fiorentini e Lorenzato (2012), conseguiu alcançar cerca de doze mil associados, além de fomentar o surgimento dos primeiros programas de pós-graduação em educação matemática no país.

No ano de 1988, como forma de diminuir a desigualdade no ensino, em todo o território, por meio da Constituição Federal, em seu artigo 210, iniciou-se a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento este que garante o direito à Educação Básica para crianças, jovens e adultos nos diversos níveis de governo. A BNCC não aconteceu apenas com a promulgação da Constituição, mas foi ratificada por meio de diversas legislações e marcos subsequentes, sendo partes integrantes do processo de formulação, destacando-se:

- ✓ Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996: regulamenta a BNCC por meio das Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) da Educação Básica e do Ensino Fundamental.
- ✓ Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de 1997, 1998, 2000: Instrumentos que servem como referência para os profissionais atuarem em suas escolas, de tal forma que garantam a qualidade na educação brasileira, servindo também para a divulgação de novas metodologias e abordagens.
- ✓ Programa Currículo em Movimento: resultado do parecer do Conselho Nacional de Educação (CNE), visando à melhoria dos currículos na Educação Básica, conforme as particularidades de cada região.
- ✓ Conferência Nacional de Educação (CONAE): a fim de garantir um efetivo Plano Nacional de Educação, é realizada uma reunião de especialistas, objetivando criar uma BNCC na Educação Básica.
- ✓ Diretrizes Curriculares Nacionais: publicação das Resoluções (nº 4/2010; nº 5/2009; nº 7/2010 e nº 2/2012), que fixaram diretrizes curriculares nacionais gerais para a Educação Básica.
- ✓ Pacto Nacional de Fortalecimento do Ensino Médio: criado pela Portaria nº 1.140/2013. Foi estabelecido um pacto federativo entre União, estados e municípios.
- ✓ Plano Nacional de Educação (PNE): Lei nº 13.005/2014, que define 20 metas para a melhoria na Educação Básica.

✓ Novas versões da BNCC: em 2016, foi publicada a segunda versão da BNCC. No ano de 2018 foi publicada a terceira versão (na qual são apresentadas propostas de uso de 25 tecnologias e métodos que desenvolvam o pensamento computacional (PC) dentro da sala de aula, contendo expressamente o ensino de matemática nos Ensinos Fundamental e Médio).

✓ Plano Estadual de Educação: Lei n.º 16.025, instrumento balizador e norteador das políticas públicas relacionadas à educação no estado do Ceará, o qual contempla metas e estratégias a serem viabilizadas pelo estado e por seus municípios, em colaboração com a União e guardando conformidade com o Plano Nacional de Educação, aprovado pela Lei Federal n.º 13.005, de 24 de junho de 2014, e com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei Federal n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

✓ Documento Curricular Referencial do Ceará (DCRC) do Ensino Médio para a área de matemática e suas tecnologias, de 21 de setembro de 2021. Orientou a elaboração do currículo escolar na rede de Educação Básica do Ceará. Sua estruturação dispõe da organização da matriz curricular com ênfase nas competências dispostas pela BNCC.

Para o Ministério da Educação, o ensino de matemática vem passando por transformações (BRASIL, 2000a). Vive-se na era do desenvolvimento tecnológico, dos avanços da informática, em um mundo cuja comunicação é cada vez mais dinâmica. A busca por um currículo que venha ao encontro das necessidades de formação para o contexto é cada vez mais relevante.

A Base Nacional Comum Curricular, no que diz respeito ao ensino médio, contempla as áreas de conhecimento, que são: Linguagens e suas Tecnologias (Arte, Educação Física, Língua Inglesa e Língua Portuguesa); Matemática; Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química); e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (História, Geografia, Sociologia e Filosofia), além das Competências e Habilidades. Competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), enquanto, habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (BRASIL, 2018).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) no Ensino Médio, com duração de três anos, procuram a concretização dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental. O currículo de matemática do Ensino Médio tem como base os PCNs, que são escolhidos pelas secretarias estaduais de educação com matrizes de referências que contenham um conjunto de habilidades e competências que se espera que os estudantes desenvolvam ao longo de três anos.

A matriz de referência de matemática está estruturada com base na resolução de problemas; o conhecimento matemático ganha significado e os alunos identificam situações de forma a desenvolver estratégias para a resolução de problemas.

É nesse sentido que ocorre a necessidade de se criar indivíduos mais críticos e capazes de realizar práticas colaborativas e que sejam habilitados a encontrar soluções para os diversos problemas. E, como o ensino de matemática sofre rejeição por muitos, pelos mais diversos motivos, é de valia a intenção do educador valorizar os conhecimentos prévios e tornar o aluno sujeito capaz de produzir uma aprendizagem significativa, indo além de uma aprendizagem mecânica (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

As metodologias ativas vêm ganhando destaque, pois se propõem a romper com modelos tradicionais de aprendizagem, buscando a centralidade do ensino no aluno. Buscam-se novas formas de ensinar e vislumbra-se a possibilidade de desmistificar o ensino de matemática para que sejam removidas as barreiras de aprendizagem, é que surgem as aprendizagens ativas. Na seção a seguir, as metodologias ativas serão discutidas, aprofundando-se acerca da aprendizagem baseada em problemas (ABP) como forma de aprimorar o ensino de matemática.

2.3 Metodologias ativas de aprendizagem

Com as transformações sociais, econômicas, políticas, culturais e tecnológicas presenciadas nas últimas décadas, a sociedade foi e está sendo impactada em diversas áreas. A vida das pessoas já não é mais a mesma; o mundo está cada vez mais complexo; as relações entre as pessoas e a estrutura organizacional do trabalho mudaram de modo significativo, por conseguinte, a escola. Esta última, talvez, tenha enfrentado a maior transformação, haja vista a sua solidez historicamente reconhecida.

Bauman (2009) discute o contraste entre o estágio de uma sociedade líquida, metáfora do contexto atual, com um estágio anterior denominado sólido. Segundo o teórico, o estágio sólido corresponde a um período na sociedade em que a durabilidade era lógica, e para as resoluções de problemas, as pessoas utilizavam-se de conhecimentos adquiridos, tendo em vista contextos previsíveis e duráveis. A partir das diversas transformações vivenciadas no século XXI, Bauman (2009) caracteriza a sociedade como líquida, revestida das condições sócio-históricas da contemporaneidade, dotadas de fluidez e incertezas; a palavra de ordem é imprevisibilidade. Quando se fala em educação contemporânea é preciso entender que ela se

situa em tempos de constantes transformações, cujos sujeitos, práticas docentes e, principalmente, o conhecimento vem sendo fortemente impactados.

A partir de tais reflexões, nasce a necessidade de se romper com o “sólido”, tão bem representado por experiências conteudistas e práticas tradicionais. O estado líquido exige, assim, dos docentes uma postura diferente, marcada por uma nova forma de relação com o conhecimento. Bassalobre (2013) afirma que esse novo perfil de docente precisa se reconfigurar, tendo em vista o desenvolvimento de novas competências, a construção de novos sentidos sobre o ser e fazer docente, de forma a alterar concepções, imbuindo-se das dimensões éticas e políticas.

O docente é condicionado ao dever de ressignificar os saberes já construídos, utilizando-se de uma postura mais crítica, reflexiva e investigativa, de modo a entender que ensinar não se limita a inferir os conhecimentos dos conteúdos de sua disciplina. Os objetivos educacionais passam a envolver a perspectiva daqueles que dela participarão, que deverão apreciá-la. Para Berbel (2011), há uma necessidade de que os docentes busquem novos caminhos e metodologias para a promoção do protagonismo e autonomia dos estudantes. Faz-se necessário, portanto, promover a escuta, a valorização de opiniões, o encorajamento, o exercício da empatia, de maneira que se crie um ambiente favorável à aprendizagem.

É em tal cenário que se situam as metodologias ativas, permitindo a implementação de mudanças nas formas de ensinar (perspectiva docente), e de aprender (perspectiva do estudante). Corroborando com as referidas ideias, Freire (2015), ao fazer referência à educação como um processo que se dá por meio da interação entre os sujeitos sociais mediante suas palavras, ações e reflexões, assume que a educação seja baseada em um processo de construção colaborativa, o qual rompa com os modelos tradicionais de ensino que priorizam a transmissão de informações e a centralidade do ensino na figura do professor. O estudante, então, passa a ser compreendido como um sujeito ativo de seu processo de aprendizagem, posto que é dotado de experiências, saberes e opiniões e que estes devem contar para a elaboração de novos conhecimentos.

Diversos pensadores colaboram para um embasamento teórico acerca da adoção de metodologias ativas no ensino. Vygotsky (2003) e sua teoria sócio-histórica, que preconiza o aprendizado pela interação social; Dewey (1978), com a aprendizagem baseada na experiência; Ausubel; Novak e Hanesian (1980) e a teoria da aprendizagem significativa, e Freire (2015), o qual apresenta os pressupostos da pedagogia da autonomia. Os autores supramencionados reforçam a necessidade de colocar os alunos no centro dos processos de aprendizagem, confirmando a ideia central das metodologias ativas, destacando o pensamento de Freire (1996,

p. 25), que afirmou: “quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender. Quem ensina, ensina alguma coisa a alguém”, é o exemplo de problematização-produção de conhecimento, na superação de obstáculos de aprendizagem.

Anastasiou e Alves (2004) preponderam algumas estratégias a serem utilizadas por professores, nos diversos níveis de ensino, visando à superação da pedagogia tradicional, que tira o estudante do anonimato e o coloca como protagonista do seu processo de aprendizagem. A partir de tal premissa, esta dissertação se dedica especificamente à aprendizagem baseada em problemas (ABP) ou *Problem Basead Learning* (PBL) e projetos, pois é uma das abordagens didáticas mais relevantes para o desenvolvimento das habilidades relacionadas com a aprendizagem de matemática (REZENDE e SALSE, 2021). Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) já nos alertavam quanto à carência de práticas problematizadoras nos processos de ensino e aprendizagem, conforme explana a citação abaixo:

A necessidade indicada pelos educadores matemáticos, possibilita aos alunos mobilizar conhecimentos e desenvolver a capacidade para gerenciar as informações que estão a seu alcance. Assim, os alunos terão oportunidade de ampliar seus conhecimentos acerca de conceitos e procedimentos matemáticos bem como de ampliar a visão que têm dos problemas, da Matemática, do mundo em geral e desenvolver sua autoconfiança (BRASIL, 1997, p. 40).

Na subseção a seguir, discutiremos em maiores detalhes os fundamentos da metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Problemas e Projetos e suas contribuições par ao ensino de matemática.

2.3.1 Aprendizagem baseada em problemas e projetos

Em 1969, na Universidade Canadense McMaster, no curso de Medicina, foi sistematizada, pela primeira vez, a aprendizagem baseada em problemas (ABP), sendo utilizada até os dias atuais na Universidade citada (LOPES; SILVA FILHO; ALVES, 2019). A ABP tem o objetivo de apresentar uma situação aos estudantes, que, por sua vez, leva a um problema a ser resolvido por eles. É nesta busca por soluções que os estudantes descobrem novos conhecimentos, permitindo-lhes a construção de novas habilidades durante o seu processo.

As metodologias ativas de ensino, bem como a aprendizagem baseada em problemas e projetos, possuem um caráter interdisciplinar e seguem a concepção de ensino atual e as definições estabelecidas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). As metodologias ativas são indicadas na BNCC como estratégia de ação para o ensino de disciplinas, tais como:

física, química, matemática, entre outras que tendem a apresentar conceitos mais complexos e abstratos. Estudos atuais se concentram na utilização da ABP, defendida por muitos autores na integração entre a formação profissional e o ensino propedêutico no ensino médio: (Resende e Salse (2021), Lopes et al. (2019) e Hallinger e Bridges (2016) e que dialogam com Duch; Groh e Allen (2001) propõem cinco etapas para o desenvolvimento da ABP, que podem ser resumidas da seguinte forma:

- i) definição de uma ideia, conceito ou princípio e relacionando-o com os objetivos de aprendizado propostos;
- ii) contextualização dessa ideia, conceito ou princípio com o mundo real;
- iii) apresentação do problema com perguntas norteadoras, de maneira que os estudantes possam identificar os diferentes estágios do aprendizado;
- iv) elaboração de um guia do professor, no qual se propõe uma combinação de vários contextos pedagógicos (seminários, discussões em classe, trabalhos em grupos reduzidos de estudantes etc.);
- v) identificação dos recursos necessários aos estudantes para operacionalizar todo seu planejamento da dinâmica da ABP.

Colaborando com tais etapas, os estudos de Hung (2009) reforçam a necessidade de implementar na aprendizagem baseada em problemas o uso do modelo 3C3R, o qual teria como base duas classes: o 3C, chamado de suporte de conteúdo e aprendizagem conceitual, que apresentaria os conceitos de *content*, *context* e *connection*, ou seja, conteúdo, contexto e conexão; e o 3R, denominado de componentes processuais, apresentando os conceitos de *research*, *reasoning*, *reflection*, ou seja, investigação, raciocínio e reflexão, que estariam ligados à habilidade do processo cognitivo o qual os estudantes deveriam desenvolver para a resolução dos problemas.

Hung (2009) orienta aos professores quando forem conduzir a aprendizagem baseada em problemas, terem cuidado com alguns passos que devem ser considerados, tais como: criar metas e objetivos, conduzir uma análise de conteúdo, analisar o contexto do problema, formular a versão inicial do problema, conduzir uma análise de adequação do problema, conduzir uma análise de correspondência (garantir a confiabilidade e efetividade do problema para alcançar seus objetivos de aprendizagem), conduzir processos de calibração (removendo ou acrescentando informações à situação-problema, de forma a tornar os objetivos de aprendizagem propostos mais claros e precisos), construir componentes reflexivos e, por fim, examinar relações de suporte entre os componentes 3C3R.

Diante de todas as soluções propostas na resolução dos problemas, sustentou-se, nesta pesquisa, a adoção perspectiva de trabalho com projetos. Segundo Bender (2014), a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) tem se mostrado como uma metodologia cujo potencial extrapola os limites da sala de aula, pois, além de desenvolver a aprendizagem acadêmica, proporciona motivação, engajamento e, muitas das vezes, contribuições à comunidade na qual os estudantes estão inseridos. Ainda de acordo com Bender (2014, p.15):

[...] a ABP pode ser definida pela utilização de projetos autênticos e realistas, baseados em uma questão, tarefa, ou problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos alunos no contexto do trabalho cooperativo para a resolução de problemas.

O método de projetos está ligado a John Dewey (1899), que, no cenário das primeiras décadas do século XX, com o movimento da Escola Nova, se opunha ao modelo tradicional de ensino, sistematizando a Pedagogia de Projetos. Posteriormente, William Heard Kilpatrick (1925) esteve sob a disposição de direcionar e popularizar, metodologicamente, a Pedagogia de Projetos (OLIVEIRA, 2006).

No entanto, há autores, como: Knoll (1997) que acreditam que a metodologia de trabalho com projetos, teria se iniciado ao final do século XVI, em escolas de arquitetura da Europa, sendo transplantado para a América. Para tal autor, Dewey e Kilpatrick são adotados enquanto pioneiros da proposta pedagógica de projetos, pelo fato de terem provocado sua difusão.

Fazendo o elo entre a fundação histórica da Pedagogia de Problemas e de Projetos, e suas possibilidades de implantação atual, enxerga-se um campo bastante fértil para conexões com a interdisciplinaridade, já que ambas dialogam com as mais diversas searas científicas e do conhecimento, o que as aproxima da própria Robótica Educacional, que é o carro-chefe desta investigação.

É fato que esses trabalhos servirão como modelos de orientação, mas para que a sua utilização garanta qualquer efeito com sucesso da aplicação da Aprendizagem Baseada em Projetos/Aprendizagem Baseada em Problemas, torna-se necessário, antes de tudo, envolver os estudantes no processo de aprendizagem.

Entre as muitas ferramentas pedagógicas da metodologia ativa, está a robótica educacional (RE). Schuhmacher et al. (2018) propõem “explorar e ensinar conhecimentos científicos, a partir do uso de sucatas [...] e outras tecnologias”. Silva; Frota e Cavalcante (2020) afirmam que a RE alinha os conhecimentos teóricos à prática, instigando os estudantes a

buscarem respostas para as diversas disciplinas do conhecimento. A concepção de uma resposta a problemas reais leva o estudante ao desenvolvimento do raciocínio lógico, à pesquisa, à criatividade; fomenta parcerias e interliga conhecimentos. Considerando ainda que o estudante aprimora habilidades para trabalhar a descrição, execução, reflexão e depuração dos problemas que são vivenciados em seu cotidiano, assim como todos os elementos essenciais à resolução de problemas com o auxílio de programa computacional, de maneira a garantir uma aprendizagem cada vez mais reveladora.

Essa abordagem ganha relevância ao retratar a utilização da robótica educacional como instrumento para a adoção de metodologias ativas com foco na resolução de problemas, capaz de promover ambientes de aprendizagem nos quais o estudante passa a ser autor e a exercer uma participação prazerosa. Destarte, a subseção a seguir irá utilizar da robótica educacional à luz da compreensão de conceitos matemáticos conexos ao conceito de resolução de problemas alicerçada na utilização de projetos.

2.4 A gênese da robótica educacional

Em 1960, Seymour Papert, por meio de estudos desenvolvidos no Instituto de Tecnologia de Massachussets (MIT), deu origem ao ambiente LOGO¹. Naquele momento, tinha início a robótica educacional (RE). Com o passar das décadas, os conhecimentos sobre robótica foram aprofundados e, atualmente, a robótica educacional já é componente curricular ou extracurricular, comum às escolas brasileiras (SANTOS, 2020).

Para que a gênese da robótica educacional seja compreendida, é preciso mergulhar nas ideias do seu criador, sendo as obras: “LOGO: computadores e educação” e “A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática”, lançados, respectivamente, nas décadas de 1980 e 1990, fundamentais nesse processo de discernimento. Seymour Papert era matemático, e teve como um grande parceiro, Jean Piaget, o que nos remete à ideia de que sua criação tinha uma perspectiva construtivista, conforme a citação: “sobre como criar condições para que mais conhecimento pudesse ser adquirido pelas crianças através desse maravilhoso processo de “aprendizagem piagetiana” (PAPERT, 1985, p. 252).

¹A Linguagem de programação LOGO apresenta as seguintes características do ponto de vista computacional: exploração de atividades espaciais, fácil terminologia e capacidade de criar novos termos ou procedimentos. Uma das características importantes do LOGO é a de não possuir objetivo delimitado (VALENTE, 1998).

Após a imersão na teoria piagetiana², mais precisamente em 1967, Seymour Papert começou a delinear suas ideias para a linguagem de programação, apropriando-a para crianças, no caso, a LOGO. Este trabalho defendia que as linguagens profissionais de programação fossem incorporadas ao mundo das crianças, de maneira acessível, sem necessariamente dominar a complexidade matemática. Contudo, Seymour Papert tinha a convicção de que a disciplina seria a que mais se faria presente na robótica educacional, ou seja, navegar no mundo da RE levaria, conseqüentemente, a criança a apreender conhecimentos matemáticos (PAPERT, 1985).

Ainda aprofundando-se nas ideias do autor, é possível perceber intenções mais impactantes, como o fato de querer dissociar saberes. Para Seymour Papert, uma criança com inclinação cognitiva para o campo da robótica, não obrigatoriamente teria a mesma aptidão para a matemática, mas a primeira poderia facilitar a compreensão da segunda (PAPERT, 1985).

Seguindo o processo de irrupção ocasionado pelas ideias de Seymour Papert, a linguagem LOGO propiciou o surgimento de novas criações; além da linguagem de programação, uma tartaruga cibernética foi criada, que poderia apresentar-se de forma abstrata, nas telas dos computadores, ou como um objeto interativo físico, conforme mostra a Foto 1.

Foto 1 - Tartaruga cibernética – LOGO



Fonte: Fundação LOGO (2015).

A tartaruga tinha por objetivo se movimentar e deixar rastros, formando as figuras geométricas que as crianças desejassem. O fato de criar figuras geométricas deu origem à tartaruga geométrica; este foi um dos produtos precursores da ideia de micromundo, conforme anuncia o autor: “suas propriedades essenciais – posição, orientação e habilidade de obedecer

² Teoria que defende que o indivíduo se desenvolve a partir da ação sobre o meio em que está inserido, priorizando, a princípio, os fatores biológicos que podem influenciar seu desenvolvimento mental (OLIVEIRA et al, 2019).

a comandos na ‘língua da tartaruga’ são mais importantes para se fazer geometria” (PAPERT, 1985, p. 78).

Funcionando como um objeto piagetiano, visto que a criança se apropriava dos saberes à sua maneira, a tartaruga era a estratégia necessária para fazer a criança pensar como tal. Desta forma, o raciocínio se consolidaria e, assim, seria até à fase adulta, não havendo necessidade de induzi-la ao raciocínio adulto de forma precoce.

As crianças amam construir coisas, então escolhemos um conjunto de construção e acrescentamos-lhe o que quer que seja necessário para torná-los modelos cibernéticos. Elas deveriam ser capazes de fazer uma tartaruga com motores e sensores e ter uma forma de escrever programas em LOGO para guiá-las (PAPERT, 1994, p. 17).

Diante dos múltiplos benefícios que a robótica educacional proporcionava, Seymour Papert enxergava plena viabilidade na sua transformação em conteúdo curricular. Nesta perspectiva, a seção a seguir trará os caminhos percorridos para a RE tornar-se componente curricular.

2.4.1 Robótica educacional e sua democratização: um componente curricular

A proposição inicial de Seymour Papert para a robótica educacional era de fazê-la “disciplina”, considerando a capacidade de interação desta com outras ciências. Sua nomenclatura seria “robótica” ou “engenharia de controle”, porém, por não se limitar à inteligência artificial, afinando-se com as searas da História, Sociologia, Biologia, Filosofia, dentre outras, optou por chamar de “cibernética para crianças”.

Seymour Papert entendia que a “cibernética” englobava outras áreas, fazendo com que, já à sua época, pusesse em prática a transdisciplinaridade³, antes mesmo da existência do termo. Para Santos (2020), a intenção de Seymour Papert seria “de atrair as crianças para o mundo cibernético das Tartarugas, colocar a Cibernética no mundo das crianças.” Para atingir este objetivo, uma parceria histórica aconteceu entre a empresa do ramo de brinquedos, LEGO, e o MIT *Media*⁴, usando a LOGO como instrumento para essa junção.

³ Abordagem científica que visa à unidade do conhecimento. Desta forma, procura estimular uma nova compreensão da realidade articulando elementos que passam entre, além e através das disciplinas, numa busca de compreensão da complexidade do mundo real. Além disso, do ponto de vista humano, a transdisciplinaridade é uma atitude empática de abertura ao outro e seu conhecimento (ROCHA FILHO, 2007, p. 76).

⁴ O MIT *Media Lab* é um laboratório de pesquisa interdisciplinar que incentiva a mistura e a combinação não convencionais de áreas de pesquisa aparentemente díspares.

Segundo a LOGO FOUNDATION (2015), a parceria atingiu fortemente a comunidade estudantil, impactando milhares de professores e alunos. Ademais, abriu caminhos para uma série de conferências e foi referência para a inclusão dos conceitos “papertianos” nos currículos escolares obrigatórios da Inglaterra. A metodologia estabelecida pela parceria LEGO-LOGO permitia rápido *feedback*, ou seja, a possibilidade de célere verificação quanto ao alcance dos resultados esperados.

Chegando aos dias atuais, mas com potente influência de Seymour Papert, os termos, Robótica Educacional ou Robótica Pedagógica, discutidos, corroboram com a ideia do protagonismo do estudante, na construção do seu próprio conhecimento, em um ambiente de aprendizagem marcado por ações, como: programação, montagem e controle dos artefatos robóticos (MARCÃO, 2017). Já para o Dicionário Interativo da Educação, os termos em discussão podem ser definido pelo seguinte trecho:

Termo utilizado para caracterizar ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares que permitam programar de alguma forma o funcionamento dos modelos montados (MENEZES; SANTOS, 2015).

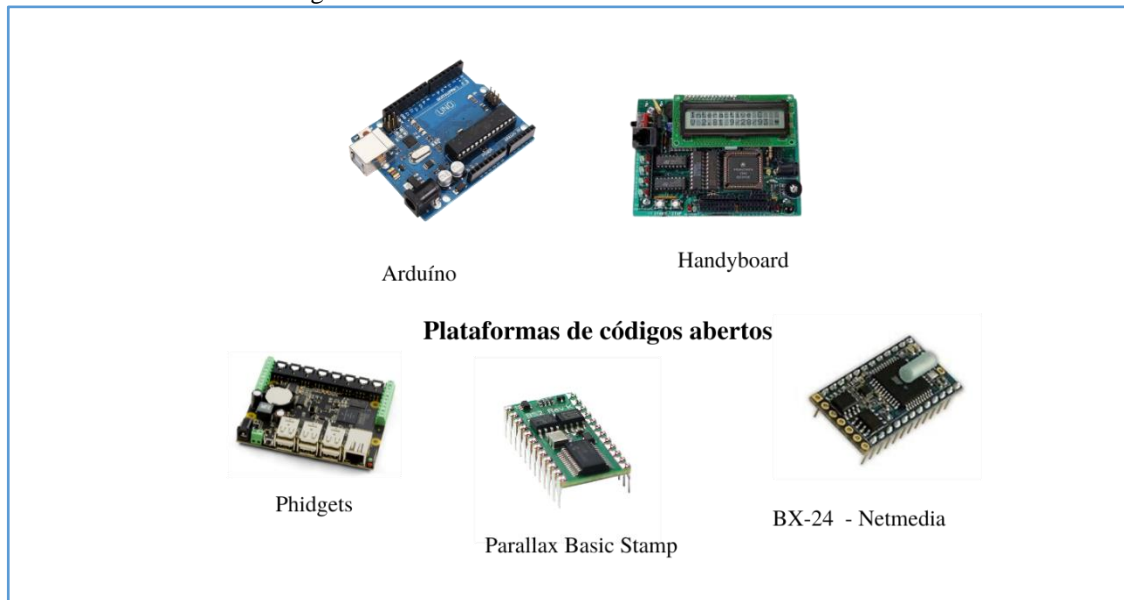
Santos (2020) afirma que o processo de aprendizagem, por meio da robótica, acontece em três pilares: planejamento, execução (montagem e programação) e reflexão. Cumpridas estas três premissas, a utilização do RE em sala, permite a construção dos pensamentos científico, crítico e analítico, em uma cultura digital, dentro da responsabilidade e cidadania.

A democratização dos kits de robótica aconteceu por intermédio da LEGO-LOGO. A primeira versão foi difundida em 1987, denominada LEGO TC LOGO, composta de sensores integrados por fios, ao computador. Já a segunda versão, ocorreu no ano de 1998, denominada LEGO RXC, inovando no que diz respeito à integralização dos computadores em seus próprios modelos. Com o passar do tempo, as atualizações trouxeram mais facilidades aos usuários, uma vez que permitiam a junção de códigos como peças semelhantes ao quebra-cabeça, e não através da escrita de linhas de código. O cenário atual apresenta tamanha evolução, de modo que a renovação dos kits acontece com grande diversidade de preços, peças e funções. Um aspecto relevante é o fato de existirem outras plataformas, físicas e abstratas, com a mesma finalidade educacional, o que não tira o protagonismo da LOGO- LEGO.

Apesar das plataformas de código fechado terem sido as precursoras da RE, existem, hoje, as plataformas de código aberto, criadas, também, para fins educacionais, como

o Arduino e seus semelhantes (Ex.: Parallax *Basic Stamp*, o BX-24 da Netmedia, o Phidgets, o *Handyboard* do MIT), conforme é possível observar na Foto 2 abaixo:

Foto 2 - Plataformas de código aberto



Fonte: Registros do autor (2023).

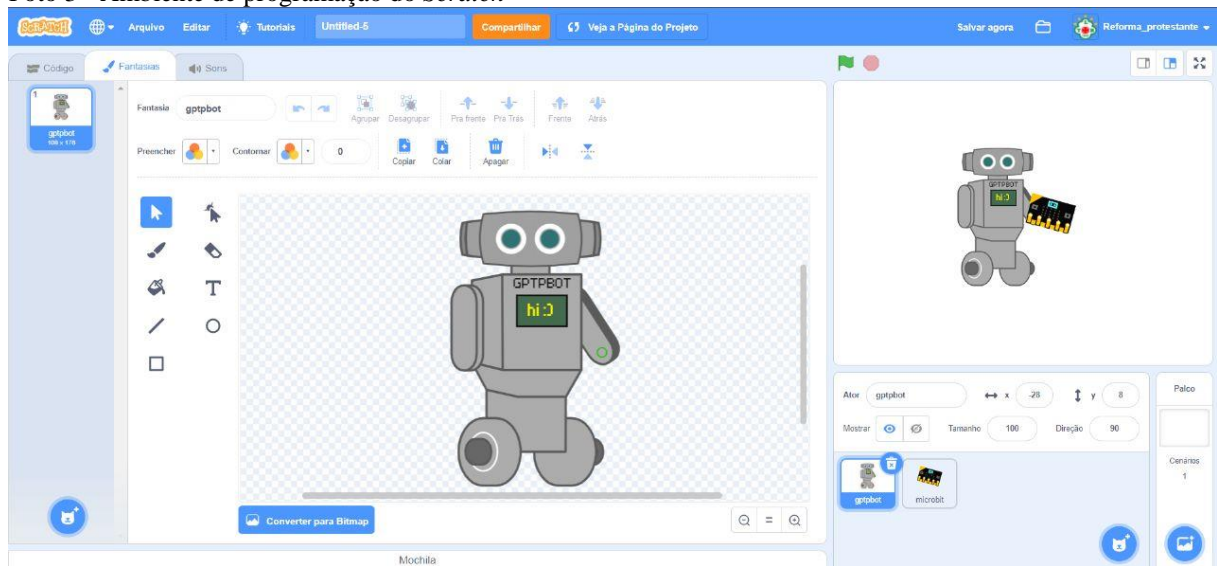
Para a Saftec (2022), a “cultura do *open source*⁵, de plataformas integráveis e colaborativas, tem se mostrado cada vez mais interessante para os negócios”, uma vez que os códigos podem ser utilizados, atualizados e até mesmo alterados, sem que haja a necessidade de solicitações e autorizações, por parte das plataformas.

Para além dos benefícios já citados pelas plataformas *open source*, em 2004 o MIT *Media Lab*, pelo Grupo Lifelong Kindergarten criou o *Scratch*⁶, que tinha como característica essencial a programação simplificada, através da programação em blocos, permitindo que esta se integrasse a placas como o próprio Arduino, de modo que seria possível a programação de sensores e motores, via programação em bloco. A Fundação LOGO FOUNDATION (2015) define: “O *Scratch* é bem adequado para projetar e construir histórias interativas, animações, jogos, música e arte. Ele pode coletar informações do mundo externo por meio de uma placa de sensores conectada ao computador”, conforme observado na Foto 3.

⁵ Plataformas *open source* são sistemas eletrônicos desenvolvidos por comunidades abertas de programadores que disponibilizam o código para download e utilização gratuita. (GUIA DE E-COMMERCE, 2013)

⁶ Disponível em: <https://scratch.mit.edu>. Acesso em: 19 fev. 2023.

Foto 3 - Ambiente de programação do Scratch



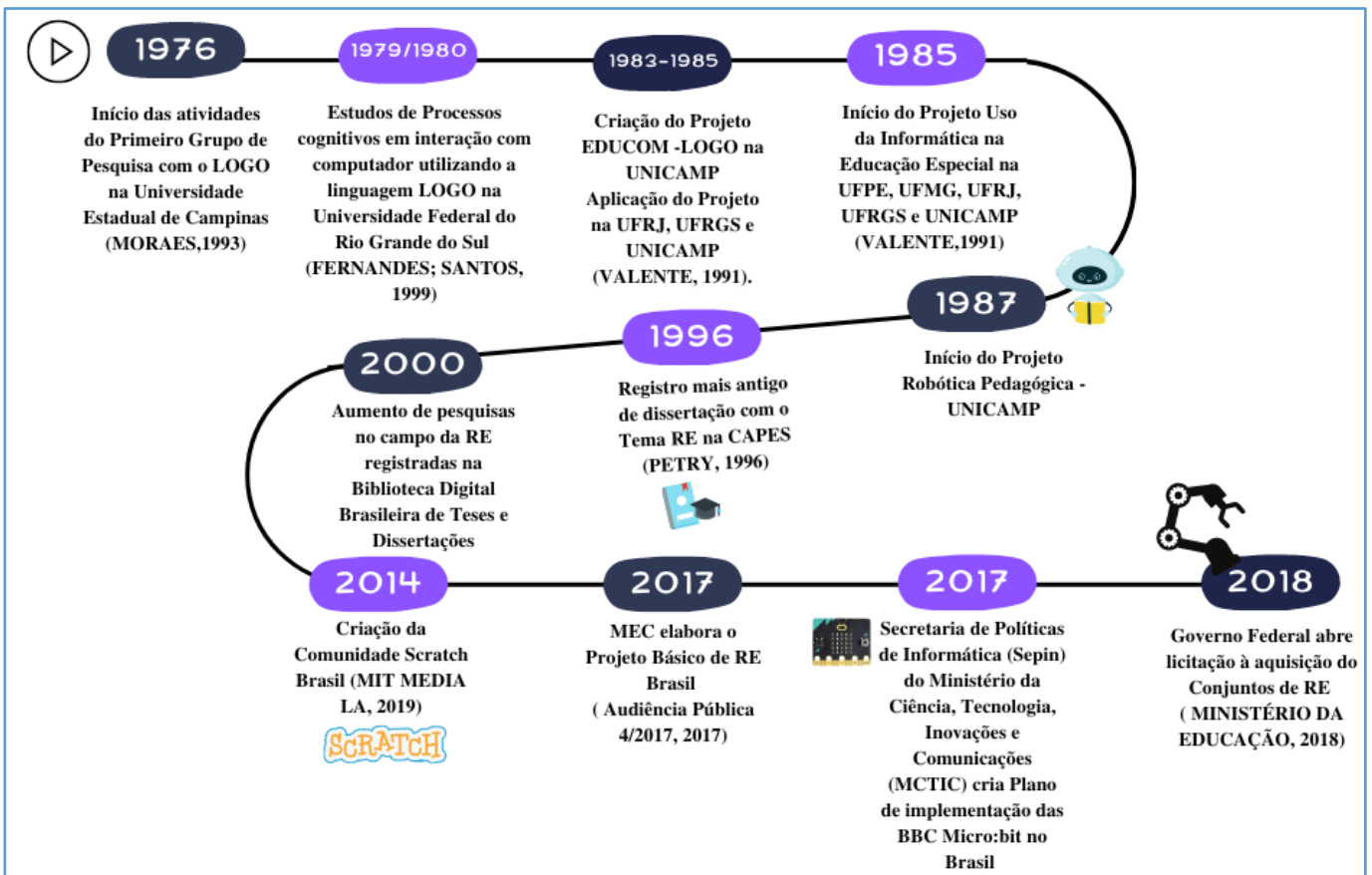
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Diversas são as possibilidades de implementação da RE nos currículos escolares. Não diferente da tendência mundial, o Brasil também passou a se dedicar a pesquisas que relacionam a robótica aos múltiplos processos educativos. Neste sentido, a próxima seção explanará a trajetória da robótica na educação brasileira.

2.4.2 O itinerário da robótica educacional no Brasil: implemento, desafios e evolução

Visando reunir os principais marcos da robótica educacional, no cenário nacional, esta seção tem por objetivo apresentar ações, políticas, públicas ou não, como forma de compreender a chegada e a disseminação da RE no Brasil, os desafios de consolidação e as etapas de evolução. O estudo de Santos (2020) permitiu catalogar os principais balizadores da implementação da robótica no quadro nacional. Afora, foi realizada uma atualização das ações de inserção da RE. A Figura 1, a seguir, retrata exatamente tais balizadores.

Figura 1 - Trajetória da robótica educacional no Brasil



Fonte: Baseado em Santos (2020) com atualizações do autor (2023).

A análise da linha do tempo permite observar que os primeiros estudos no Brasil se concentraram na utilização dos kits da LOGO como proposta de implementação da robótica no Brasil. Somente entre os anos de 1987 e 2000 foi que houve uma transição de estudos brasileiros de “kit LOGO” para a robótica educacional, por meio da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. Outro fenômeno observado foi a concentração de estudos em duas instituições acadêmicas: Universidade Estadual de São Paulo (Unicamp) e Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Contudo, em 2017, houve a criação do Projeto Básico de RE – Brasil, elaborado pela Secretaria de Educação Básica – MEC, por meio da Audiência Pública 4/2017, que abriu caminhos para o diálogo com outras instituições de pesquisa e ensino superior. Em 2018, o Ministério da Educação abriu, pela primeira vez, licitação para adquirir equipamentos voltados à robótica educacional. No mesmo ano, aos vinte e quatro dias de outubro, durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações anunciou a aliança com a área de inovação educacional da Positivo Tecnologia com a Micro:bit *Foundation*. O investimento inicial girava em torno de um milhão de reais, a

fim de promover ainda mais as funções e ligações do BBC Micro:bit com o currículo escolar brasileiro.

Realizado o panorama a respeito da robótica educacional no Brasil, far-se-á uma narrativa minuciosa sobre as placas BBC Micro:bits, os fatores que motivaram sua escolha como instrumento essencial para esta pesquisa, a projeção do equipamento nas redes brasileiras de ensino e seu potencial contributivo para alavancar os índices educacionais do país.

2.4.3 Placas BBC Micro:bits: acessibilidade e versatilidade no universo da programação

A placa BBC Micro:bit é um microcontrolador criado pela Corporação Britânica de Radiodifusão⁷ (BBC) para uso educacional no Reino Unido. A *Micro:bit Educational Foundation*⁸ (Figura 2) é uma organização sem fins lucrativos, com sede no Reino Unido, e que tem como missão despertar nos jovens o interesse por tecnologia, empreendedorismo e inovação, de tal modo que fomente o perfil de uma juventude intelectualmente crítica, revolucionária e capaz de desenvolver soluções inovadoras para o cotidiano.

Figura 2 - Logo da BBC *Micro:bit Educational Foundation*



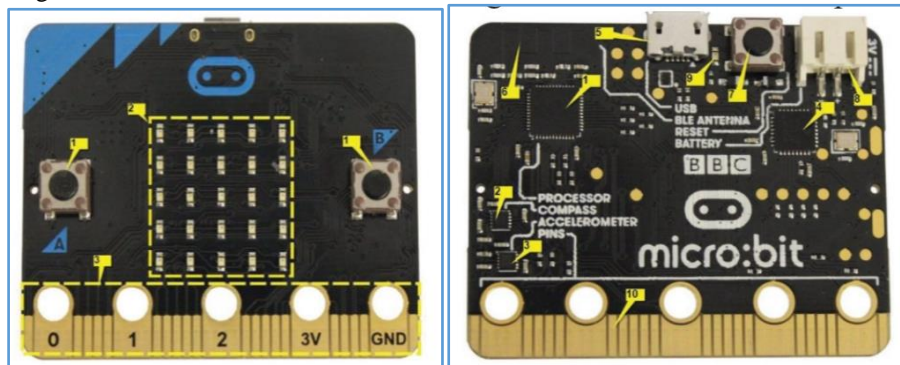
Fonte: Make It Digital (2021).

Trata-se de uma parceria entre o governo britânico com a empresa *Make It*, pelo projeto denominado *Make It Digital*, iniciado em 2015, por meio do qual foi distribuído um milhão de placas para crianças em idade escolar, objetivando realizar o letramento digital com um preço acessível, versátil e em um ambiente de fácil programação (SENEVIRATNE, 2018).

⁷ Disponível em: <https://www.bbc.com/>. Acesso em: 19 fev. 2023.

⁸ Disponível em: <https://microbit.org/>. Acesso em: 19 fev. 2023.

Figura 3 - Placa física BBC Micro:bit



Fonte: Seneviratne (2018).

2.4.4 Programação das placas BBC Micro:bits

A maneira mais simples de se programar uma placa BBC Micro:bits é por meio do *MakeCode*⁹ da Microsoft (Foto 4), que funciona diretamente na maioria dos navegadores. A interface simples é bem similar à do *Scratch*, linguagem de programação criada pelo grupo *Lifelong Kindergarten* da universidade americana Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), a qual permite que estudantes consigam desenvolver projetos, tais como: criar histórias, idealizar jogos e animações com scripts feitos com blocos, mesmo sem um domínio aprofundado de linguagem de programação. As placas BBC Micro:bits apresentam uma flexibilidade quanto à linguagem de programação. Pode-se programar utilizando blocos *JavaScript*¹⁰, *Python*¹¹, *Arduino* e *C/C++*¹².

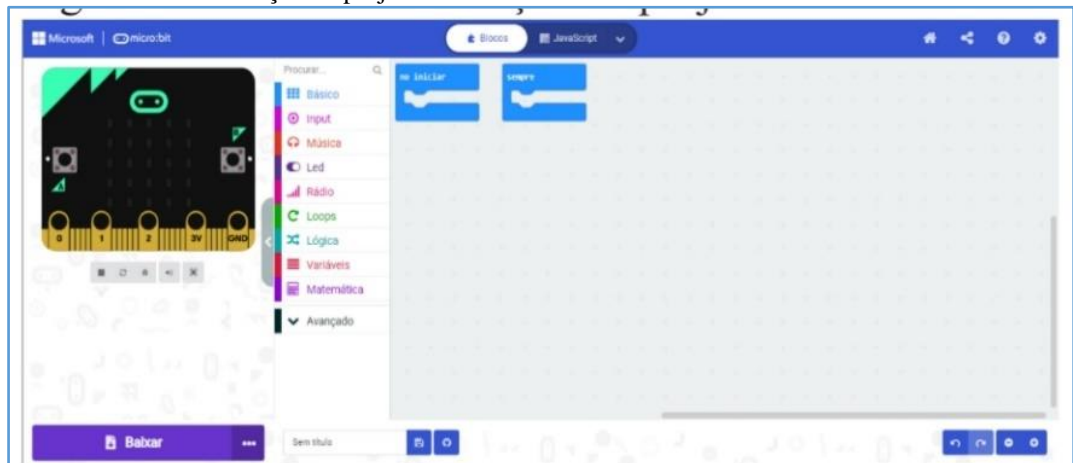
⁹ Disponível em: <https://makecode.microbit.org/>. Acesso em: 8 fev. 2023.

¹⁰ *JavaScript* é uma linguagem de programação da Web. A maioria dos sites modernos usa *JavaScript* e todos os navegadores modernos (FLANAGAN, 2004)

¹¹ *Python* é uma linguagem extremamente poderosa, e o interesse por ela tem aumentado muito nos últimos anos. A linguagem inclui diversas estruturas de alto nível (listas e dicionários) (BORGES, 2010).

¹² A Linguagem C++ é uma extensão da linguagem C, que incorpora recursos de orientação a objetos. A linguagem C++ herdou todas as características da C, e adiciona recursos de programação orientada a objetos. Sempre que possível, será feita uma analogia entre C e C++ (POZZER, 2016).

Foto 4 - Interface de criação de projetos



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

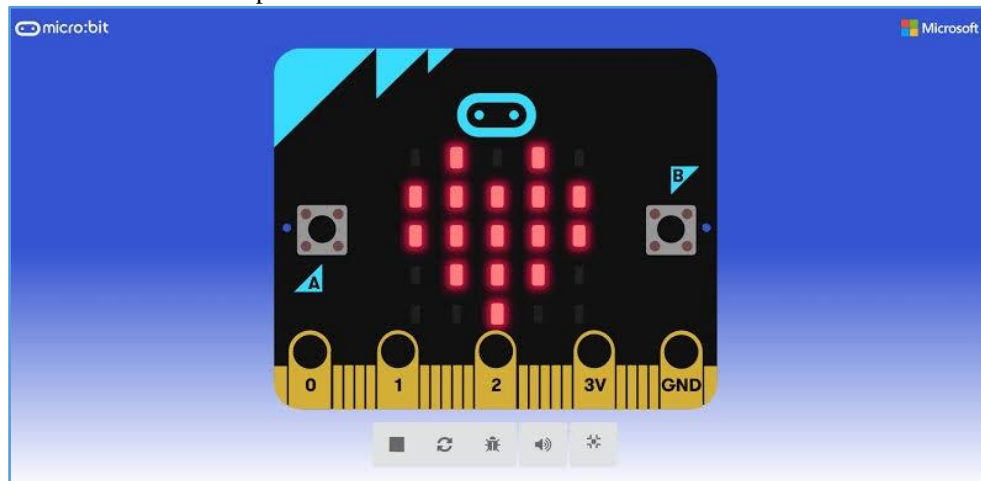
2.4.5 Simuladores de placa BBC Micro:Bit

Com a interface de programação em bloco, há disponíveis simuladores na web da placa BBC Micro:bit. O simulador se apresenta como uma ferramenta gratuita e *on-line*, ou seja, roda no navegador e sem a necessidade de instalar qualquer software no seu *tablet* ou computador. O simulador permite que toda vez que algum bloco for inserido ou removido à placa da área de montagem, o simulador atualize-se prevendo, por exemplo, a reação de maneira física da placa.

Os simuladores permitem apertar os botões de sinais de entrada com *clicks* no mouse dos estudantes. Também é possível ver o funcionamento dos *leds* sem que seja necessária a ligação do *hardware*.

Coelho et al. (2020) destacam que a utilização de simuladores (Foto 5) oferece uma diversidade de nível de programação em blocos para os estudantes mais iniciantes, contando com códigos predefinidos em blocos, dinamizando o processo de aprendizagem; traz também a opção de programação em *JavaScript* para os estudantes que desejarem ter contato com a referida linguagem, de modo mais profissional e encontrada no mercado de trabalho.

Foto 5 - Simulador de placa BBC Micro:bit



Fonte: Registro do autor (2023).

Nesta pesquisa, inicialmente, optou-se pela utilização de simuladores por uma questão estratégica e vislumbrou a possibilidade de todos os alunos terem acesso, tanto de forma individual quanto coletiva. Outro ponto bastante significativo em tal escolha foi a possibilidade de os estudantes continuarem fazendo suas práticas em casa ou em qualquer outro lugar, sem que houvesse a necessidade da placa física. No decorrer do projeto, três placas físicas foram adquiridas, quantidade ainda irrisória frente à necessidade que o projeto exigia.

A aquisição de *hardware*¹³ em espaços de educação pública ainda é um fator complicador no desenvolvimento de projetos voltados para a robótica educacional, uma vez que o poder público está inserido em processos de licitação e da falta de conhecimento de quem, muitas vezes, adquire projetos inovadores na área de tecnologia e enfrenta tais gargalos. É a partir disso que os simuladores surgem como solução viável ao manuseio com as placas BBC Micro:bit, por serem gratuitos e *on-line*. O capítulo a seguir apresentará um mapeamento dos principais estudos no mundo e no Brasil usando as placas BBC Micro:bits como ferramentas tecnológicas para o ensino de matemática.

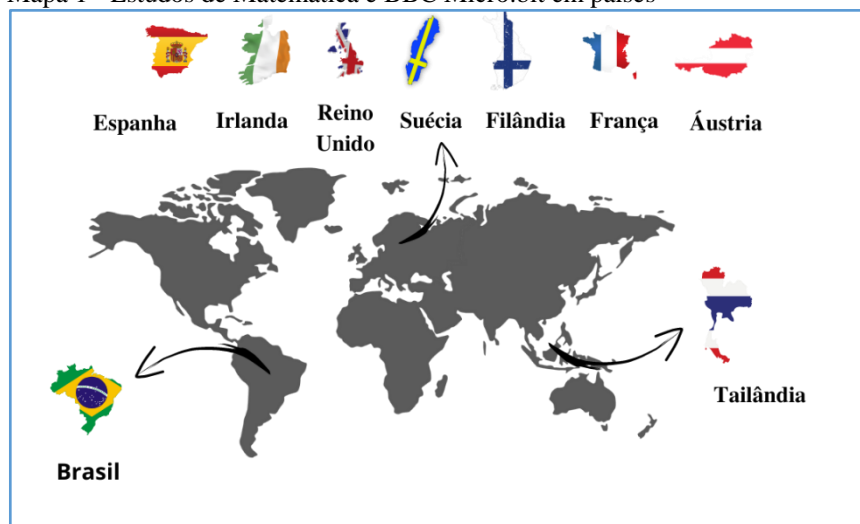
¹³ *Hardware* é todo componente físico, interno ou externo do seu computador ou celular, que determina do que um dispositivo é capaz e como você pode usá-lo. (TECNOBLOG, 2019).

3 TRABALHOS RELACIONADOS À UTILIZAÇÃO DE PLACAS BBC MICRO:BITS NO ENSINO DE MATEMÁTICA

O capítulo tem como resultado a apresentação da análise de dez artigos, nacionais e internacionais, extraídos do mecanismo virtual de pesquisa, *Google Scholar*. Destes dez artigos, quatro foram desenvolvidos em território nacional. No Brasil, os estudos estão concentrados em duas regiões: Norte, mais especificamente no estado do Pará, com o trabalho denominado “O uso do Micro:bits e sua aplicabilidade em uma escola pública da Região Norte”, e Centro-Oeste, no Instituto Federal de Goiás (IFGO), com três estudos do grupo de pesquisa liderado por Azevedo e Maltempi (2021), cujas pesquisas têm se destacado quanto à utilização de placas BBC Micro:bits em cenário nacional. Vale destacar que tais autores concentram seus estudos em perspectivas de melhorar a vida de idosos que são diagnosticados com Parkinson.

No âmbito internacional, foram obtidos seis estudos localizados em países, como: Irlanda - Gibson e Bradley (2017); Suécia - Carlborg et al. (2019); França - Wang et al. (2018); Tailândia - Lam et al. (2019); Espanha - Toma (2023) e parcerias de projetos concomitantemente em nações, como Áustria, Espanha, Reino Unido, Finlândia - Houghton et al. (2019).

Mapa 1 - Estudos de Matemática e BBC Micro:bit em países



Fonte: Elaboração do autor (2023).

O Mapa 1 demonstra em quais países foram utilizadas as placas BBC Micro:bits como ferramentas pedagógicas para o ensino de matemática. Ao analisar o mapa, é possível perceber a concentração de estudos na Europa. Pode-se levantar a hipótese de que os estudos

estão concentrados em tais países pelo fato de a placa BBC Micro:bit ter surgido em continente europeu, mais especificamente no Reino Unido. Também é interessante ressaltar que os países do continente europeu utilizadores da ferramenta, estão geograficamente próximos ao Reino Unido.

Wang et al. (2018) destacam que os estudos sobre o pensamento computacional foram passos significativos, sendo este campo incorporado recentemente ao currículo, tanto no Reino Unido quanto nos Estados Unidos, contribuindo, assim, para a prática de metodologias ativas associadas à referida área. Destarte, o desenvolvimento da tecnologia em questão pode estar ligado ao fato de os países supramencionados terem incluído em seus currículos de ensino da Educação Básica, a linguagem de programação e o pensamento computacional.

No Brasil, os estudos de Azevedo e Maltempi (2021) mostram a capacidade das BBC Micro:bits estarem associadas a outras ferramentas, como o *Scratch*, *Lego*, *Makey Makey*¹⁴, *GeoGebra*¹⁵, para as mais diversas formulações de produtos tecnológicos, dentre os quais, jogos e dispositivos de contribuição para problemas de saúde. Dos estudos desenvolvidos com base nas BBC Micro:bits afloram toda a riqueza de possibilidades, de desafios e de atividades, fomentando a continuidade das pesquisas em torno desta.

Esta investigação dialoga com os estudos de Azevedo e Maltempi (2021), pois ambas tratam do contexto de educação profissional, todavia a realidade da presente pesquisa traz um desafio ainda maior, uma vez que os sujeitos participantes não possuem conhecimento prévio acerca de robótica educacional; tal dificuldade não se aplica às referências citadas, já que o público abrangido está inserido na área de informática.

Os estudos, de maneira geral, permitem perceber que a utilização das placas BBC Micro:bits está fundamentada em metodologias ativas de aprendizagem, especialmente a aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem baseada em projetos, pensamento computacional para resolução de problemas, e metodologias ativas de uma maneira mais generalizada. Tais instrumentos reafirmam-se como ferramentas de solução de problemas, proporcionando aos estudantes, principalmente, habilidades fundamentais para o desenvolvimento do conhecimento matemático, tais como: motivação, engajamento, criatividade e autonomia. Essas habilidades são fundamentais para a resolução de problemas.

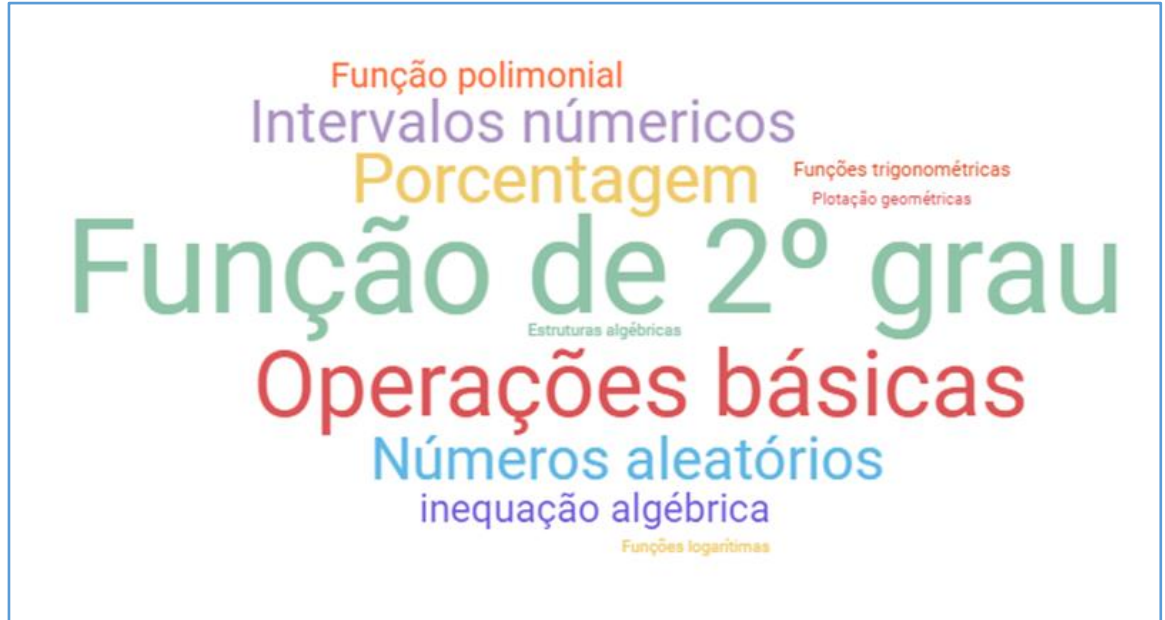
No que tange à matemática, foi feita uma catalogação dos conteúdos citados ao longo dos artigos analisados, o que gerou uma “nuvem” de palavras com os temas recorrentes.

¹⁴ Disponível em: <https://makeymakey.com/>. Acesso em: 19 fev. 2023.

¹⁵ Disponível em: <https://www.geogebra.org/?lang=pt>. Acesso em: 19 fev. 2023.

Considera-se relevante afirmar que esses conteúdos (Figura 4) são os mais diversos no universo matemático, o que demonstram as múltiplas possibilidades de uso da ferramenta, a partir da necessidade e aplicabilidade do professor.

Figura 4 - Nuvem de palavras dos conteúdos abordados nos estudos



Fonte: Elaboração do autor (2023).

Gibson e Bradley (2017) reforçam que as placas BBC Micro:bits, além de ajudarem de modo individual os estudantes, poderão impactar futuramente a sociedade com relação a fatores econômicos. Dizem respeito a ferramentas que facilitam as principais condições de aprendizagem, seja no sentido de o professor agir como mediador, permitindo a construção do conhecimento, ou o próprio ambiente de aprendizagem, que passa a ser favorável.

Os estudos ainda demonstraram que no contexto internacional, a utilização das placas BBC Micro:bits se dá, principalmente, pela ferramenta ser de fácil programação e de baixo custo para a integralização do pensamento computacional nos currículos primário e secundário da Educação Básica de crianças e adolescentes. A Figura 5 demonstra os estudos associados às suas respectivas séries.

Figura 5 - Estudos e suas respectivas séries de aplicação



Fonte: Elaboração do autor (2023).

No Brasil, os estudos voltaram-se mais para o Ensino Médio Técnico, em contraste com o que foi observado nos estudos internacionais, que tinham crianças e adolescentes do Ensino Primário e Secundário como principais sujeitos da pesquisa. No entanto, há uma clara explicação para esta ocorrência: a linguagem de programação e o pensamento computacional não constam na grade curricular obrigatória do Brasil. O estudo de Carlborg et al. (2019) leva a crer que países como Hungria, Reino Unido, Suécia e Irlanda optaram pela inclusão de conceitos de programação e pensamento computacional em seus currículos educacionais devido à necessidade do desenvolvimento da metodologia *STEAM*¹⁶, visando atingir bons níveis para conhecimento quando avaliados pelo PISA.

Carlborg et al (2019) anuncia, com base na experiência sueca, o potencial da incorporação de placas BBC Micro:bits na integração do novo currículo, sendo as placas, desta forma, uma possibilidade de integração do pensamento computacional às práticas docentes, formando uma aliança coesa para os processos de ensino e aprendizagem. Tomando os países supracitados como referência e adotando práticas similares, adaptadas ao currículo educacional brasileiro, pode-se considerar que os índices nacionais teriam consideráveis acréscimos quanto às avaliações, a exemplo do PISA.

Fato é que se debruçar sobre os amplos trabalhos desenvolvidos permitiu a constatação do potencial da placa BBC Micro:bit como instrumento estimulador de habilidades que revigoram a construção de um pensamento computacional que se desenvolve na seara das metodologias ativas. Portanto, existe uma potente conexão da placa BBC Micro:bit com a proposta do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional da Universidade Federal do Ceará, que é de ensinar inovações e práticas em tecnologias educacionais.

¹⁶ *STEAM* prevê a integração de conhecimentos de Artes, Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática, possibilitando ao estudante se preparar para desafios que irá enfrentar como cidadão e também para o mundo do trabalho.

Vale ressaltar ainda, que, a princípio, essa tecnologia parecia ser algo pouco palpável à realidade nacional, no entanto, os estudos mostraram o quão acessível é, o que traria um efeito de democratização e materialização da robótica educacional na rede pública de ensino brasileira.

No capítulo a seguir, serão apresentados os aspectos teórico-metodológicos desta investigação etnográfica.

4 ABORDAGEM TEÓRICO-METODOLÓGICA

Conforme exposto, anteriormente, esta dissertação tem por escopo, investigar, sob uma perspectiva êmica de compreensão, como a robótica educacional, mediante o uso de placas BBC Micro:bits, alicerçada na aprendizagem baseada em problemas/projetos, favoreceu a compreensão de conceitos matemáticos por estudantes do 1º ano do Ensino Médio.

Por meio da análise de eventos em práticas de ensino de matemática, o autor da presente dissertação imbricou-se no acompanhamento das aulas da disciplina supramencionada, dispondo-se à colaboração pela construção de um projeto de robótica aplicada ao ensino de matemática. Diante do objetivo e proposta de projeto expostos, a pesquisa foi conduzida durante o acompanhamento de aulas presenciais, alternadas entre momentos expositivos dos conteúdos e situações práticas, donde observações, anotações, filmagens, fotografias e análises de documentos foram realizadas, de modo a produzir subsídios para o desenvolvimento do estudo.

A lógica de investigação definida e executada foi a pesquisa de abordagem etnográfica (GREEN e BLOOME, 1997). Esta permitiu o estreitamento com os sujeitos, por meio de um processo de imersão na realidade daquela unidade de ensino, observando que o pesquisador se “despiu” de quaisquer definições preestabelecidas, com respeito e preservação das perspectivas dos verdadeiros protagonistas do estudo de caso em questão.

A organização deste capítulo se dá em três seções: a primeira seção apresenta alguns aspectos que formam a prognose etnográfica voltada para a educação; na segunda seção são apresentadas as escolhas metodológicas para a realização da investigação (instrumento, campo, sujeitos e tempo da pesquisa); por fim, este capítulo encerra-se explicitando o processo de entrada e permanência no campo, bem como se deu o constructo da lógica investigativa, as questões que emergiram a partir desta prática e, a estruturação da coleta e análise dos dados obtidos.

4.1 A etnografia como lógica de pesquisa em educação

O fazer etnográfico é tão complexo quanto a sua própria definição epistemológica, já que são múltiplas as perspectivas de significação apresentadas. Partindo do conceito de Agar (1994, p. 54), a palavra etnografia, originária do grego, tem *ethnos*, como significado de povo ou grupo cultural, e *grafia*, significando escrita ou representação de um campo específico, em uma forma específica. Segundo Green; Dixon e Zaharlick, (2005, p. 25), tem-se a narrativa etnográfica como a mais organizada e rigorosa em seus critérios científicos ao longo do último

século. Para o alcance dessa construção rica, com rigor e organização, a imersão na comunidade investigada precisa ser premissa para o etnógrafo, que, por um longo período, deverá observar, catalogar e notificar. Tais ações o levarão ao desenvolvimento de uma perspectiva êmica.

Cabe, aqui, uma explicação sobre o que se trata ao falarmos de perspectivas êmica e ética. A **perspectiva êmica** trata do ponto de vista de um membro, agregando os termos usuais compartilhados pelo grupo. Enquanto isso, a **perspectiva ética** abrange o próprio olhar do etnógrafo sobre os fenômenos decorridos. Deve-se seguir caminhos históricos (raízes) para que se construa conhecimento êmico, por meio de ações interativas e da lógica recursiva, de forma que relacione processos, práticas culturais e conhecimento local, para que se encontrem explicações ao que era então desconhecido por parte do etnógrafo. É nesta perspectiva da etnografia como um sistema não linear que as surpresas devem ser respeitadas. Tais surpresas, que fogem do esperado, têm papel significativo para a pesquisa etnográfica.

A etnografia possui três pilares fundamentais de sustentação: **o estudo de práticas culturais, o contraste de perspectivas, dados e teorias e, o princípio da pesquisa holística** (GREEN; DIXON; ZAHARLICK, 2005, p. 27). A execução de uma pesquisa etnográfica é atravessada do início ao fim por estas três bases.

No que toca à etnografia no campo de estudos das práticas culturais, é de responsabilidade do etnógrafo promover a percepção e visualização das vivências cotidianas, em regra, apagadas dentro de uma dada comunidade, de modo a desenvolver um processo de pesquisa interativo-responsivo. O etnógrafo navega para o interior da prática da escuta ao outro e busca, de modo constante, entender, necessitando da perspicácia para captar gestos, expressões, sinalizando que aquele que fala se fez compreender, de modo a produzir recursos materiais para a construção de uma teoria da cultura.

Dialogando com Castanheira (2004), a cultura deve ser entendida como um composto de conceitos dinâmicos e partilhados e a sua definição acontece mediante a interação por seus membros. Para a edificação desta interação, David; Green e Santos (2020) compreendem que da linguagem faz-se um elo interacional promovido por repertórios linguísticos, reproduzidos pelos indivíduos no âmbito de ensino. Seguindo nesta esteira, na qual linguagem e cultura se entrelaçam, surge o termo **linguacultura** (*languaculture*) que, segundo Agar (2006), todos os envolvidos (etnógrafo e membros) têm suas próprias linguagens, as quais, quando contrastadas, eclodem as diferenças entre elas, e é neste dado momento que a cultura se manifesta.

Na lógica etnográfica, a quebra de enquadre (*frame clashes*), ou seja, os conflitos nos quadros de referência, geram eventos para exploração e análise, os chamados pontos ricos

(*rich points*). Assim, pode-se afirmar que os pontos ricos são âncoras para o aprofundamento da pesquisa etnográfica, tendo o objetivo de solucionar conflitos, germinando o conhecimento cultural, a partir da perspectivaêmica. Para Agar (1994, p. 241), o resultado das análises cria casos expressivos, os *telling cases*, os quais são eventos que se sobressaem aos demais em circunstâncias particulares, abrangendo a tríade: atores, tempo e eventos. Neste contexto, os atores podem ser compreendidos, como: os estudantes, os professores, a gestão da instituição e a comunidade escolar atuante, diante da observação do desenvolvimento do projeto Piano BBC Micro:bit, nos dias 17 e 24 de dezembro de 2022, na EEEP Maria Ângela da Silveira Borges.

Já no segundo pilar, que perfaz a etnografia contrastiva, fica evidente a necessidade de o etnógrafo utilizar-se de múltiplas fontes de dados, para que sejam lançadas interpretações adequadas aos referidos dados, servindo de base para a triangulação de elementos, métodos e teorias, de forma que o conhecimento cultural seja identificado perante o contraste em distintos enquadres e pontos relevantes.

Enquanto isso, na perspectiva holística, a etnografia busca o entendimento dos eventos de forma total, deixando explícito que o todo seja constantemente revisto e relacionado com as partes, de maneira que os limites primários e findos, dos diferentes eventos, nos quais se engajam os participantes da pesquisa, possam ser demarcados.

Discute-se, aqui, a etnografia em processos de aprendizagem voltados para a área educacional. Segundo Rist (1980) e Athanases e Heath (1995), é relevante destacar que muitas pesquisas são definidas como etnográficas, sem de fato se configurarem como tal, pois a maioria delas se traduz de em observação, não respeitando as tradições antropológicas pertinentes à pesquisa etnográfica. Corroborando com a ideia anterior, Green et al (2005) apontam que momentos de observação não devem ser confundidos com uma pesquisa etnográfica, pois este aspecto caracteriza-se apenas como uma parte do todo.

A partir da explanação embasada por Rist (1980); Athanases e Heath (1995) e Green et al (2005), é fulcral o trabalho de discernir os tipos de pesquisas etnográficas em educação. Para Green e Bloome (1997), há três vertentes de pesquisa etnográfica na seara da educação: *fazer etnografia*, *adotar uma perspectiva etnográfica* e *usar ferramentas etnográficas*. A seguir, na Figura 6, tem-se a abordagem explicativa de cada uma destas vertentes.

Figura 6 - Tipos de pesquisas etnográficas em educação



Fonte: Elaboração do autor (2023) inspirado em Green; Bloome (1997).

O fazer etnográfico se dá perante o respeito ao *ethos* científico da etnografia, passando pela abrangência dos procedimentos específicos desta tipologia, tais como: observação participante, notas de campo, investigação e profundidade, o estabelecimento de uma esteira de tempo mínima que permita a percepção dos eventos sociais e culturais do grupo investigado, entrevistas com depoentes-chave, questionários, findando com a escrita da narrativa etnográfica.

A adoção de uma perspectiva etnográfica consiste na investigação e análise de aspectos mais íntimos concernentes às práticas culturais e sociais de grupos específicos de indivíduos. Cabe ao investigador a opção por tal vertente, consciente de que a referida abordagem requer a construção de um contato mais direto entre o sujeito que investiga e o sujeito investigado, ou seja, o estabelecimento de um elo de confiança entre as partes.

Por sua vez, nas pesquisas que se utilizam de ferramentas etnográficas, têm-se a aplicação de técnicas e os métodos da etnografia, mas isto não caracteriza, necessariamente, um estudo etnográfico. No caso, o pesquisador lança mão das ferramentas etnográficas como instrumentos auxiliares da investigação, porém não segue integralmente a etnografia como lógica investigativa.

Esmiuçadas as vertentes, cabe informar quanto à presente investigação, que foi feita a opção por **adotar uma perspectiva etnográfica**, justificada pelo fato de que ao longo do processo investigativo, estabeleceu-se um caminho de imersão com a comunidade, unidade escolar e grupos investigados, propiciando, então, trazer à tona aspectos particulares das práticas sociais e culturais. Estes, jamais seriam revelados se não fosse por um olhar minucioso,

realizado por dentro, permitido pela confecção de uma teia de confiabilidade construída entre pesquisador e sujeitos da investigação.

Destarte, há uma linha de raciocínio investigativo que fundamenta a conexão entre as opções realizadas, ou seja, definiu-se a etnografia como lógica de investigação. A escolha da perspectiva etnográfica fundamenta-se por meio da perspectiva metodológica interacional, o que traz a compreensão da construção do conhecimento por meio das relações, interações vivenciadas pelos sujeitos, sendo possível fazer um recorte específico, obtendo o detalhamento cognitivo de cada indivíduo, pela compreensão dos signos e símbolos impactantes para eles (CASTANHEIRA, 2004, 2005; CASTANHEIRA et al., 2001).

Sendo assim, a abordagem etnográfica interacional permitiu entender como se deu o processo de aprendizagem de matemática do 1º ano do Ensino Médio por meio de placas BBC Micro:bits, em diferentes contextos e ações. Nos estudos de Bloome e Egan-Robertson (1993), os autores afirmam que os processos interacionais são frutos dos participantes dos eventos, quando estes propõem, reconhecem e referendam aquilo que tem valor significativo para o grupo, permitindo de tal forma a construção de repertórios para se aprender e agir. Bloome (2012, p. 7, tradução nossa) ratifica a assertiva quando fala que a “etnografia de sala de aula” seria como uma “prática de pesquisa”:

[...] a etnografia de sala de aula contribui para “re-conceber-se” o que é uma sala de aula e o que acontece ali: ela ilumina um subconjunto dos esforços de socialização e enculturação da sociedade; ela articula relações de grupos sociais, culturais e linguísticos dominantes com grupos não dominantes; ela gera novas direções para o currículo e o ensino que abordam desigualdades duradouras; e ela desafia as teorias existentes de aprendizagem.

Green e Castanheira (2003) destacam que o conhecimento etnográfico passa por mudanças, uma vez que a vida dos membros de determinado grupo cultural é dinâmica, e isto repercute na maneira como interagem, reconstruindo os significados de normas e expectativas, papéis e relações, direitos e obrigações. Seria, então, desafio para o etnógrafo entender, por meio da sua participação, como os integrantes de um grupo reformulam compreensões mediante os diferentes aspectos sociais que possam estar inseridos em determinado momento e local. Trata-se de entender que o processo da vida não segue um modelo linear.

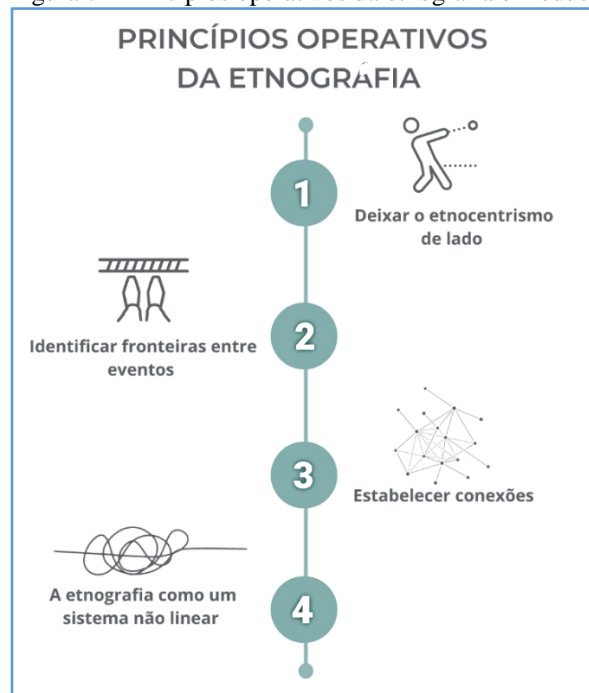
No que tange a aplicar uma perspectiva de investigação etnográfica em uma proposta educacional, faz-se necessário a compreensão de que o grupo estudado pode conceder diversas respostas, diante dos diferentes contextos. Seriam exemplos da influência de contexto: o cenário político da época, os costumes locais, o tempo em que a pesquisa se desenvolveu, os

atores da pesquisa e diversos outros fatores que podem influenciar. Mais importante do que perceber o imediatismo da aprendizagem é entender as diferentes respostas aos diversos contextos, de tal modo que estes possam garantir verdadeiras afirmações acerca do aprendizado educacional (GREEN; CASTANHEIRA, 2003). Logo mais serão apresentados princípios operativos que regem a pesquisa etnográfica, para que ela tenha o máximo de fidelidade ao que se propõe.

- **Princípios operativos da etnografia**

Tomando como base o modelo de etnografia interacional proposto por Green; Skukauskaite e Baker (2012) e em argumentos propostos por Heath (1982) e Agar (2006), foram formulados princípios operativos etnográficos. Green; Skukauskaite e Baker (2012) apontam quatro princípios operativos (Figura 7).

Figura 7 - Princípios operativos da etnografia em educação



Fonte: Elaboração do autor (2023).

1. Deixar o etnocentrismo de lado - trata-se de colocar “entre parênteses” qualquer conhecimento prévio, seja ele cultural ou social, acerca do conteúdo sobre o qual se deseja estudar.

2. Identificar fronteiras entre eventos - seria a identificação e a representação de unidades de análise, como exemplos, eventos vivenciados pelos participantes na tentativa de se

construir uma lógica que guie o processo. Para que o etnógrafo atinja tal objetivo, este poderá utilizar mapas de eventos que irão descrever o fluxo de ações individuais e coletivas, bem como as diferentes relações interpessoais e diferenciações de espaços interacionais para a construção dos eventos.

3. Estabelecer conexões - as conexões devem ser estabelecidas quando se identificam laços significativos entre ações, palavras e atividades que fazem referência ao passado e a um possível futuro.

4. A etnografia como um sistema não linear – esta lógica investigativa consiste em um sistema guiado pela lógica abdutiva, recursiva e iterativa em uso (AGAR, 2006). Ao se usar a lógica abdutiva, o etnógrafo deve envolver, examinar a diferença entre expectativas e entendimentos, os pontos de vista, entre si (*outsider*) e entre os membros (*insiders*). Abdutiva é, antes de tudo, uma lógica que leva as surpresas a sério e cria novas explicações para elas. Isto também é iterativo, algo que se aplica repetidamente no decorrer de um trabalho. Ainda pode ser considerado recursivo, chamando a si mesmo para resolver um problema, ao passo em que já está inserido na resolução de um outro.

O respeito aos princípios operativos, apresentados anteriormente, permitiu ao pesquisador, a compreensão dos símbolos e signos construídos socialmente, na adoção da robótica educacional no ensino de matemática, por meio de placas BBC Micro:bits, tendo em vista a superação de obstáculos aos conhecimentos dos estudantes, até então não consolidados.

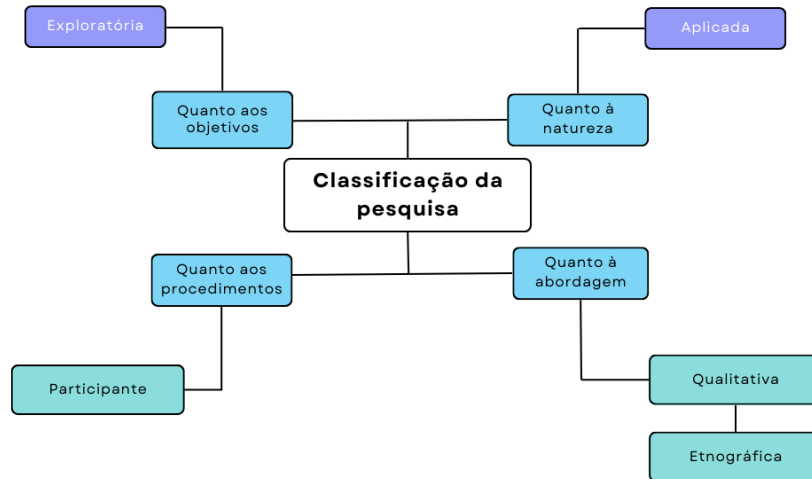
4.2 Escolhas metodológicas para a realização da pesquisa

Nesta seção, são apresentados elementos que orientaram a condução da investigação, tais como: sujeitos, lócus da pesquisa, instrumentos e técnicas de coleta de dados, e análise dos dados.

4.2.1 Classificação da pesquisa

A investigação se baseou na classificação proposta por Prodanov e Freitas (2013), conforme o diagrama a seguir.

Diagrama 1- Classificação da pesquisa



Fonte: Elaboração do autor (2023).

É possível afirmar que do ponto de vista da natureza, trata-se de uma pesquisa aplicada, uma vez que objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos, como é o caso da superação das dificuldades de aprendizagem quanto aos conteúdos do 1º ano do Ensino Médio, a partir do interesse local da escola em estudo, de tal forma que gere um produto tecnológico que atenda a esta demanda.

No que diz respeito à abordagem, esta pesquisa é classificada como qualitativa, já que analisa ações, comportamentos, discursos e gestos praticados pelo envolvidos na investigação. É importante relatar que a utilização de dados esteve presente neste trabalho, porém, os aspectos qualitativos se sobressaem ao longo do processo investigativo.

Concernente aos objetivos, esta investigação é considerada exploratória, pois visa reunir o máximo de informações a respeito da amplitude contributiva da robótica educacional, no ensino de matemática, mediante o uso das placas BBC Micro:bits.

Quanto aos procedimentos, caracteriza-se por ser um estudo de abordagem etnográfica, centrado na observação participante por parte do investigador que é também professor do grupo em estudo e coordenador do curso na referida escola.

Como forma de adentrar ao campo de pesquisa com embasamento teórico, foi realizado um levantamento bibliográfico, tendo o objetivo de mapear estudos nacionais e internacionais voltados para o ensino de matemática na Educação Básica, utilizando-se das placas BBC Micro:bits como aporte teórico desta pesquisa (GREEN; DIXON E ZAHARLICK,

2005). No entanto, ainda que previamente orientado, o etnógrafo se mantém aberto às modificações e às revisões de seus conhecimentos. Respeitando os princípios imperativos à etnografia, há aqui um campo fértil para a germinação de minúcias que possam aflorar ao longo do processo investigativo, só possível ao olhar preparado e sensível do etnógrafo.

Para o alcance do primeiro objetivo, mapeou-se as principais dificuldades quanto à compreensão dos conceitos matemáticos dos estudantes, através do relatório de avaliação diagnóstica de matemática, realizado pelo Sistema On-line de Avaliação, Suporte e Acompanhamento Educacional. Já o segundo objetivo, tinha como proposta investigar, etnograficamente, o processo de superação das dificuldades identificadas. Para isto, foram mapeadas todas as aulas, acompanhamentos dos projetos, mapas de notas e frequência escolar, de forma que permitiu elencar conteúdos, estratégias metodológicas, objetivos de aprendizagem e recursos digitais, relacionando a construção de conhecimentos matemáticos a partir da robótica educacional. A partir dos objetivos anteriores foi possível consolidar o terceiro objetivo, no caso, construir uma Cartilha Educacional Digital de projetos voltados para a robótica educacional, enquanto suporte de aprendizagem matemática.

Para atingir tais objetivos foi necessário um acordo, profusamente debatido e enquadrado, de acordo com princípios éticos estabelecidos pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará (CEP/UFC/PROPESQ), por meio do sistema federal eletrônico, que gerou o Parecer nº 5.727.028. Este foi obtido a partir da inserção dos dados referentes à pesquisa: título, objetivos do estudo, avaliação de riscos e benefícios da pesquisa, cronograma de execução e documentos autorizados pela instituição.

4.2.2 Sujeitos

Os sujeitos da pesquisa foram 39 alunos de uma escola da rede pública do estado do Ceará, matriculados no 1º ano do Ensino Médio do Curso Técnico de Petróleo e Gás, e os professores responsáveis pela ministração da disciplina de matemática, o professor diretor de turma, o núcleo gestor escolar e a comunidade escolar como um todo.

O recorte quanto à disciplina, série e turma escolhida, aconteceu mediante um mapeamento de notas anuais, que revelou a disciplina de matemática como a mais crítica, bem como a série. Do ponto de vista da turma escolhida, 1º do curso Técnico de Petróleo e Gás, deu-se diante da necessidade da compreensão dos conceitos matemáticos essenciais à formação técnica dos estudantes. Como forma de avaliação dos conteúdos com maior comprometimento de desempenho, utilizou-se o relatório de avaliações diagnósticas de matemática (SISEDU),

que permitia a identificação do percentual de alunos e seus acertos nas avaliações, assim como os descritores e habilidades de maior dificuldade.

O currículo da educação profissional no estado do Ceará está dividido em três grandes áreas: formação geral, formação profissional e parte diversificada. A Figura 8 apresenta a carga horária das disciplinas de formação geral.

Figura 8 - Carga horária semanal e total das disciplinas de formação geral

COMPONENTES CURRICULARES		1º ANO				2º ANO				3º ANO				TOTAL
		1º SEM		2º SEM		1º SEM		2º SEM		1º SEM		2º SEM		
DISCIPLINAS		S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	
FORMAÇÃO GERAL	Língua Portuguesa	4	80	4	80	4	80	2	40	2	40	2	40	360
	Artes	1	20	1	20									40
	Língua Estrangeira: Inglês	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	120
	Língua Estrangeira: Espanhol	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	120
	Educação Física	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	120
	História	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40	240
	Geografia	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40	240
	Filosofia	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	120
	Sociologia	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	120
	Matemática	4	80	4	80	3	60	3	60	2	40	2	40	360
	Biologia	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40	240
	Física	3	60	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40	260
	Química	3	60	3	60	2	40	2	40	2	40	2	40	280
SUBTOTAL		26	520	25	500	22	440	20	400	19	380	19	380	2.620

Fonte: Dados de 2019 da Secretaria da Educação do Ceará.

O contexto de formação profissional dos sujeitos do Curso Técnico em Petróleo é baseado em disciplinas que preparam o futuro profissional para operar e controlar os processos de extração, produção e refino de petróleo e gás natural. A foto 6 apresenta estudantes do curso em visita técnica.

Foto 6 - Estudantes em ambiente laboral



Fonte: Registro do autor (2023).

Para tanto, os estudantes precisam compreender o funcionamento de máquinas e equipamentos. A Figura 9 mostra as disciplinas que os alunos necessitam cursar para se tornarem aptos à formação técnica.

Figura 9 - Disciplinas exigidas para formação técnica em petróleo e gás

COMPONENTES CURRICULARES		1º ANO				2º ANO				3º ANO				TOTAL
		1º SEM		2º SEM		1º SEM		2º SEM		1º SEM		2º SEM		
DISCIPLINAS		S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	
FORMAÇÃO PROFISSIONAL	Informática Básica	3	60	2	40									100
	Geologia do Petróleo			2	40									40
	Avaliação de Formação e Comportamento de Reservatórios			2	40									40
	Desenho CAD					3	60							60
	Eletro – Eletrônica					4	80							80
	Materiais para Indústria do Petróleo					2	40							40
	Máquinas e Comandos Elétricos					4	80							80
	Instalações Elétricas Industriais					4	80							80
	Perfuração e Completação							4	80					80
	Sistemas Hidro-Pneumáticos							3	60					60
	Tecnologia da Fabricação							3	60					60
	CLP							3	60					60
	Análises Laboratoriais de Rochas e Fluidos							2	40					40
	Separação, Armazenamento e Transporte de P&GN							3	60					60
	Metrologia aplicada ao P&GN							3	60					60
	Tubulações Industriais									3	60			60
	Máquinas Térmicas									3	60			60
	Inspeção em Instalações e Equipamentos									2	40			40
	Manutenção Eletromecânica de Eq. de Superfície									3	60			60
	SMS									2	40			40
	Processamento de Petróleo e Gás e polímeros derivados de petróleo									5	100			100
	Estágio Curricular											15	300	300
	SUBTOTAL		3	60	6	120	17	340	21	420	18	360	15	300

Fonte: Dados de 2019 da Secretaria da Educação do Ceará.

Na parte diversificada da formação são propostas várias disciplinas que estão dispostas na Figura 10.

Figura 10 - Disciplinas curriculares integrantes da parte diversificada

COMPONENTES CURRICULARES		1º ANO				2º ANO				3º ANO				TOTAL
		1º SEM		2º SEM		1º SEM		2º SEM		1º SEM		2º SEM		
DISCIPLINAS		S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	
PARTE DIVERSIFICADA	Horário de Estudo	5	100	4	80	2	40			2	40	3	60	320
	Projeto de Vida	3	60	3	60	2	40	2	40	2	40			240
	Empreendedorismo	2	40	2	40									80
	Formação para a Cidadania	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	1	20	120
	Projetos Interdisciplinares	3	60	3	60					3	60	2	40	220
	Mundo do Trabalho	2	40	1	20	1	20	1	20					100
	Estágio Curricular (Complementação)											5	100	100
	SUBTOTAL	16	320	14	280	6	120	4	80	8	160	11	220	1.180

Fonte: Dados de 2019 da Secretaria da Educação do Ceará.

Conforme a Figura 10, observa-se que a matriz curricular dispõe de disciplinas denominadas: Empreendedorismo, Formação Cidadã, Horário de Estudo, Mundo do Trabalho, Projetos Interdisciplinares e Projeto de Vida. Tais disciplinas favoreceram a aplicação do projeto de mestrado em parceria com a escola, uma vez que têm por escopo a formação dos jovens para o exercício da cidadania, do mercado de trabalho, preparando-os para a busca de soluções de eventos cotidianos. São projetos baseados na resolução de problemas que os jovens irão se deparar durante o dia-a-dia profissional. Assim, com a intenção de capacitá-los, a proposta foi embasada.

O autor desta dissertação evidenciou seu interesse pela pesquisa e busca pela implementação do projeto e escolha dos sujeitos, a partir de 21 de dezembro de 2021, quando no último conselho escolar, estando presentes o núcleo gestor (diretora e coordenadores pedagógicos), bem como do corpo docente, composto de 17 professores das mais diversas áreas do conhecimento, percebeu-se que matemática era a disciplina mais crítica dentre todas as disciplinas que compõem a grade curricular da escola, em termos de êxito no aprendizado; os alunos apresentavam as menores médias e os maiores índices de reprovação. Tais dados justificaram a escolha dessa área de conhecimento para o desenvolvimento do presente projeto de pesquisa.

4.2.3 *Lócus da pesquisa*

Denominada Escola Estadual de Educação Profissional Maria Ângela da Silveira Borges, a instituição fica localizada no bairro Vicente Pinzon, em Fortaleza-CE. Foi fundada em 2015 com a oferta de quatro cursos, sendo eles: Administração, Mineração, Petróleo e Gás e Portos.

Foto 7 - Frente da EEEP Maria Ângela da Silveira Borges



Fonte: Arquivo cedido pela Escola (2023).

Chama a atenção as Fotos 7 e 8, por evidenciarem o padrão de construção das escolas profissionais do estado do Ceará, embora as primeiras unidades tenham sido adaptadas em unidades já existentes.

Foto 8 - Ambiente interno da EEEP Maria Ângela da Silveira Borges



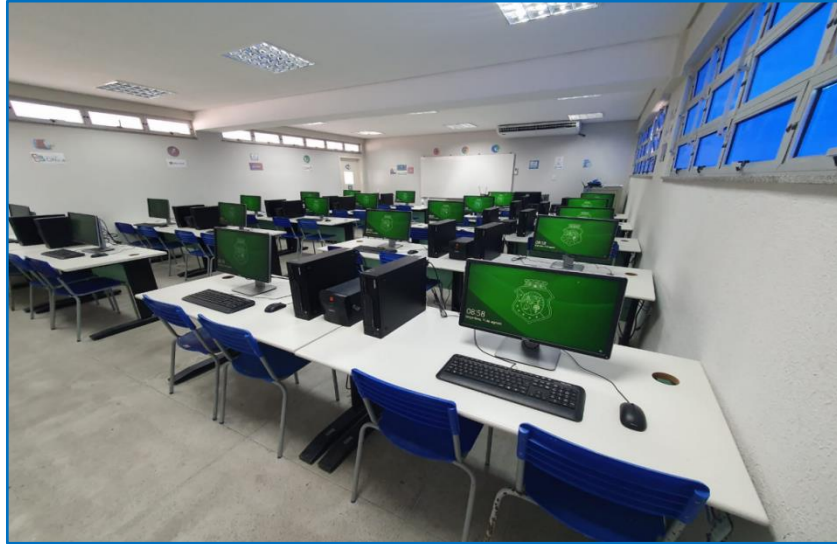
Fonte: Arquivo cedido pela Escola (2023).

No ano de 2019, o núcleo gestor escolar, em consonância com a Secretaria da Educação do Ceará (SEDUC-CE), optou pelo lançamento do Curso de Logística, tendo sido descontinuado o curso de Mineração. Os quatro cursos estão distribuídos em turmas de 1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio (4 turmas por série), perfazendo um total de 485 alunos matriculados.

O desenvolvimento desta pesquisa de mestrado aconteceu, principalmente, no Laboratório Educacional de Informática (LEI), (Foto 9), um espaço físico e fixo, que dispõe de

45 computadores de mesa. Não obstante, alguns eventos também se deram em espaços extracurriculares, no caso, as residências dos estudantes.

Foto 9 - Laboratório Educacional de Informática (LEI)



Fonte: Registro do autor (2023).

De modo auxiliar, o projeto contou com 45 *laptops*, os quais formam o denominado Laboratório Móvel de Informática (Foto 10).

Foto 10 - Laboratório Móvel de Informática



Fonte: Registro do autor (2023).

Os locais apresentados nas Fotos 9 e 10 serviram de infraestrutura para o desenvolvimento do projeto. A escola tem internet de conexão a cabo e disponibilizou o *wi-fi*. No ano de 2022, o governo do Ceará diante do desafio do ensino remoto, forneceu aos estudantes *tablets* e *chips* com 20 GB de internet, que também funcionaram como ferramenta para o desenvolvimento dos projetos com placas BBC Micro:bits.

A autorização de acesso ao *locus* da pesquisa se deu por meio de um primeiro contato realizado com a diretora escolar. Esta intermediou o processo formal com a Secretaria de Educação do Estado do Ceará. Uma vez concedida a autorização para o acesso ao *locus* da pesquisa, o núcleo gestor escolar viabilizou uma reunião com os professores da disciplina de matemática e o docente responsável pelo laboratório de informática. Na oportunidade, foi apresentado o projeto, iniciada a construção do planejamento para a sua condução e explanados os dados e instrumentos a serem utilizados quando da execução da proposta.

4.2.4 A implementação de robótica na escola

A gênese da robótica na escola ocorreu em meados de 2018. Na ocasião, a instituição propôs ao autor da presente dissertação, o engajamento de um grupo de estudantes para o desenvolvimento de um projeto na área de robótica que pudesse concorrer em um evento organizado pelo Governo Estadual denominado Ceará Científico¹⁷. O grupo foi composto de estudantes do Curso Técnico em Petróleo e Gás, de modo que se construiu um protótipo de bombeio mecânico com haste. Este projeto teve grande relevância para a formação técnica dos estudantes, uma vez que o exemplar desenvolvido apresentava o viés direcionado para processos de perfuração de poços de petróleo.

Ainda sobre o ano de 2018, cabe ressaltar que as atividades do projeto com robótica enfrentaram dificuldades pois a escola não possuía qualquer material de robótica educacional disponível. Diante deste cenário, o professor e estudantes sentiram-se desafiados a levantar recursos para o custeio do projeto, de modo que a viabilização só foi possível a partir do reaproveitamento de peças de eletroeletrônicos. Apesar de todas as condições desfavoráveis, o grupo atingiu êxito e venceu a etapa local do certame, que compreendeu a SEFOR 2, superando 55 escolas concorrentes.

A conquista da primeira premiação pelos estudantes, professor e escola, ocasionou grande entusiasmo naqueles que já compunham o grupo, bem como fomentou o ingresso de outros alunos. Para além, estimulou o processo de planejamento de novos projetos.

O ano de 2019 iniciou-se bem semelhante ao anterior; os alunos remanescentes do grupo formado em 2018 agregaram novos participantes e, novamente, buscaram o professor

¹⁷ O Ceará Científico é o itinerário científico anual da SEDUC e possui três etapas: Escolar, Regional e a Estadual. Esta ação é implementada nas escolas da rede estadual de ensino público desde 2007 e envolve todas as escolas e estudantes da rede pública do estado do Ceará. Tem como princípio popularizar as ciências e promover o desenvolvimento de tecnologias, estimulando a investigação, a inovação e a busca de conhecimentos de forma cotidiana e integrada com toda a comunidade escolar (SEDUC, 2017).

para prosseguir com os trabalhos. No entanto, no corrente ano, ocorreram particularidades benéficas à produção científica; os estudantes, usando de toda a proatividade possível, não aguardaram a manifestação da gestão escolar e logo mergulharam nos trabalhos científicos ligados à robótica. Na ocasião, foi possível a construção de um drone detector de gás liquefeito de petróleo, para monitoramento de áreas de risco. Este drone tinha como base uma placa Arduíno UNO, que traz consigo a proposta de programação na contemplação do projeto. Superando as expectativas de 2018, o projeto foi vitorioso não somente na etapa local, mas na fase regional, estando à frente de todas as escolas de Fortaleza.

O projeto dialogava com uma proposta de solução para problemas cotidianos, fato que atraiu a mídia local, que buscou conhecer os projetos mais de perto. Com isso, mais estudantes sentiram-se ensejados a ingressar no mundo da robótica. A evolução dos trabalhos desenvolvidos, a interação dos estudantes e a repercussão das mídias reverberavam para ações antes inimagináveis.

A pandemia que emergiu em 2020 “tomou a todos de surpresa” e os planos precisaram ser interrompidos de forma abrupta e por tempo indeterminado. Diante das condições impostas no período pandêmico, o professor viu a continuidade como algo inviável, devido aos riscos que os encontros para estudos poderiam ocasionar. Em contrapartida, os estudantes participantes do grupo de pesquisa idealizaram a adaptação das atividades; daquele momento em diante, os projetos seriam repensados e ressignificados.

A partir das restrições enfrentadas, os estudantes propuseram ao professor a criação de um modelo de jogos ou interclasse digital. Esta nova vertente de jogos permitiu uma série de inovações à escola, embora no âmbito virtual, como: a busca ativa¹⁸ de estudantes evadidos durante a pandemia, jogos virtuais, que permitiram uma maior abrangência do público participante, a ampliação da interação dos estudantes, gerando, inclusive, um modelo de referência para outras escolas. Com todo o progresso alcançado, não tardava o alcance de maiores conquistas, de modo que a participação do XXVII Workshop de Informática na Escola atingiu a premiação em terceiro lugar no WIE do XI CBIE (Congresso Brasileiro de Informática na Educação).

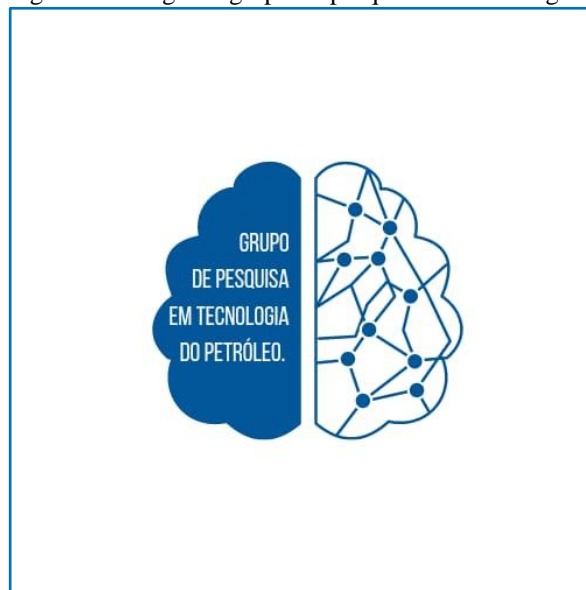
Tamanho o êxito dessa nova formatação foi percebido pelos conhecimentos desenvolvidos e compartilhados para além da escola, com a participação direta da comunidade

¹⁸ A Busca Ativa Escolar é uma estratégia para identificar os estudantes que por algum motivo não estão frequentando a escola, no caso do período pandêmico, não estão sendo alcançado pelo Ensino Remoto Emergencial. (NOVAIS e MENDONÇA, 2021).

acadêmica, o que permitiu a troca de experiências com grupos de tecnologias educacionais de outras instituições espalhadas pelo Brasil, como a Universidade Estadual de Santa Catarina.

Na transição entre 2021 e 2022, a retomada do ensino presencial aconteceu em 19 de setembro de 2021, e assim, das atividades de robótica. A dedicação e o desempenho dos estudantes foram tão grandes, durante a pandemia, que o retorno ao modo presencial motivou o professor a criar, oficialmente, o Grupo de Pesquisa em Tecnologia do Petróleo (GPTP) (Figura 11).

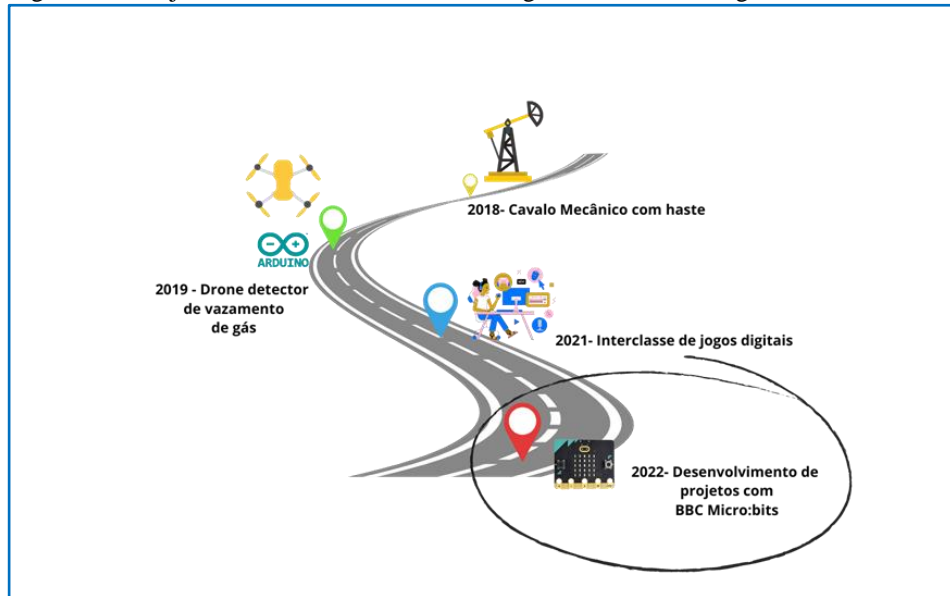
Figura 11 - Logo do grupo de pesquisa em tecnologia do petróleo



Fonte: Elaboração do autor (2023).

O ano de 2022 trouxe a retomada das aulas presenciais, mas também uma nova tecnologia, as placas BBC Micro:bits. Os benefícios, já citados anteriormente, levaram o grupo a acreditar em sua adoção. Desta maneira, o grupo sentiu-se desafiado a recuperar estudantes do 1º ano do Ensino Médio, que tiveram os seus conhecimentos comprometidos pela pandemia, de modo que, o recorte desta pesquisa se dá de abril de 2021 a abril de 2022, com o planejamento das propostas metodológicas a serem implementadas. A partir de maio de 2022, após aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética, ocorreu o início das aulas planejadas, perdurando até agosto de 2022. De agosto a dezembro do mesmo ano, foi observada a condução de projetos que são reverberações dos conhecimentos adquiridos naquelas aulas. A Figura 12 traz o caminho percorrido pela instituição, no processo de desenvolvimento da robótica educacional em sua grade curricular.

Figura 12 - Trajetória da RE na EEEP Maria Ângela da Silveira Borges



Fonte: Elaboração do autor (2023).

A disciplina matemática mostrava índices mais comprometedores, todavia foi justamente em meio às grandes dificuldades que nasceu a ideia de implementação de robótica baseada na BBC Micro:bit. As placas BBC Micro:bits, embora de grande custo-benefício, foram um gargalo, pois havia a seguinte questão: como implementar robótica educacional para um grupo de 39 estudantes, se a escola contava apenas com uma placa? Na Foto 11 consta o registro da aquisição pela escola de sua primeira placa BBC Micro:bit, instrumento este facilitador da implementação do projeto de robótica educacional.

Foto 11 - Primeira placa BBC Micro:bit adquirida pela instituição



Fonte: Registro do autor (2023).

A ausência de placas em quantidade satisfatória dificultou o desenvolvimento das ações, mas propiciou a implementação de outras. No caso, o uso de simuladores, uma vez que a instituição contava com um laboratório de informática, dispoñdo de 45 computadores e de um laboratório móvel de informática, com 39 *notebooks* à disposição para uso. A placa física ficou restrita à execução dos projetos, quando finalizados, de modo que se pôde acolher a todos os estudantes. Deste modo, foram utilizados instrumentos e técnicas para a coleta dos dados da investigação, sendo estes apresentados na seção a seguir.

4.2.5 Instrumentos e técnicas de coleta de dados

A geração de dados científicos por si não constitui uma pesquisa científica, entretanto, é preciso que haja um bom argumento para tal. Neste sentido, necessita passar pelo planejamento do processo e da coleta de dados. Para Olsen (2015), um bom pesquisador é capaz de gerar ou criar dados que funcionem como alicerce para o argumento científico. Os resultados de uma pesquisa podem se apresentar de maneira controversa, mas existe uma necessidade de se encaixar em um argumento que seja enunciado e baseado em evidências.

Em tentativa de reprodução fiel aos eventos ocorridos, o estudo utilizou-se de ferramentas etnográficas, tais como: observação participante, entrevistas não estruturadas, produção de diário de campo, fotografias, gravação de aulas nos formatos presencial e remoto. A seguir, cada um desses instrumentos será descrito e justificado no contexto da presente investigação.

- **Entrevistas não estruturadas**

Entrevistar envolve a interação, no mínimo, entre dois sujeitos. As entrevistas denominadas não estruturadas alocam de maneira geral apenas o tema. Em regra, não tem um tempo definido e se lida com tratativas abertas, por exemplo: Como? Por quê? O quê? Quem? Como suporte a estas perguntas utilizam-se estimulantes; eles são ferramentas de excitação da discussão, é o caso das expressões: “E por que isto?” “Fale mais!” “E depois?” “E quem mais e por quê?” Ao utilizar o referido tipo de ferramenta, o entrevistador tranquiliza o entrevistado de que, realmente, o escuta e valoriza sua fala, suas vivências e experiências, possibilitando à entrevista um imensurável potencial de riqueza de detalhes (OLSEN, 2015).

A gravação das entrevistas não estruturadas permitiu a manutenção de metáforas, expressões idiomáticas, abreviações, que, dentro de um contexto foram importantes ferramentas

de compreensão científica. Para a obtenção da efetividade da coleta de dados das entrevistas não estruturadas, fez-se necessária a sua transcrição o que ajudou a compreender as razões para ações, processos, mecanismos e estruturas sociais com o intuito de evidenciá-las.

Ao longo do processo investigativo, foram conduzidas ao total oito entrevistas, com depoentes diversos, escolhidos mediante critérios que visavam enriquecer a investigação. Desta maneira, foram selecionados: três professores de matemática, pelo fato de serem os docentes responsáveis pela ministração das aulas e interessados diretos na reversão do quadro de dificuldades dos estudantes; três alunos de diferentes escalas de domínio de conteúdo na disciplina de matemática, e motivo maior da existência de toda e qualquer unidade escolar; a coordenadora pedagógica, porque é a pessoa responsável pelo acompanhamento semanal das ações desenvolvidas na área estudada; e por fim, a diretora, gestora responsável por oportunizar as condições e viabilizar o bom andamento da escola e de todas as práticas executadas, conforme exposto na Figura 13.

Figura 13 - Entrevistados



Fonte: Elaboração do autor (2023).

- **Observação participante**

Dentro de uma abordagem etnográfica, a observação participante se caracteriza como aquela na qual o observador participa ativamente da coleta de dados. Sabe-se que a capacidade de recolher esses dados vai depender em muito da capacidade de se adaptar à situação (PAWLOWSKI et al., 2016).

Para Atkinson e Hammersley (2005), a observação participante tem a capacidade de preencher lacunas que provavelmente não seriam respondidas por outros métodos de investigação, como as entrevistas ou quaisquer instrumentos de autoavaliação. A observação consiste em um dos instrumentos envolvidos na pesquisa etnográfica. A citação de Correia (2009, p. 31), a seguir, demonstra bem a interligação entre a pesquisa etnográfica e a observação participante:

A observação participante é realizada em contacto direto, frequente e prolongado do investigador, com os atores sociais, nos seus contextos culturais, sendo o próprio investigador instrumento de pesquisa. Requer a necessidade de eliminar deformações subjetivas para que possa haver a compreensão de factos e de interações entre sujeitos em observação, no seu contexto. É por isso desejável que o investigador possa ter adquirido treino nas suas habilidades e capacidades para utilizar a técnica.

Optou-se por uma observação do tipo participante por esta ser frequentemente usada em pesquisas do tipo exploratória e qualitativa, além de etnográfica, sendo totalmente adequada como ferramenta de desenvolvimento da pesquisa aqui executada.

As observações participantes ocorreram em espaços dentro e fora da sala de aula, no decorrer do primeiro semestre e meados do segundo semestre de 2022, envolvendo onze aulas, sendo estas intercaladas entre aulas de caráter expositivo dos conteúdos e aulas práticas realizadas em laboratório.

A partir das observações realizadas, foram colhidos relatos, eventos notificados, dados registrados, os quais geraram um diário de campo. Segundo Rocha e Eckert (2008), o diário de campo apresenta-se como resultado de outro instrumento de pesquisa, o caderno de notas. É neste que se faz a compilação de eventos, tais como: dados, gráficos, anotações que possam ser relatos da convivência entre os sujeitos, de tal forma que, os diários de campo não sejam apenas “passar a limpo aquilo que foi visto”. Para as autoras, a principal função do diário etnográfico seria:

Ele é o espaço fundamental para o(a) antropólogo(a) arranjar o encadeamento de suas ações futuras em campo, desde uma avaliação das incorreções e imperfeições ocorridas no seu dia a dia de trabalho de campo dúvidas conceituais e procedimento ético. Um espaço para o(a) etnógrafo(a) avaliar sua própria conduta em campo, seus deslizes e acertos junto as pessoas e/ou grupos pesquisados, numa constante vigilância epistemológica (ROCHA; ECKERT, 2008).

Assim, o autor desta dissertação elaborou um diário etnográfico de 53 páginas, no qual em sua composição constam as transcrições das aulas gravadas, os fatos emergidos a partir das observações e que careciam de análise mais criteriosa, e lembretes investigativos.

- **Análises documental e bibliográfica**

As análises documental e bibliográfica foram caros pilares investigativos, pois permitiram a análise contrastiva com outros documentos. É de relevo comentar que, ao longo da pesquisa, a análise documental revelou posturas distintas diante das realidades investigadas. Em dados momentos, os números contidos em documentos oficiais foram tomados afrontando as individualidades dos estudantes, enquanto em outras situações, esses mesmos números foram tomados de modo a garantir que os estudantes conseguissem romper com suas barreiras particulares de aprendizagem. Diante de tal ação, os seguintes documentos foram analisados (Figura 14):

Figura 14 - Documentos analisados



Fonte: Elaboração do autor (2023).

- **Base Nacional Comum Curricular (BNCC):** a análise deste documento aconteceu ao longo de diversos momentos da pesquisa, uma vez que foi necessário identificar as habilidades e competências contidas nele, para a percepção dos conteúdos de baixa aprendizagem, bem como a identificação de habilidades que emergiram na implementação dos projetos-pilotos.

- **Projeto Político Pedagógico (PPP):** permitiu analisar como se dava a aceitação da comunidade escolar diante da implementação de novas metodologias, regras e tratos consensuais entre os envolvidos.

- **Regimento Interno Escolar:** este documento teve relevância na construção dos horários de implementação do projeto. Para além disto, o regimento expressava formas de avaliações possíveis.
- **Mapa de Notas Anual:** contribuiu para a análise inicial da disciplina mais crítica na unidade escolar, assim como a série de desempenho mais deficitário.
- **Relatório de Avaliação Diagnóstica de Matemática:** o relatório disponibilizou o percentual de acerto de todos os itens dispostos para a avaliação, bem como a quantidade de alunos ausentes durante o processo de aplicação da avaliação diagnóstica, sendo realizado pelo Sistema Online de Avaliação, Suporte e Acompanhamento Educacional (SISEDU). Permitiu observar como os estudantes absorveram os conteúdos associados a competências e habilidades desejáveis para cada série e disciplina.
- **Plano de Ensino Anual:** documento que norteava o planejamento e as expectativas anuais do professor sobre a turma. Porém, em diversos momentos houve uma quebra dessas expectativas, fomentando pontos ricos para a pesquisa.
- **Avaliação Parcial:** possibilitou a percepção da forma utilizada pelo professor para avaliação dos seus alunos, avaliação esta transformada ao longo da pesquisa, o que indicou impactos no seu decorrer.
- **Matriz Curricular do Curso Técnico de Petróleo e Gás:** a matriz curricular foi elemento de grande relevância, por abrir possibilidades de diálogos entre as disciplinas da base comum curricular e da base técnica, ensejando a formação integral por parte do estudante.
- **Plano de Ensino do Curso Técnico de Petróleo e Gás:** gerou uma expectativa macro a respeito dos conhecimentos a serem adquiridos ao longo da jornada estudantil, caminhando em consonância com as avaliações externas, além de fornecer aporte para a avaliação diagnóstica das disciplinas.

É importante explicitar que esses documentos são complementares entre si, sendo a sua análise executada de modo a enxergar a conexão entre eles. Porém, é preciso também

ressaltar que tais documentos, por mais conexos que sejam, não são suficientes para uma pesquisa etnográfica, já que na referida lógica investigativa, faz-se necessário perceber para além do que está escrito.

- **Questionários *on-line***

A princípio, os questionários *on-line* foram pensados com o objetivo de levantar as impressões dos estudantes acerca dos recursos utilizados nos projetos-pilotos. Contudo, no decorrer da pesquisa houve a necessidade de visualizar a aplicação da robótica em outros contextos da educação profissional, de modo que os questionários permitissem a compreensão de questões quanto às abordagens metodológicas utilizadas pelos professores e à inserção da robótica em tais metodologias.

Diante do que parece ser um emaranhado de detalhes, enxerga-se a interdisciplinaridade desta dissertação, com base no que afirmam Espada e Lima Filho (2006, p.240), ao abordar Carlo Ginzburg: “as poucas coisas indiciam muitas coisas”, sendo “imprescindível a recorrência ao jogo de escalas: reduzir para pormenorizar; ampliar para entrelaçar outras dimensões sociais envolvidas no estudo”.

Por fim, feito o detalhamento, a aplicação dos questionários aconteceu com os estudantes ao findar cada projeto-piloto, para, assim, averiguar suas impressões.

4.2.6 Procedimentos de análise dos dados

Para a elucidação da questão geral desta pesquisa, foi necessária a realização de uma grande jornada no contexto da implementação da robótica educacional, a fim de compreender os personagens, as interações e os contextos envolvidos. A trajetória possibilitou análises subsequentes para a geração de categorias, as quais contribuíram para a observação êmica dos fenômenos investigados.

Conforme citado anteriormente, esta pesquisa tem por base os princípios operativos da etnografia (GREEN et al. 2011). Com o entendimento de que a etnografia não é linear (primeiro princípio), a todo momento novas questões eram geradas e redefinidas, fazendo-se necessário novas coletas e, conseqüentemente, novas análises. Ao buscar a compreensão sobre o segundo princípio etnográfico (deixar o etnocentrismo de lado), procurou-se o desarme quanto a quaisquer conhecimentos prévios por parte do professor/investigador (perspectiva ética), passando a dar maior visibilidade à perspectiva êmica dos sujeitos. Para chegar à

identificação dos limites da investigação (terceiro princípio), foram estruturadas as questões secundárias que colaboraram para a construção de casos expressivos, fundamentais à consolidação dos limites.

Coletados os dados, foi realizada uma análise de visão contrastiva, que, segundo Corsaro (1981, 1985 apud GREEN; DIXON; ZAHARLICK, 2005, p. 35), trata-se da análise de diferentes cenários, dados e teorias, os quais podem ser utilizados na investigação etnográfica, e servirão como base para a triangulação. Para o suporte teórico, adotou-se a BNCC, com o intuito de compreender as habilidades e competências dos estudantes em seus determinados níveis de conhecimento.

Por fim, a análise dos dados não se estendeu apenas aos momentos inicialmente planejados (para as onze aulas), visto que ao longo do processo, o “inesperado investigativo” (Feira de Ciências e o seu acompanhamento) trouxeram eventos relevantes ao objetivo e à investigação desta pesquisa.

4.2.7 Transcrição dos dados

Ao longo da pesquisa, as aulas e os projetos acompanhados aconteciam no laboratório de informática da escola. Para não ser perdido nenhum detalhe da investigação, as aulas eram gravadas por meio do *kit* de transmissão de áudio e vídeo, cedido pela Secretaria da Educação do Estado do Ceará. As gravações propiciaram a transcrição das onze aulas e seis encontros de acompanhamento da Feira de Ciências. Para Neves (2010, p. 84), “a transcrição remete à primazia acerca das cenas, falas a serem transcritas e apresentadas, bem como escolhas relativas às maneiras que as falas e as ações dos sujeitos serão apresentadas”. Para isto, o autor acredita na apresentação de sinais contextualizadores, como: a entonação, a tonicidade, as pausas e gestos, ocorridos nos diálogos entre os sujeitos, bem como as ações destes, durante o processo investigativo. Assim, houve uma codificação destes sinais, a partir do estudo do autor, que resultou o Quadro 1.

Quadro 1 – Sinais utilizados na transcrição

Ocorrência	Sinais	Exemplo
Entonação enfática	Maiúscula	FESSOR
Alongamento de vogal ou consoante	:::	/né não:::?!/
Interrogação	?	/né não:::?!/
Admiração	!	Está certo!/?
Unidade de mensagem	/	/O aluno sai da sala/@
Pausas e inconclusões	...	Era bom chamar o.../
Incompreensões	Imperceptível	Referindo-se ao professor à professora de artes
Ações	@	/O aluno sai da sala/@
Sobreposição de falas	---	Então era bom chamar o...

Fonte: Elaboração do autor (2023).

Na subseção a seguir será descrito como se deu o processo de construção da lógica de investigação praticada na pesquisa, de maneira que serão apresentados os passos e decisões que foram adotadas para a construção da lógica investigativa.

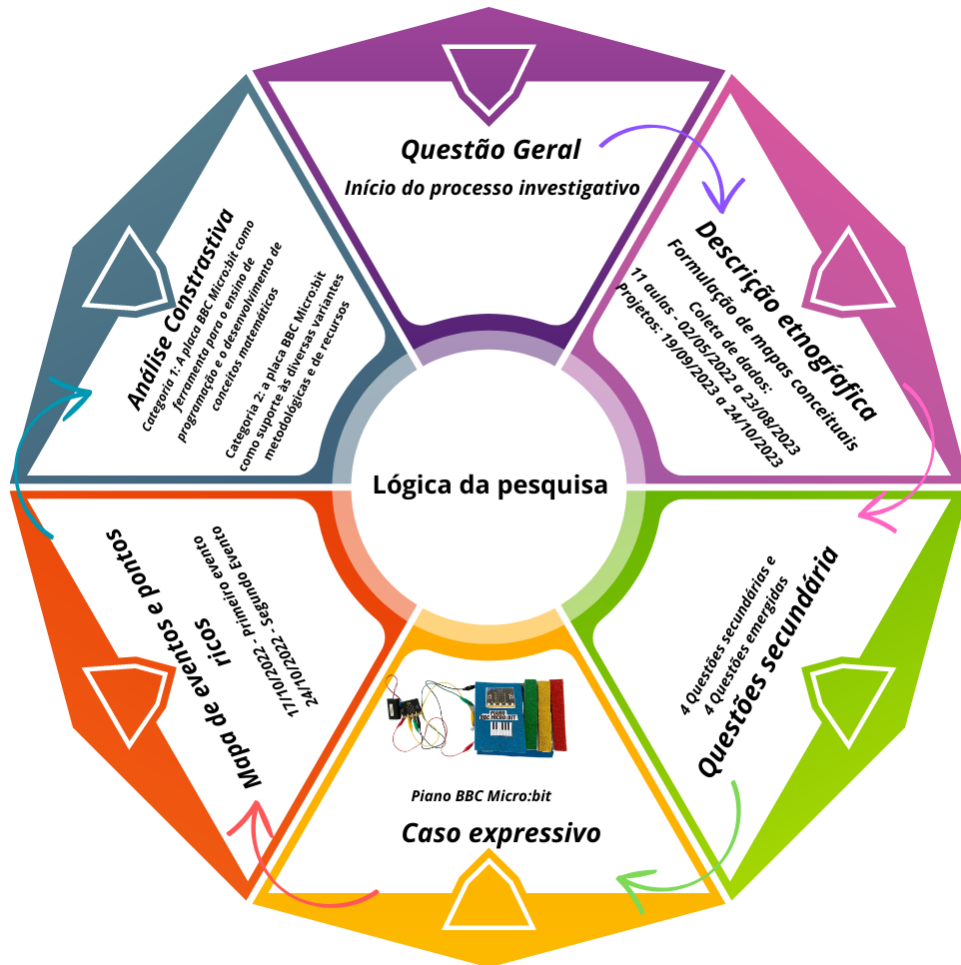
4.2.8 A construção da lógica de investigação praticada na pesquisa

O processo de formulação da lógica de investigação aplicada na pesquisa teve início com a questão geral: Como a robótica educacional, mediante o uso placas BBC Micro:bits, alicerçada na aprendizagem baseada em problemas/projetos, favoreceu a compreensão de conceitos de conceitos matemáticos necessários aos estudantes do 1º ano do ensino médio?

Devido ao seu caráter interativo-responsivo, a lógica de investigação se deu, a todo momento, relacionando a questão geral e as questões secundárias, mais específicas e emergentes, para que se efetivasse a investigação da temática geral. Para a criação da lógica investigativa, o passo seguinte na condução desta, ocorreu por meio da criação de mapas conceituais. Estes foram produzidos por meio de aulas gravadas, do acompanhamento do projeto dos estudantes e das interações via *WhatsApp*, *Instagram* e *YouTube*. A utilização das redes otimizou a comunicação e propiciou o suporte, mesmo a distância, para a organização dos dados.

A partir de então, houve o detalhamento de onze aulas, seis reuniões de acompanhamento de projeto e uma apresentação realizada na feira de ciências escolar. Para a continuidade da lógica de investigação (Figura 15), buscou-se a criação da narrativa êmica dos participantes. Para alcançar tal narrativa, utilizou-se de quatro questões secundárias, porém, mais quatro questões emergiram no decorrer da pesquisa, como forma de expandir os dados necessários à maior questão investigada.

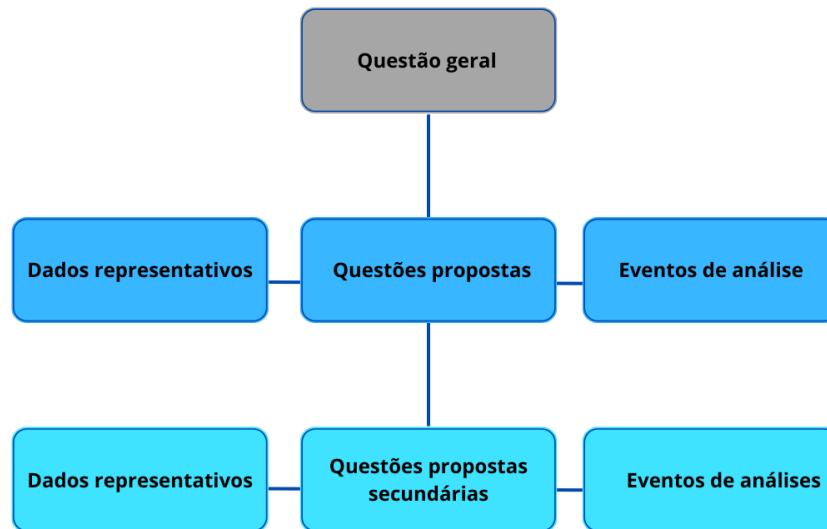
Figura 15 - Sequência de lógica de investigação



Fonte: Elaboração do autor (2023).

A seguir, será apresentada a estratégia de criação lógica de investigação da pesquisa (Diagrama 2), gerando o Apêndice A com: as questões geradas, os dados representativos, enfatizando a robótica educacional e eventos analisados, bem como as benesses da implantação da placa BBC Micro: bit no ambiente educacional da EEEP Maria Ângela da Silveira Borges, obtendo, com isto, respostas para tais questões.

Diagrama 2 - Estratégias de criação do Quadro da Lógica de investigação



Fonte: Elaboração do autor (2023).

Os resultados das questões secundárias geraram a construção de um *telling case*. A elaboração deste foi a oportunidade de exemplificação de como a robótica educacional alicerçada nas placas BBC Micro:bits permitiu a compreensão de conceitos matemáticos inerentes aos estudantes do 1º ano do Ensino Médio. O acompanhamento de um dos projetos, “Piano BBC Micro:bit”, oportunizou esmiuçar e atingir tamanha riqueza de detalhes, ao ponto de se chegar à apresentação do projeto como um todo. O referido ponto alcançado dialoga de forma fluente com a citação a seguir: “Em um estudo etnográfico, um etnógrafo usará uma perspectiva holística para descrever o amplo contexto e os padrões de vida para entender como as partes (pedaços de cultura) se relacionam com a cultura total” (ZAHARLICK; GREEN, 1991, p. 207, tradução nossa).

Os mapas de eventos descritos no projeto revelaram pontos ricos que ancoraram a construção de conexões holísticas, porém presenciadas e detalhadas no *telling case* desta investigação.

Este capítulo apresentou a lógica de investigação adotada nesta pesquisa. No capítulo seguinte serão detalhados os eventos que foram submetidos à análise ao longo do estudo, de onde emergiram os casos expressivos que demonstrarão os resultados alcançados.

5 EVENTOS DE ANÁLISE E CASOS EXPRESSIVOS DE UMA LÓGICA EM USO

A partir dos dados coletados, foi possível realizar a formulação deste capítulo, que tem como objetivo apresentar os procedimentos de análise de dados implementados durante a investigação. Para tanto, serão apresentados mapas conceituais, que permitirão compreender o expediente de implementação do projeto de robótica, tendo acesso a metodologias, práticas, formas de avaliação, recursos utilizados, dias e durações dos eventos. Já a segunda parte do capítulo, concentrou-se em apresentar a perspectiva êmica, dos sujeitos, construindo, assim, casos expressivos (*telling cases*) da investigação, de modo que seu encerramento visa à análise descritiva e pormenorizada e demonstração de resultados.

5.1 As aulas de robótica e o acompanhamento dos projetos

O acompanhamento das aulas resultou em onze encontros, que aconteceram entre 2 de maio e 23 de agosto de 2022, tendo as aulas duração de 1h:40, sempre às terças-feiras, no laboratório de informática. Diante da organização do período, do local, dos dias e horários, a conversão das aulas em projetos monitorados foi solicitada pela gestão escolar, para compor os trabalhos da Feira de Ciências, Tecnologia e Cultura. A monitoria dos projetos resultou em seis encontros decorridos entre os dias 19 de setembro a 24 de outubro do mesmo ano, não havendo carga horária definida, já que se tratava do acompanhamento de projetos, cuja duração dos encontros era estabelecida de acordo com a necessidade, demanda de aprofundamento das discussões e resoluções encontradas.

Quadro 2 - Mapeamento das aulas realizadas

Data	Aula	Conteúdo	Metodologia
02/05/2022	Aula 1	Conhecendo os blocos	Apresentação no simulador
09/05/2022	Aula 2	Conhecendo o menu programação	Apresentação no simulador
16/05/2022	Aula 3	Associar as representações de números racionais - escritas (por extenso), nas formas fracionária e decimal - em diferentes contextos e problemas	Vamos acender os LEDs? (simulador)
23/05/2022	Aula 4	Efetuar cálculos corretos e justificados com potências (inteiras e racionais) de números reais	Criando operações com potências de números reais
30/05/2022	Aula 5	Efetuar cálculos corretos e justificados com potências (inteiras e racionais) de números reais	Validação das operações com potências de números reais
06/06/2022	Aula 6	Efetuar cálculos corretos e justificados com potências (inteiras e racionais) de números reais.	Campeonato de BBC Micro:bits
13/06/2022	Aula 7	Efetuar cálculos corretos e justificados com potências (inteiras e racionais) de números reais	Campeonato de BBC Micro:bits
20/06/2022	Aula 8	Efetuar cálculos corretos e justificados com potências (inteiras e racionais) de números reais	Aplicação do jogo Potência Card
09/08/2022	Aula 9	Relacionar retas no plano ao lugar geométrico de soluções de uma equação linear	Encontre os pontos no plano cartesiano
16/08/2022	Aula 10	Relacionar retas no plano ao lugar geométrico de soluções de uma equação linear	Desenhando figuras geométricas nos planos cartesianos
23/08/2022	Aula 11	Relacionar retas no plano ao lugar geométrico de soluções de uma equação linear	Campeonato de figuras geométricas no plano cartesiano

Fonte: Elaboração do autor (2023).

Nota: Os meses de agosto, setembro e outubro foram dedicados ao desenvolvimento de projetos com a Feira de Ciências Escolar.

A Feira de Ciências, Tecnologia e Cultura tinha como proposta a divisão do total de estudantes de cada turma em grupos separados de acordo com as áreas do conhecimento, estabelecidas pela BNCC. Pela inserção no projeto de robótica, os alunos do primeiro ano do curso Técnico de Petróleo e Gás optaram por desenvolver projetos relacionados com as áreas de conhecimentos propostas e com a placa BBC Micro:bit.

Figura 16 - Divulgação da Feira de Ciências, Tecnologia e Cultura



Fonte: Arquivo cedido pela instituição.

O resultado da proposta definida, a obtenção dos projetos, ocorreu da seguinte maneira: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, cuja área produziu um projeto denominado: “Piano BBC Micro:bit”¹⁹, com o objetivo de ensinar a linguagem musical por intermédio do piano como instrumento para crianças de uma escola municipal de Maracanaú; já no campo de Matemática e suas Tecnologias, houve o desenvolvimento de um jogo eletrônico, denominado “Potência Card”²⁰, com o objetivo de propor metodologicamente a intervenção sobre conteúdos defasados pelos estudantes; enquanto nas Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, foi conduzido um projeto denominado “ Bússola BBC Micro:bit”²¹, com o escopo de relacionar os pontos cardeais, colaterais e subcolaterais ao círculo trigonométrico e seus respectivos ângulos, assim como um contador de passos, que auxiliaria a solução para diversos desafios.

Nas Ciências da Natureza e suas Tecnologias foram elaborados dois projetos para a detecção de gases. O primeiro buscava identificar vazamentos de gases ligados à indústria do

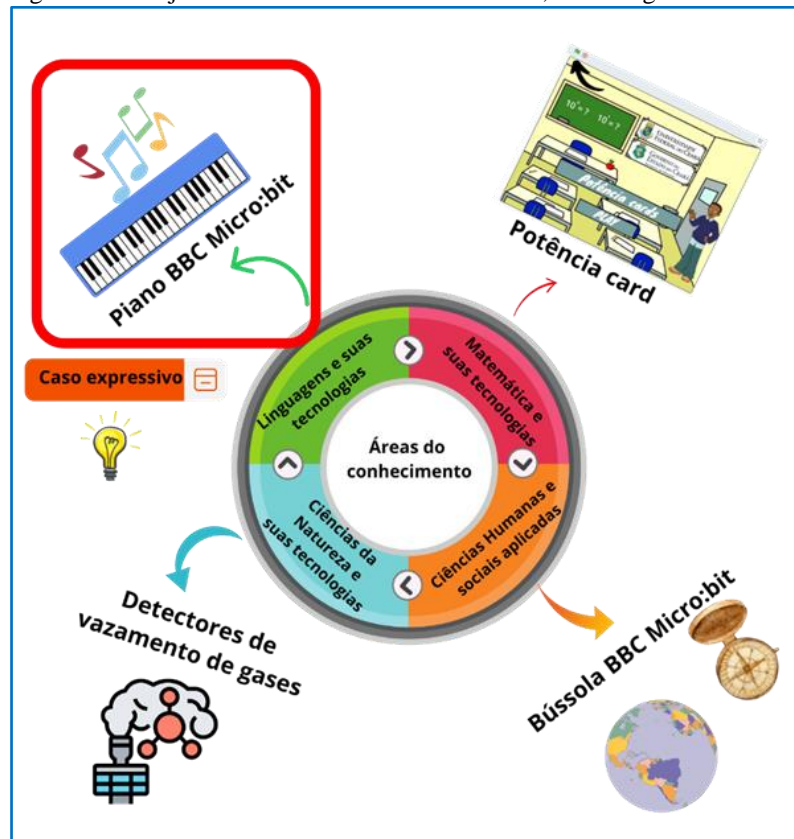
¹⁹ Disponível em <https://m.youtube.com/watch?v=B-VSaubmnU&feature=youtu.be>. Acesso em: 10 fev. 2023.

²⁰ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1gA1fZ47IN8>. Acesso em: 10 fev. 2023.

²¹ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=WK25iYD1j5U>. Acesso em: 10 fev. 2023.

petróleo, como exemplos: o gás liquefeito de petróleo (GLP), o gás natural, o dióxido de carbono, o hidrogênio (H₂), o metano (CH₄), o propano (C₃H₈) e o butano (C₄H₁₀). Já o segundo projeto, tinha a proposição de criar um bafômetro²², a partir da detecção de vapores alcoólicos, conforme é possível verificar na Figura 17.

Figura 17 - Projetos referentes à Feira de Ciências, Tecnologia e Cultura



Fonte: Elaboração do autor (2023).

De acordo com o exposto, o desenvolvimento de projetos não estava previsto nesta investigação, contudo foi possível perceber a construção de conhecimentos matemáticos em todas as áreas do saber, até mesmo diante de projetos que não eram exclusivos à seara matemática.

De maneira geral, a implementação do projeto de robótica na escola extrapola os aspectos limítrofes que definem uma aula. Com isso, a gestão escolar enxergou na implementação da robótica, uma ferramenta potente para fomentar a possibilidade de uma aprendizagem baseada em projetos e problemas. Por sua vez, os estudantes passaram a perceber o conhecimento, não apenas como arcabouço teórico, mas começaram a considerá-lo um

²² Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ej2FtU29ioY&t=1s>. Acesso em 08/05/2023.

mecanismo de autonomia cognitiva que os possibilitava implementar suas ideias e desenvolver os seus próprios projetos.

Na seção a seguir, o detalhamento das onze aulas será exposto, de modo que possibilitará visualizar e compreender os conhecimentos que repercutiram nos estudantes, bem como mostrará a atuação, a flexibilização e o assentamento daqueles alunos, diante de tamanhas descobertas.

5.1.1 As aulas de robótica na dinâmica do aprendizado

- **Aula 1: Conhecendo os blocos**

A primeira aula de robótica ocorreu no dia 2 de maio de 2022 (Foto 12), e tinha o objetivo de apresentar aos estudantes o ambiente de programação por meio da plataforma *Makecod*; a denominação dada à aula foi “Conhecendo os Blocos”. O momento da apresentação aconteceu no laboratório de informática, e os estudantes foram convidados a sentar em duplas, para que usufríssem dos computadores de forma equânime. A respeito das estratégias de exposição do conteúdo, o professor projetava o ambiente de programação e solicitava aos estudantes que realizassem o passo a passo das instruções, de acordo com a orientação docente, conforme demonstra a fotografia abaixo.

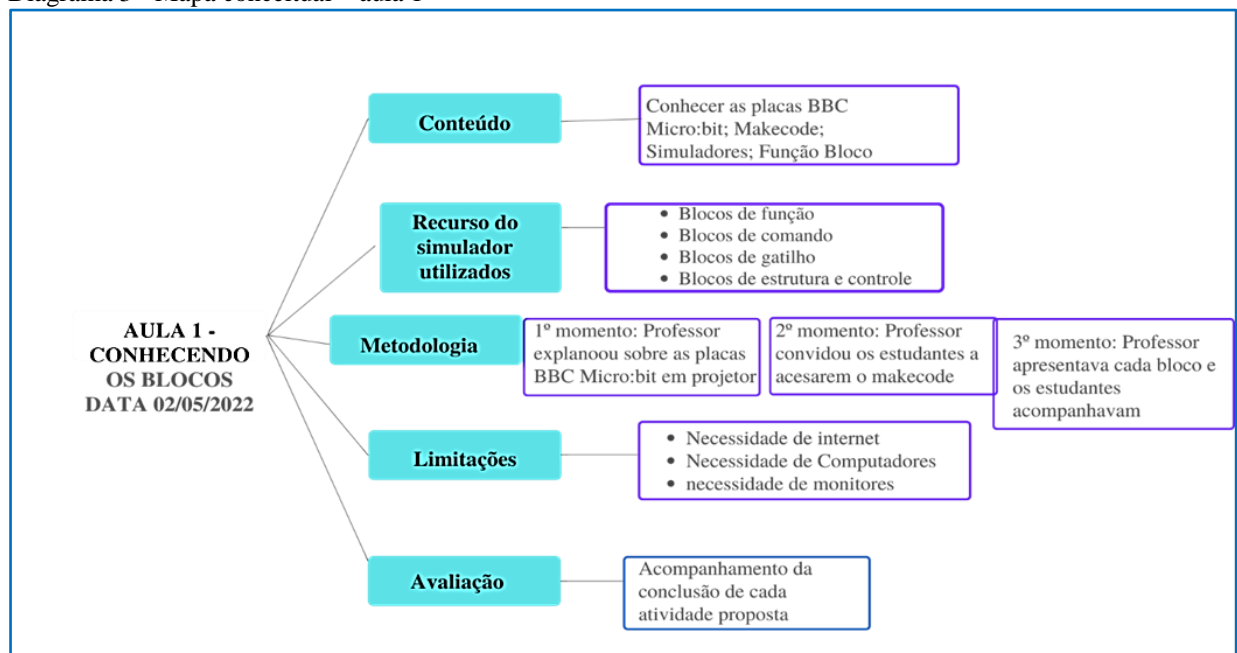
Foto 12 - Aula inaugural do projeto de robótica educacional



Fonte: Registro do autor (2023).

A aula foi dividida em três momentos específicos: primeiramente, houve a explanação sobre a implementação do projeto, a robótica educacional e a familiarização dos estudantes com a placa BBC Micro:bit; em seguida foi demandado aos estudantes o acesso à plataforma *Makecod*, verificando-se algumas limitações, como no caso de estudantes que tiveram dificuldades de inserção à plataforma, devido à instabilidade da internet local, fato que atrasou a condução da aula, aproximadamente quinze minutos, até alcançar o tempo pleno; o terceiro e último momento foi marcado pelo acesso dos estudantes aos blocos (segundo orientação do professor), de maneira sincronizada, no entanto, novas restrições surgiram: a necessidade de atenção máxima dos alunos, por vezes distraídos com celulares, não permitindo o sincronismo, de sorte que ensejou a criação do primeiro contrato de convivência, ou seja, a proibição do uso de celulares durante as aulas. A falta de sincronismo também requereu a escolha de um monitor para auxiliar o professor ao longo da aula conduzida. O diagrama a seguir enumera os principais aspectos da aula 1.

Diagrama 3 - Mapa conceitual – aula 1

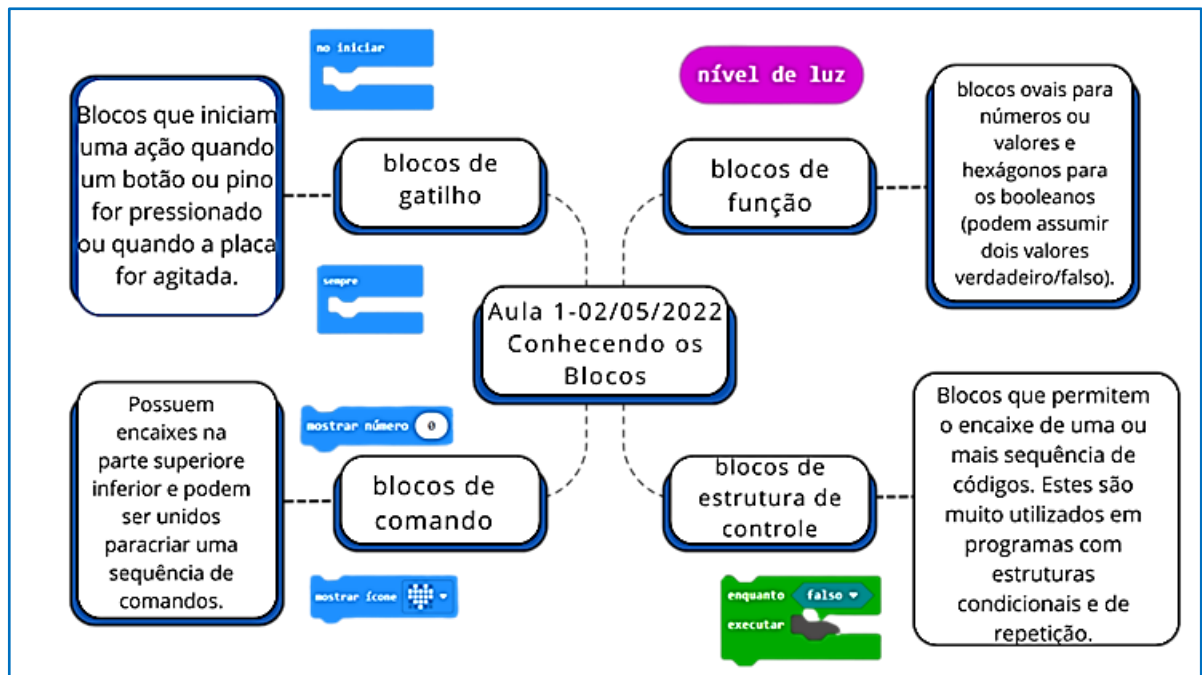


Fonte: Elaboração do autor (2022).

Sobre os conteúdos dispostos, na aula foram trabalhados os grupos de blocos de programação, ou seja, os blocos de gatilho, responsáveis por iniciar uma ação, quando do acionamento de um botão; os blocos de comando, tendo a objetivo de criar uma sequência de ações; os blocos de função, que desenvolviam atividades específicas do ambiente de programação; e os blocos de estrutura de controle, os quais estruturavam lógicas condicionais e de repetição.

Na referida aula, foi possível perceber que os estudantes compreenderam a relação entre função bloco e formato geométrico deste. Os alunos repararam que a programação em bloco ocorria mediante o encaixe geométrico das formas, de modo que os primeiros conceitos de programação se associavam às formas geométricas. O diagrama retratado a seguir exemplifica a função de cada bloco e seu formato geométrico correspondente.

Diagrama 4 – Conteúdos da aula 1



Fonte: Elaboração do autor (2022).

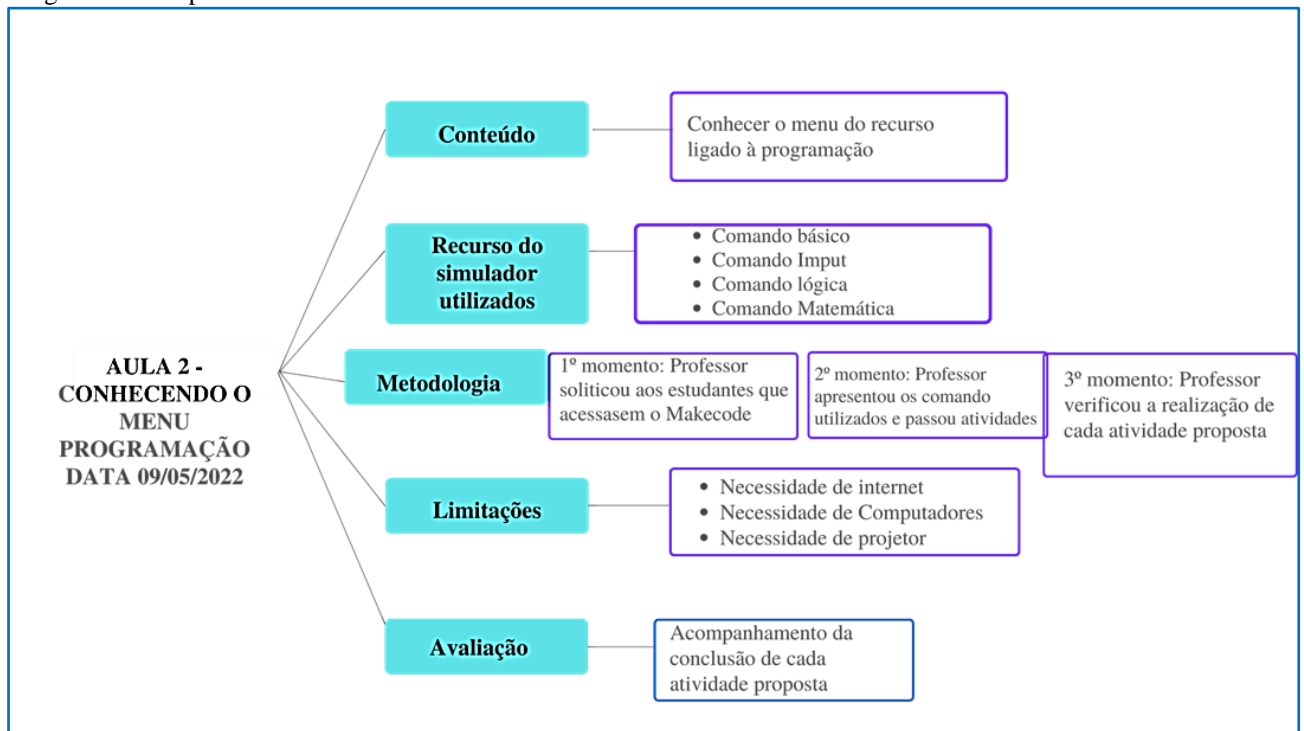
• Aula 2: Conhecendo o menu programação

A aula 2, ocorrida no dia 9 de maio de 2022, também foi ministrada no laboratório de informática, com formato de explanação semelhante à aula anterior, porém, com o avanço da resolução dos problemas evidenciados naquela ocasião, como o caso do uso de celulares, diminuindo drasticamente a dispersão dos estudantes. Para a aula, já foi possível ao professor o auxílio de dois monitores, responsáveis por suprirem às demandas individuais que surgiram ao longo do evento.

Os obstáculos observados durante a aula disseram respeito à necessidade do acompanhamento visual dos estudantes, no passo a passo conduzido pelo professor, o que tornava o projetor, peça imprescindível para a regência desse tipo de metodologia. Todavia, duas máquinas apresentaram problemas relativos à internet, havendo a necessidade de remanejar e reforçar o fornecimento de internet de qualidade, para o êxito do processo.

A apreciação do diagrama 5 permite o resumo dos principais acontecimentos com relação à aula 2.

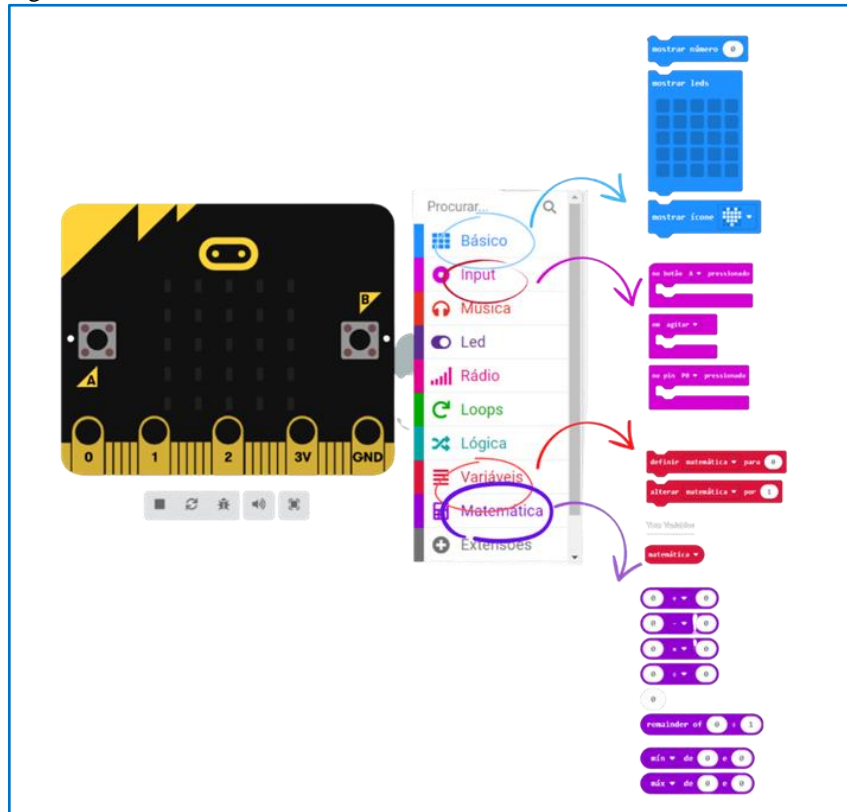
Diagrama 5 - Mapa conceitual - aula 2



Fonte: Elaboração do autor (2022).

O conteúdo da aula tinha como objetivo a apresentação do menu da placa BBC Micro:bit. Contudo, devido à ampla variedade de funções oferecidas, fez-se necessária a seleção de algumas destas funções, seguindo os critérios de afinidade entre elas ao desenvolvimento de conceitos matemáticos. Com isso, foram estabelecidas as seguintes funções: menu básico, menu input, menu variáveis e menu matemática. A Figura 18 exprime, de modo fidedigno, todos os menus disponíveis e os selecionados.

Figura 18 - Conteúdos da aula 2



Fonte: Elaboração do autor (2022).

Destarte, as aulas 1 e 2 configuraram-se como base teórica de programação para o progresso dos estudantes em atividades ligadas aos conteúdos matemáticos ministrados nas aulas seguintes. É de relevo que os estudantes consideraram a ferramenta de fácil manuseio para programação, e ao longo das avaliações ocorridas, de modo formativo, é possível a verificação da efetivação das atividades propostas de maneira exitosa.

Aos estudantes foi requerida a definição das aulas em apenas uma palavra, mas fazendo uso do recurso *Mentimeter*²³, permitindo a criação de uma nuvem de palavras, que se trata de uma representação visual da frequência e do valor das palavras, sendo utilizada para destacar com que frequência as palavras solicitadas no questionário apareceram (PRAIS; ROSA, 2017).

No desdobramento da atividade, houve também o questionamento acerca do grau de dificuldade de utilização da placa como ferramenta de programação. A nuvem gerada está disposta na Figura 19.

²³ Disponível em: <https://www.mentimeter.com/pt-BR>. Acesso em 16 de nov. 2023.

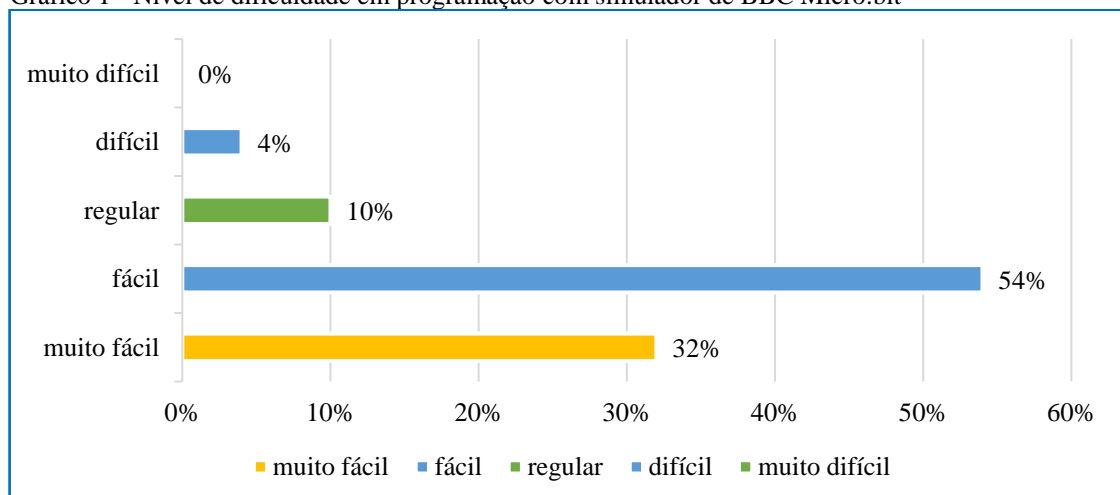
Figura 19 - Nuvem de palavras referente às aulas 1 e 2



Fonte: Elaboração dos autores (2022).

A nuvem de palavras referente às aulas 1 e 2 expressiu a prevalência dos termos: dinâmica, divertida, produtiva, ótima e boa. Por meio da análise de conteúdo da nuvem, chegou-se à inferência de que os estudantes viam a aula como um processo produtivo, dinâmico, eficiente e lúdico. Já referente à dificuldade com a qual os estudantes se depararam em programar usando a placa BBC Micro:bit, foi obtido o resultado apontado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Nível de dificuldade em programação com simulador de BBC Micro:bit



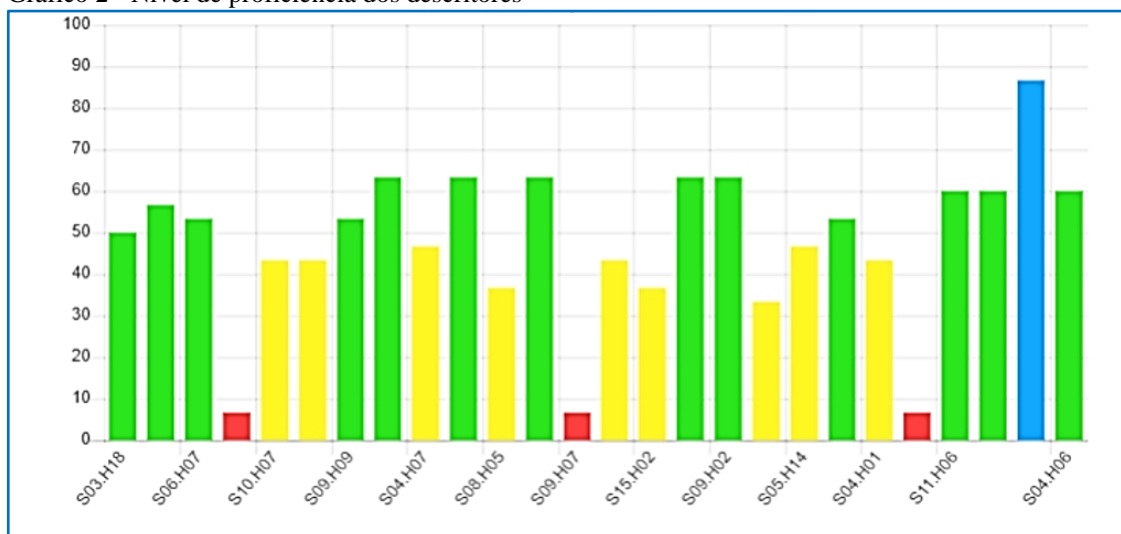
Fonte: Elaboração dos autores (2022).

Os dados do Gráfico 1 revelam que 86% dos participantes acharam muito fácil o manuseio e a programação a partir do simulador BBC Micro: bit. Em contrapartida, apenas 4% dos estudantes consideraram o simulador de complexo manuseio. Esta porcentagem corresponde a somente 1 aluno participante, o que demonstra o quanto o uso do simulador potencializa o aprendizado, permitindo estabelecer seu usufruto em outros contextos educacionais. Cabe aqui ressaltar o contexto de dificuldade apresentado pelo aluno supracitado: o estudante afirma não ser a metodologia obstáculo para o êxito da dinâmica de absorção dos conhecimentos, e sim, a perda de atenção momentânea, provocada por fatores externos (uso de celular, diálogos paralelos, pensamentos dispersos, dentre outros).

- **Aula 3: Vamos acender os leds?**

A aula 3, decorrida no dia 16 de maio de 2022, teve o objetivo de intervir no aprendizado dos estudantes, em conteúdos de baixa aprendizagem. O assunto abordado tratava de associar as representações de números racionais - escritas (por extenso), nas formas fracionária e decimal - em diferentes contextos e problemas, que foram revelados por meio do relatório de avaliação diagnóstica de matemática, indicando que apenas 6,67% dos estudantes apresentavam nível adequado, quando relacionados com tal descritor. Sendo assim, a aula foi planejada, exclusivamente, para realizar uma intervenção que suprisse as carências cognitivas concernentes ao conteúdo. Tais dados são observados e destacados em vermelho no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Nível de proficiência dos descritores



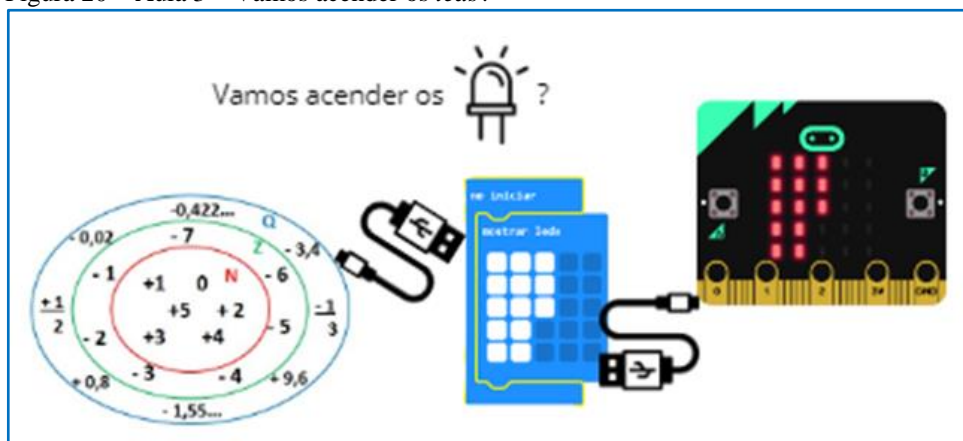
Fonte: SISEDU (2022).

A análise do relatório permitiu a observação dos seguintes descritores, relacionando-os com as respectivas aulas ministradas. O descritor SH06H07 compete: associar as representações de números racionais - escritas por extenso, nas formas fracionária e decimal em diferentes contextos e problemas e apresenta correlação com a aula 3. O descritor S09H07 diz respeito a: efetuar cálculos corretos e justificados com potências (inteiras e racionais) de números reais, interligando-se às aulas 4, 5, 6, 7 e 8. Enquanto o descritor S04H01 relaciona retas no plano ao lugar geométrico de soluções de uma equação linear, cabendo às aulas 9, 10 e 11, dispostas na continuidade desta explanação.

A metodologia da aula 3 seguiu orientações propostas por Albertoni (2020), em seu produto educacional, sendo proposta a implementação de atividades com placas BBC Micro:bit para estudantes do Ensino Fundamental. Para tal, adaptações foram necessárias, devido à realidade da escola, como a utilização de simuladores, já que continham poucas placas na instituição e a personalização dos questionamentos matemáticos julgados importantes pelo professor.

O professor organizou a turma em duplas e requisitou a criação de listas de números fracionários e decimais para o exercício de conversão, ou seja, números fracionários em decimais e números decimais em fracionários. As listas criadas deveriam ser trocadas entre as equipes, propiciando a execução da atividade de conversão dos números. A ação de converter os números fracionários e decimais aconteceu por meio do acendimento de *leds* correspondentes à conversão dos números corretamente. A Figura 20 expõe a dinâmica metodológica utilizada no processo, assim como o envolvimento dos estudantes na proposição planejada.

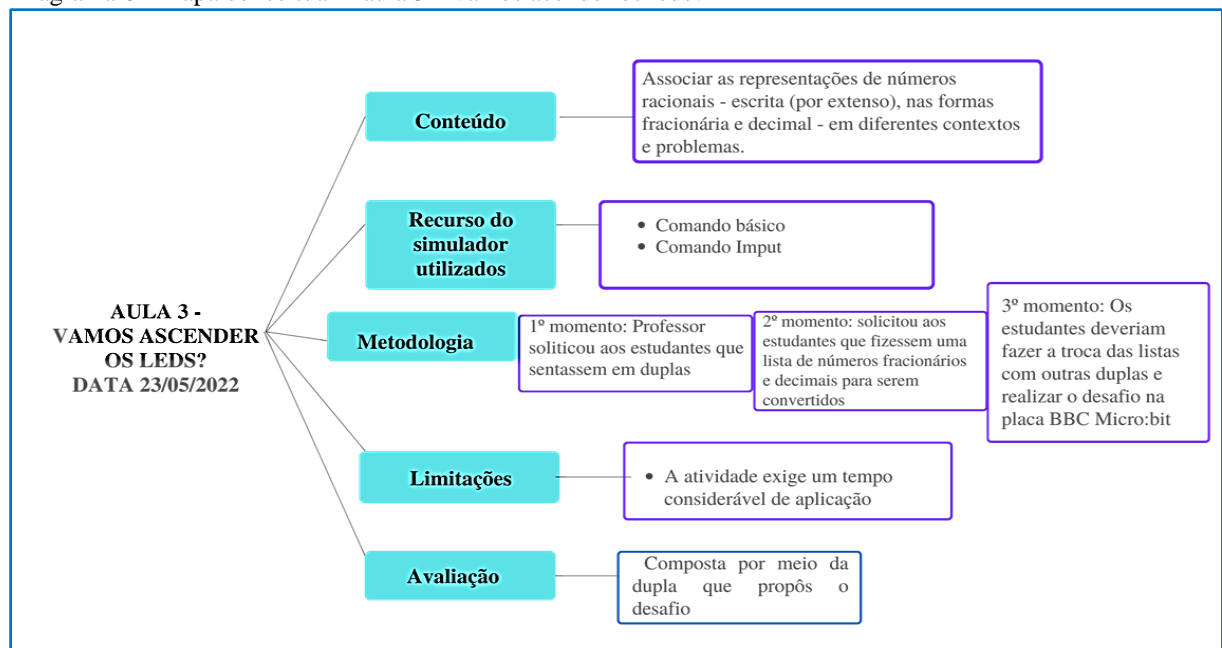
Figura 20 – Aula 3 – Vamos acender os *leds*?



Fonte: Elaboração do autor (2023).

A partir da implementação da aula, pôde-se detectar que a limitação emergente girou em torno do tempo de aplicação da atividade proposta. Inicialmente, a prática foi pensada para sua execução em duas aulas, porém sua extensão consumiu o tempo de três aulas, sendo uma aula utilizada para a criação das listas, outra para a programação dos números correspondentes, e a terceira para a correção dos *leds* acesos. A partir de então, observa-se que atividades relativas à robótica demandam de períodos mais extensos que atividades propostas em aulas convencionais. Como reflexo da atividade realizada, identificou-se a consolidação dos conceitos básicos de programação propostos nas aulas 1 e 2. O Diagrama 6 explana os principais aspectos da aula 3.

Diagrama 6 - Mapa conceitual – aula 3 – vamos acender os leds?



Fonte: Elaboração do autor (2023).

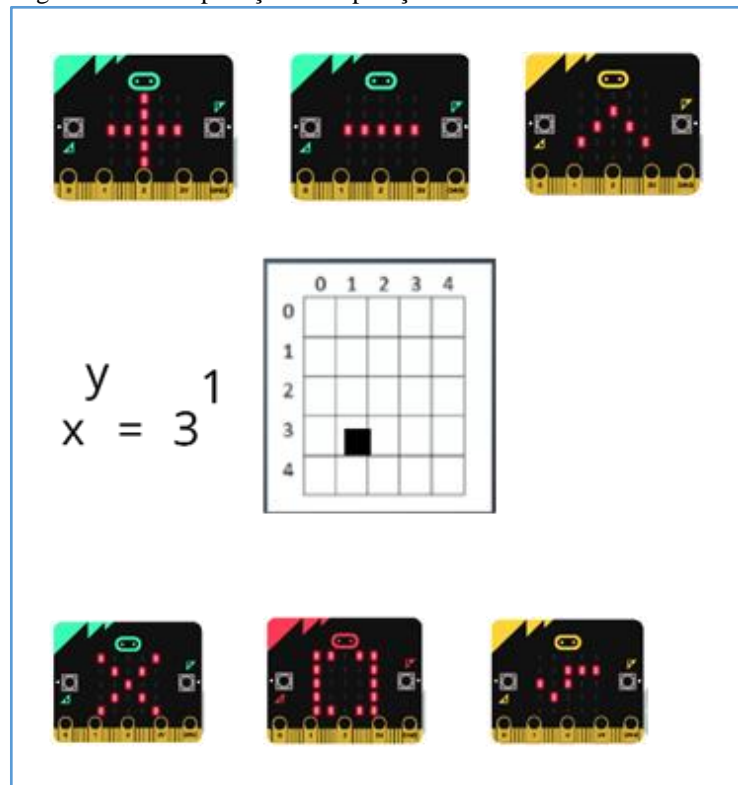
Ainda com referência ao documento de avaliação diagnóstica, as aulas seguintes, 4 e 5, foram pensadas para o conteúdo de potências reais, que serão descritas a seguir.

- **Aulas 4 e 5: Criando e validando operações com potências de números reais**

As aulas 4 e 5 aconteceram nos dias 23 e 30 de maio de 2022, respectivamente, com o objetivo de intervir no conteúdo enunciado: efetuar cálculos corretos e justificados, com potências inteiras e racionais de números reais. As aulas foram aqui apresentadas de forma conjunta, por se tratarem de uma continuidade entre si. A proposta da quarta aula foi a criação

de operações que tivessem como base o conteúdo de potência. Desta forma, os estudantes puderam usufruir da liberdade para criar suas listas, que seriam trocadas com os seus colegas de turma. A Figura 21 demonstra algumas situações que foram combinadas na execução da atividade.

Figura 21 - Exemplicação das operações realizadas



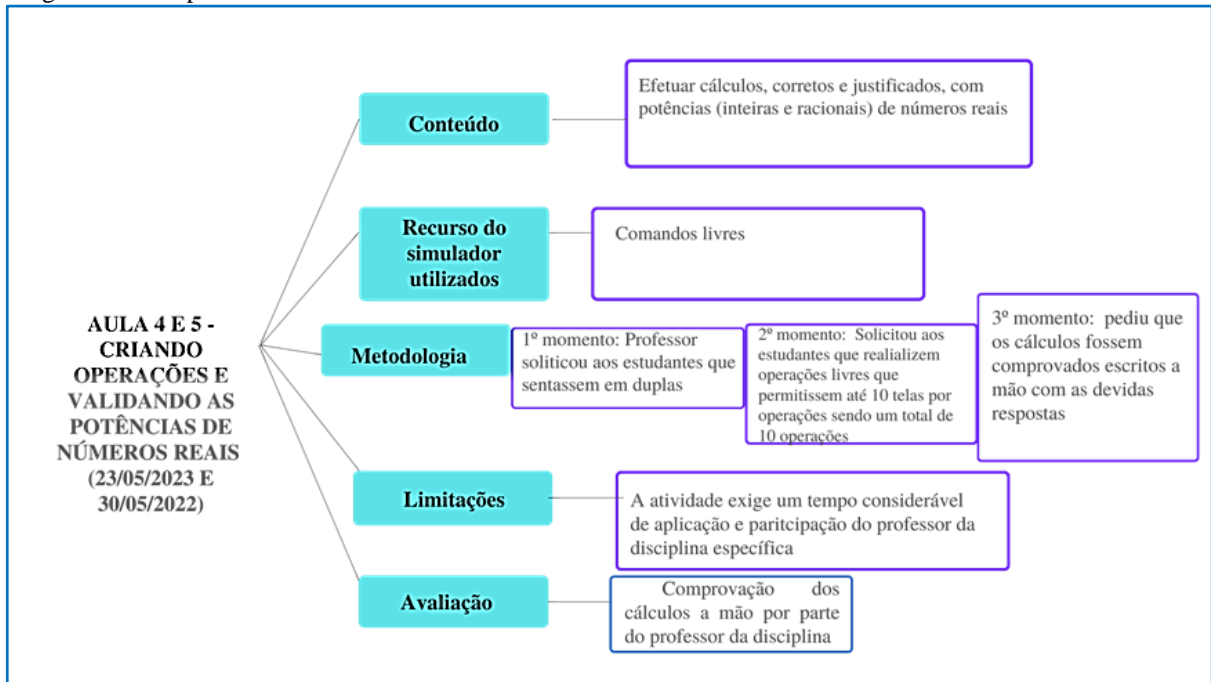
Fonte: Elaboração do autor (2023).

Conforme visto na Figura 21, adotou-se o sistema de *led* como um plano cartesiano, no qual a base da potência estaria representada pelo eixo Y e o expoente pelo eixo X. As operações envolvidas, bem como as variações de potências, dependiam do poder criativo dos estudantes, e estes tinham plena liberdade para externar esse potencial. A aula 5, ocorrida no dia 30 de maio de 2022, teve o objetivo de validar as operações, de forma que os estudantes precisavam interpretar a sequência operacional criada por outras duplas, programando o seu resultado. Esta situação-problema gerou forte engajamento das duplas, visando à superação dos obstáculos e às soluções para o desafio proposto.

Como resultado da aula em questão, foi possível perceber que a placa BBC Micro:bit permitia formas diversas de se programar uma mesma operação matemática, o que serviu para apresentar ao professor as diferentes formas de construção do raciocínio de programação pelos estudantes. A grande riqueza da atividade proposta foi justamente assistir a

opção e formação de caminhos diferentes, porém tendo a confluência de todas essas ideias ao final da trajetória. O Diagrama 7 resume os pontos mais importantes abordados nas aulas 4 e 5.

Diagrama 7 - Mapa conceitual - aulas 4 e 5



Fonte: Elaboração do autor (2023).

Quanto às limitações presenciadas, percebeu-se que a figura do professor de matemática se tornava fundamental na condução da disciplina, visto que a correção das operações matemáticas ocorriam sob a sua orientação, fato que embasou o docente a visualizar os aspectos nos quais os estudantes mais incorriam em erro. Tal cenário reforçou a condição da necessidade de interação entre a robótica educacional e as demais disciplinas, sobretudo no que diz respeito a ressignificar o erro, este passaria despercebido, senão pelo auxílio da placa BBC Micro:bit como instrumento de aprendizagem, ou seja, a placa permitiu ao professor de matemática o diagnóstico e a intervenção sobre as dificuldades apresentadas.

As aulas que continuaram são também resultados das aulas 4 e 5, pois os estudantes solicitaram aos professores, a criação de um campeonato digital que abrangesse os conteúdos curriculares, com o engajamento de todos. A seguir, haverá a demonstração de como foi elaborado o campeonato, o qual fundamentou as aulas 6 e 7.

- **Aulas 6 e 7: Campeonato BBC Micro:bit**

O campeonato BBC Micro:bit aconteceu nos dias 6 e 13 de junho de 2022. Os estudantes foram organizados em quartetos, com projeções apresentadas por *datashow* e criadas previamente pelos professores. Cada equipe tinha a missão de desvendar as operações matemáticas expostas e, conseqüentemente, seus resultados.

O evento resultou na geração de oito times distribuídos de A a H, que se enfrentaram a partir de um chaveamento iniciado nas quartas de final. A competição propunha um duelo em “melhor de três”, sendo vitoriosa a dupla que chegasse mais rapidamente à resposta correta. Vale ressaltar que o regulamento permitiu o uso do ambiente de simulação como suporte para o surgimento de dúvidas (exemplo: qual a localização cartesiana do ponto apresentado?). Prosseguindo o campeonato, as semifinais decorreram em “melhor de seis” (Figura 22), promovendo-se a elevação dos níveis de dificuldade das operações. Então, chegamos à grande final, que resultou numa atuação envolvendo onze operações.

Figura 22 - Chaveamento do Campeonato BBC Micro:bit



Fonte: Elaboração do autor (2023).

É preciso salientar a importância dessas operações para o desenvolvimento do campeonato e para o processo de apreensão cognitiva. Elas permitiram a construção da linguagemêmica dos conhecimentos. Expressões como: “Ah! Essa aqui é fácil demais!”; “Eita, mah! Danou-se!” expunham sentimentos, que, tanto externavam aprendizagens adquiridas quanto dificuldades a serem sanadas.

Coexistentes e inspirados no campeonato realizado, os estudantes surpreenderam com a empreitada ao desenvolverem um jogo *on-line* utilizando a placa BBC Micro:bit como controle remoto, porém em um novo ambiente de programação, o “*Scratch*”. Atualmente, jogos *on-line* fazem parte do cotidiano dos jovens, porém muitos não têm acesso devido às restrições econômicas e sociais em que se encontram. Criar o seu próprio jogo *on-line* é partir para o campo de resolução dos seus próprios problemas.

Nota-se, portanto, a visão de autonomia, o anseio e a paixão aflorados na criação de algo que, até então, era impensável. Para a investigação em si, o jogo permitiu a percepção de duas esferas que extrapolam: a incorporação de um novo recurso e, obviamente, nunca apresentado aos estudantes, aliado à placa BBC Micro:bit, bem como o direcionamento de utilização da placa BBC Micro:bit para além do ambiente de programação, visando à função de controle remoto.

É importante destacar que tal projeto supera as fronteiras da disciplina de matemática, haja vista, que também houve o processo de aprendizagem da lógica de programação. Desta forma, percebe-se o alinhamento sugerido pela Educação Profissional Tecnológica (EPT), já que houve a integralização entre a disciplina propedêutica de matemática e a disciplina técnica de lógica de programação.

- **Aula 8: A aplicação do jogo “Potência Card”**

A aplicação do jogo “Potência Card” (Figura 23) aconteceu no dia 20 de junho de 2022, tratando-se de uma iniciativa dos estudantes com o intuito de desenvolver ações lúdicas que servissem de instrumento colaborativo na absorção de conteúdos de baixa aprendizagem, como é o caso do: “Efetuar cálculos, corretos e justificados, com potências”.

Figura 23 - Protótipo inicial do jogo Potência Card



Fonte: Arquivo do autor (2023).

O jogo tinha como objetivo inicial, compreender as sete propriedades básicas da potenciação. Para o alcance de tal objetivo, um grupo de estudantes decidiu criar sete fases para o jogo; cada fase correspondendo, exatamente, a cada uma das propriedades. O momento da aula foi utilizado para a validação do jogo, momento no qual puderam ser percebidos pontos a serem melhorados. A utilização do jogo evidenciou duas situações interessantes: a primeira, relacionada com a própria configuração do jogo, deixando claro que os estudantes sempre encontravam dificuldades em duas fases específicas, etapas estas concernentes às seguintes propriedades: potência com expoente negativo e com expoente fracionário.

Diante desse quadro, emergiram nos estudantes os seguintes questionamentos: Como atingir avanços a partir dos erros detectados? Qual o suporte ofertado pelo jogo para obter progresso? A partir de então, foram criadas medidas de otimização do jogo, buscando torná-lo um aparato de melhor aplicabilidade para chegar aos resultados pretendidos. Tais aspectos de melhorias serão apresentados na próxima seção, onde se abordarão os projetos que frutificaram no momento da implementação das aulas de robótica.

O outro aspecto diagnosticado está ligado às propriedades que apresentaram maior índice de erros. Diferentemente do apontado pelo relatório de avaliação diagnóstica, a grande restrição enfrentada pelos estudantes não foi a potenciação em si, ou seja, não estava em uma perspectiva macro. Pôde-se perceber, que, apenas 2 estudantes, representando 6%, alcançaram a finalização do jogo, enquanto os demais, cerca de 94%, estavam estagnados em duas fases do jogo, correspondendo aos assuntos supracitados. Este mecanismo foi importante porque revelou uma visão micro sobre as dificuldades do conteúdo. Tal fato significou a percepção de que, se tratando de expoente negativo, os estudantes sentiram dificuldade na inversão do numerador

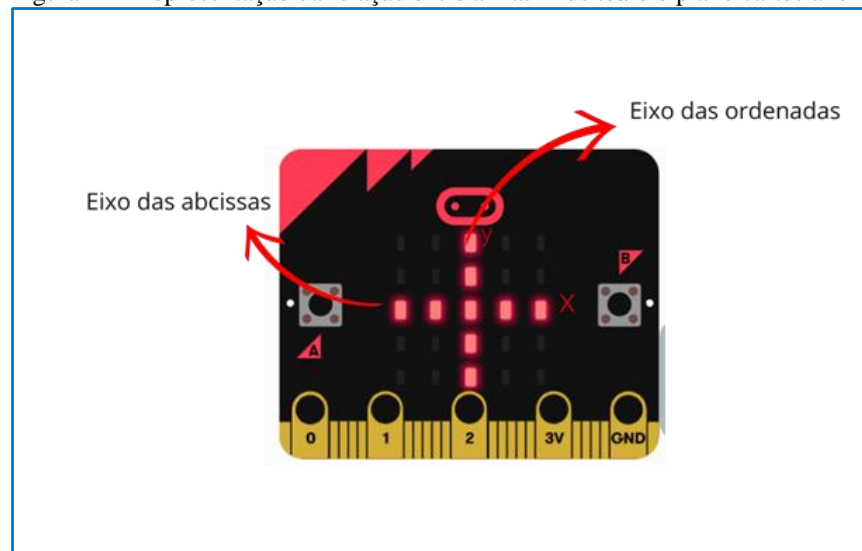
com o denominador, enquanto no expoente fracionário a dificuldade ocorreu no momento de transformar a potência em uma radiciação. As constatações mencionadas levaram o professor a desenvolver seu trabalho de acordo com as necessidades micro diagnosticadas pelo jogo, tornando desnecessária a ministração de todas as propriedades de potenciação, oportunizando celeridade aos processos educacionais de ensino.

- **Aula 9: Encontre os pontos no plano cartesiano**

A aula 9 ocorreu no dia 8 de agosto de 2022. Contou com algo interessante: seria o primeiro momento após o retorno do período de férias escolares. A ocasião foi uma espécie de “termômetro”, pois os estudantes passaram 30 dias longe do projeto, sendo possível observar a consolidação dos conteúdos associados aos fundamentos da robótica educacional.

A proposta dessa aula foi recuperar com os estudantes o conteúdo: “Relacionar retas no plano ao lugar geométrico, de soluções de uma equação linear”. Para tanto, o professor solicitou aos estudantes que adotassem a matriz de *led* como plano cartesiano. A Figura 24 exemplifica como sucederam as relações entre o sistema matricial de *leds* e o plano cartesiano.

Figura 24 - Representação da relação entre a matriz de *led* e o plano cartesiano

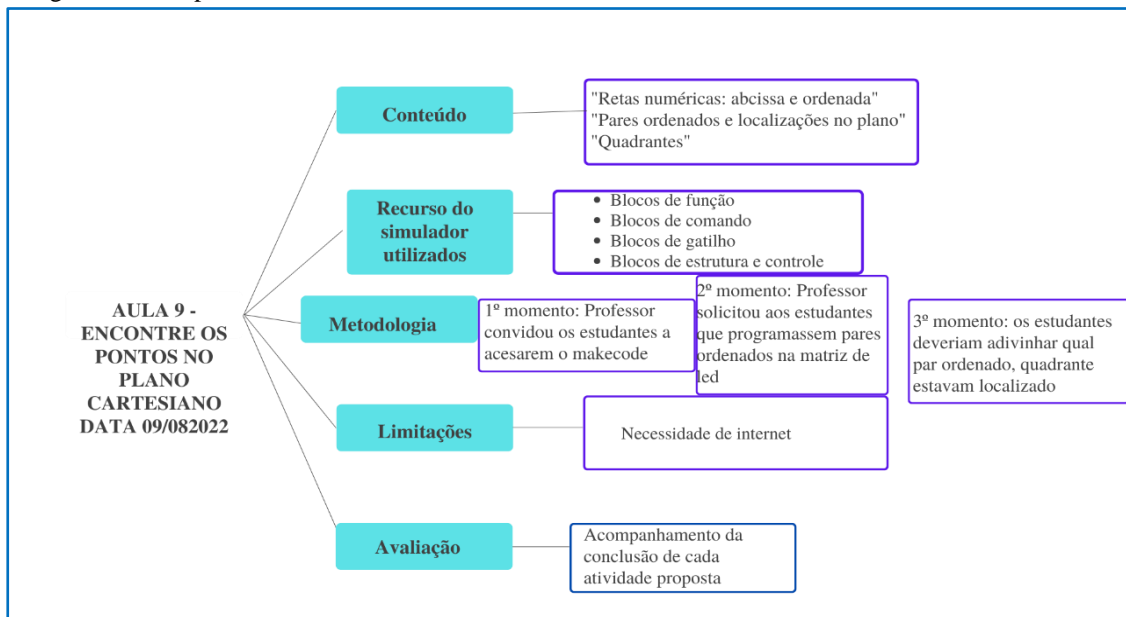


Fonte: Elaboração do autor (2023).

A aula permitiu a discussão das retas numéricas a partir dos conceitos de abscissas e ordenadas. Foram debatidos também outros temas matemáticos, como pares ordenados e quadrantes, números reais equidistantes e ponto central. Os conceitos foram desenvolvidos levando em consideração a necessidade de os estudantes definirem cinco pares ordenados,

sendo desafio para os colegas; estes, por sua vez, deveriam fazer suas representações na matriz de *led*. Pôde-se perceber que os estudantes não tiveram grandes dificuldades, e com sua completa efetivação na atividade proposta, os conteúdos estavam consolidados, mesmo após o período de férias. O Diagrama 8 representa os principais aspectos abordados na aula.

Diagrama 8 - Mapa conceitual: aula 9



Fonte: Elaboração do autor (2023).

• Aulas 10 e 11

As aulas 10 e 11 aconteceram nos dias 16 e 23 de agosto de 2022. Foram planejadas e executadas a partir de sugestões dos estudantes, quando eles perceberam que diante dos pares ordenados, seria possível criar figuras geométricas, de modo que nasceu a seguinte proposição de atividade: organização da turma em duplas e estas deveriam criar cinco figuras geométricas orientadas de acordo com os pares ordenados propostos conforme é possível verificar na Figura 25.

Figura 25 – Figuras geométricas de acordo com os pares ordenados

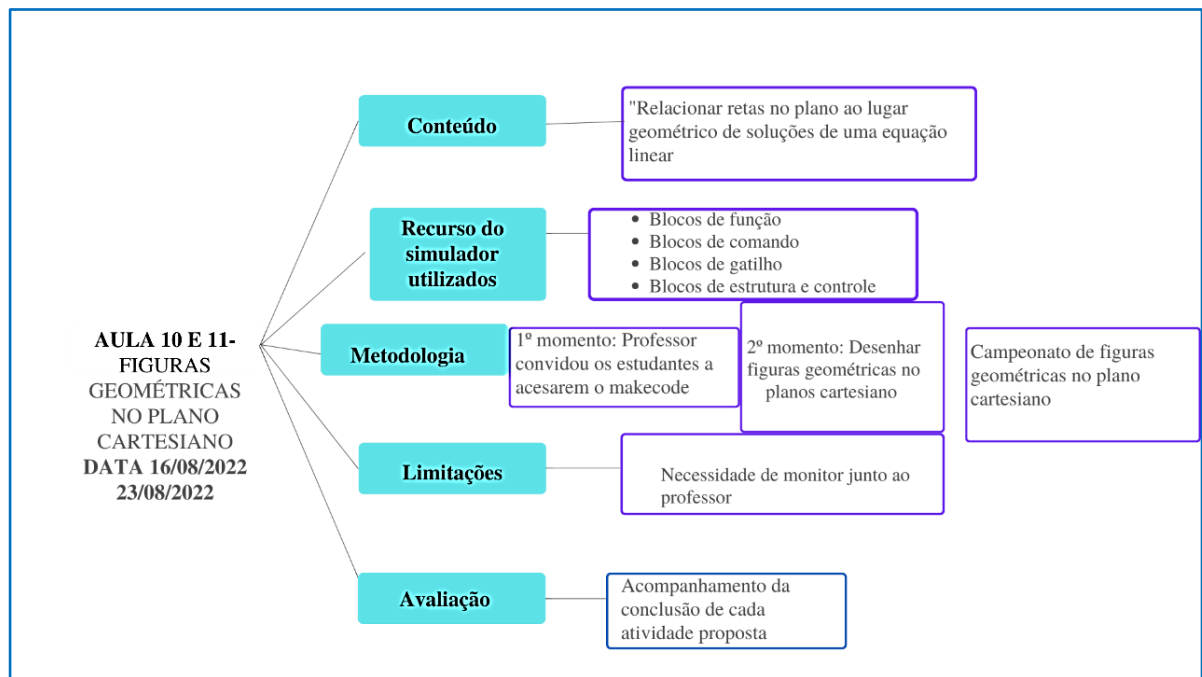


Fonte: Elaboração do autor (2023).

Uma vez criado o passo a passo dos pares ordenados, o professor teria um catálogo das figuras geométricas propostas pelos estudantes. Diante da pronta aceitação da proposta pelo professor, esta se configurou como a aula 10, realizada no dia 16 de agosto de 2022.

O formato de campeonato estimulou o engajamento de todos os estudantes, de modo que eles também solicitaram ao professor a adoção da metodologia em questão para a aula 11, de sorte que o professor apresentou no projetor, um grupo de pares ordenados que formavam uma figura geométrica. A partir da explanação do docente, os estudantes utilizaram o ambiente de programação da placa BBC Micro:bit para a construção das figuras geométricas, ao passo que respondiam ao docente sobre quais as figuras geométricas que correspondiam aos pares ordenados. Ao longo de cada etapa, as equipes acumulavam pontos correspondentes aos seus índices de acertos, até a equipe vencedora alcançar o maior número de acertos. O Diagrama 9 apresenta os principais aspectos metodológicos abordados na aula.

Diagrama 9 - Mapa conceitual – aulas 10 e 11



Fonte: Elaboração do autor (2023).

O professor pesquisador foi convidado pela gestão escolar a alterar a condução do projeto, estabelecendo um novo foco: desenvolver com os estudantes projetos ligados às quatro áreas do conhecimento propostas pela BNCC: Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, nas quais contribuíssem de alguma maneira para a formação profissional dos estudantes, cumprindo, assim, o itinerário formativo que estabelece a formação técnica e profissional. O acompanhamento dos projetos evidenciou o evento denominado de Feira de Ciências, Tecnologia e Cultura. Na seção a seguir, terá uma apresentação de como foi o acompanhamento dos projetos, também quais foram os resultados obtidos por meio deles.

5.2 Os projetos desenvolvidos

Esta seção tem o objetivo de apresentar o cronograma de acompanhamento dos projetos, a organização de formação dos grupos e das suas respectivas áreas de interesse, de forma que também será apresentada a justificativa que fomentou o interesse pelos projetos, por parte dos estudantes, e como a interdisciplinaridade influenciou a compreensão dos conceitos matemáticos requeridos para a fundamentação daqueles projetos e dos conceitos acadêmicos.

A proposta de construção dos projetos foi idealizada pela gestão escolar, perseguindo a ideia de dividir os estudantes em equipes que contemplassem todas as áreas do

conhecimento. Porém, a proposta acarretou um fenômeno: os estudantes não foram receptivos à transformação das aulas de robótica em projetos, e com isso emergiu a ideia: Por que não adaptar o uso da robótica educacional a cada um dos projetos desenvolvidos, atribuindo um *layout* inovador e dinâmico à proposta do evento? A seguir serão descritos a formação dos grupos, o cronograma de ações e o acompanhamento dos projetos.

5.2.1 O desenvolvimento dos projetos

A proposta de criação dos projetos aconteceu por meio da divisão de grupos que se baseavam nas áreas de conhecimentos contempladas pela BNCC. Foram criados cinco grupos de sete alunos, sendo quatro estudantes não inseridos nesses grupos, pois foram direcionados à organização do evento. A Figura 26 traz o layout do evento proposto pela Secretaria da Educação do Ceará. Vale ressaltar que a proposta da feira escolar seguia os moldes desenvolvidos pela feira estadual, o Ceará Científico, concentrando os trabalhos em áreas de conhecimento, de modo a proporcionar a interdisciplinaridade em um objetivo maior.

Figura 26 - Layout do Ceará Científico



Fonte: SEDUC (2022).

Conforme é possível observar no Quadro 3, foi elaborado um cronograma em parceria com a gestão escolar e o grupo de professores, tendo o acompanhamento dos projetos iniciado em 19 de setembro de 2022, findando em 24 de outubro de 2022. Considerando a

relevância dos projetos desenvolvidos, houve a definição de que se tomariam os projetos como referência para lançar as notas do 4º bimestre de 2022. É fundamental afirmar a potente parceria estabelecida entre os professores das áreas específicas e o docente do projeto de robótica, considerando que era de suma importância o acompanhamento por ambas as partes, devido à detenção dos conhecimentos inerentes às suas disciplinas, enquanto o professor de robótica assistia concedendo o suporte tecnológico. O Quadro 3 elenca todos os encontros de acompanhamento dos projetos desenvolvidos.

Quadro 3 – Acompanhamento dos projetos

Cronograma de Acompanhamento dos Projetos			
Data	Acompanhamentos	Tema Abordado	Orientadores
19/09/22	Acompanhamento 1	Escolha do assunto de acordo com a área e delimitação do tema.	Professor do projeto (investigador).
26/09/22	Acompanhamento 2	Apresentação da revisão de literatura e justificativa do projeto.	Professor da área específica.
03/10/22	Acompanhamento 3	Formulação da metodologia com ênfase na coleta de dados e análise dos dados.	Professor do projeto (investigador).
10/10/22	Acompanhamento 4	Apresentação dos resultados e discussão.	Professor da área específica.
17/10/22	Acompanhamento 5	Apresentação dos resultados e discussão.	Professor da área específica.
24/10/22	Acompanhamento 6	Apresentação do pré-projeto.	Professores do projeto (investigador) e da área específica.

Fonte: Elaboração do autor (2023).

A seguir, serão apresentados os projetos de acordo com as suas áreas de conhecimento, bem como os conceitos matemáticos imersos na construção dessa relação interdisciplinar.

- **Matemática e suas tecnologias: o Potência Cards**

Para a área de Matemática e suas Tecnologias, o projeto do jogo “Potência Cards” surgiu antes mesmo da sugestão de criação dos projetos por parte da gestão escolar. A ideia do jogo foi, antes de tudo, uma iniciativa dos próprios estudantes para recuperar conteúdos de baixa aprendizagem, como já explanado anteriormente.

O jogo “Potência Cards” tem como um dos seus principais objetivos, ensinar de forma lúdica os alunos do Ensino Médio a realizarem operações com potência; nele existe a simulação do seguinte cenário: o aluno irá deslocar-se da escola à sua casa, e terá que enfrentar

desafios ao longo do percurso, superando níveis, sendo cada um destes a representação de uma propriedade de potenciação. A Figura 27 representa a interface inicial do jogo.

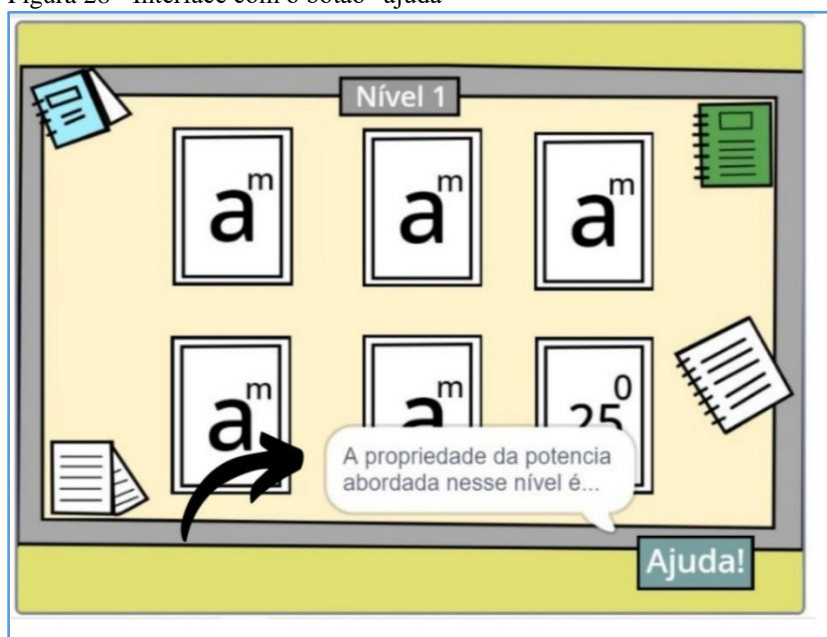
Figura 27 – Interface inicial do jogo Potência Cards



Fonte: Elaboração do autor e dos estudantes (2023).

Apesar da elaboração do projeto do jogo ter ocorrido anteriormente, foi coerente inseri-lo na proposta lançada pela gestão, já que havia aspectos a serem aperfeiçoados no jogo, como a necessidade de recursos que auxiliassem os estudantes a superarem o nível de cada desafio. Para isto, foi criado um botão denominado “ajuda”, conforme a Figura 28 mostra.

Figura 28 - Interface com o botão “ajuda”



Fonte: Elaboração do autor e dos estudantes (2023).

Ao longo do acompanhamento dos projetos, o grupo criador percebeu que a utilização de PDFs correspondentes à propriedade do nível, poderia funcionar como mecanismo auxiliador na construção do conhecimento. Porém, mesmo com essas inserções, os estudantes continuavam a apresentar dificuldades. Assim, surgiu uma questão: como sanar essas dúvidas e concomitantemente avançar? Foi exatamente no ponto supramencionado que se teve a ideia de implementar vídeos que ajudariam os estudantes.

A seguir, apresentaremos o projeto Bússola BBC Micro:bit, pertencente à área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas.

- **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas: bússola BBC Micro:bit**

Para a área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, a proposta foi o desenvolvimento de uma bússula que exerceria funções para além das geográficas, abrangendo tudo o que se refere ao ensino de programação, relacionando os pontos cardeais, colaterais e subcolaterais aos seus respectivos ângulos. A plataforma *Makecod* foi utilizada para a produção da bússula, fazendo uso, inicialmente, da programação em bloco, e assim, montar a base da programação. Contudo, os estudantes decidiram elaborar outras funções para o objeto, como o contador de passos e *leds*. Para o alcance das novas variáveis, foram utilizadas as linguagens de programações *Python* e *JavaScript*, uma vez que, em alguns casos, a compreensão do exposto seria facilitada. A Figura 29 apresenta a proposta da bússula fixa.

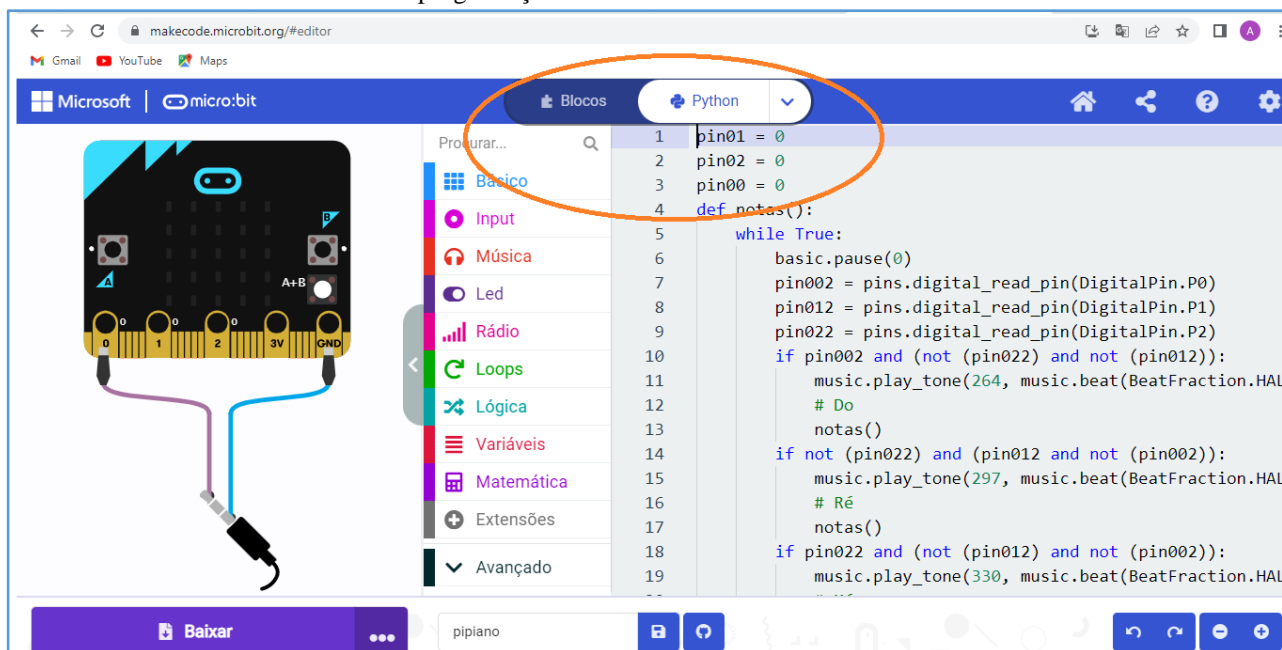
Figura 29 - Bússola BBC Micro:bit



Fonte: Elaboração do autor em parceria com estudantes (2023).

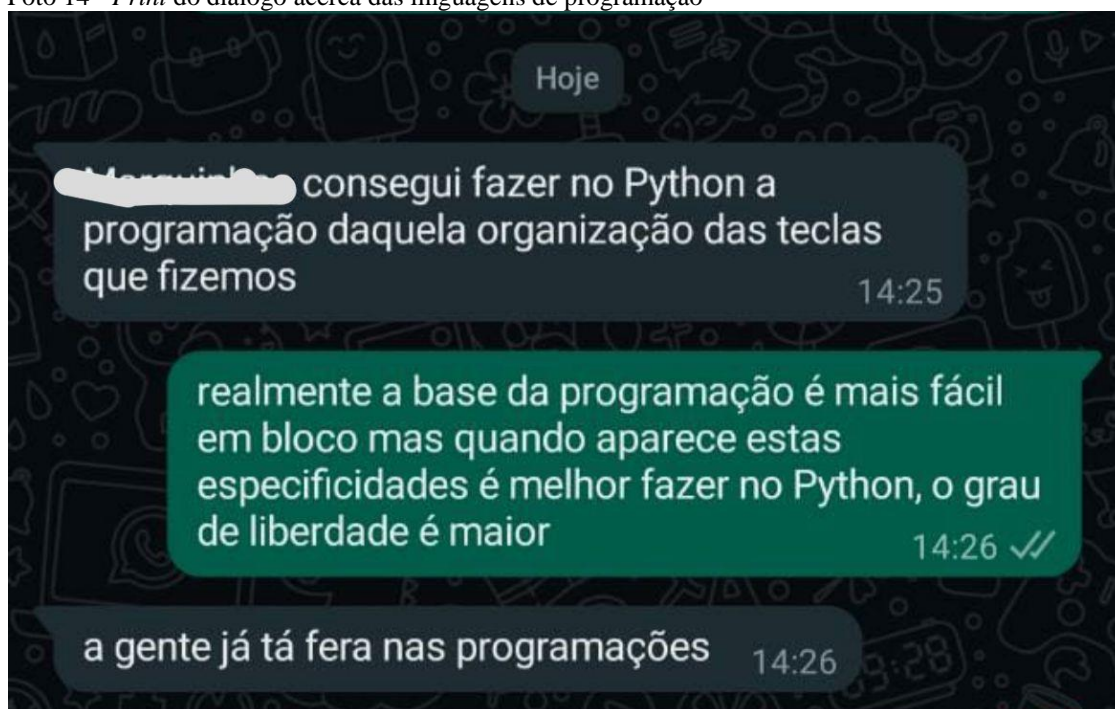
Um aspecto importante na composição deste projeto foi a possibilidade de os estudantes transformarem seus conhecimentos de programação em bloco, na linguagem *Python* e *JavaScript*. Com isso, percebeu-se que determinadas funções das quais os estudantes tinham interesse em adicionar, eram, até então, inviáveis ou imperceptíveis aos seus olhos, no que tange à programação em bloco. A condição apresentada partiu da geração de uma situação-problema que fomentou o surgimento de uma resolução e, conseqüentemente, a consolidação do processo de aprendizagem. A Foto 13 exemplifica o processo de conversão de uma programação em outra, disponibilizada pela placa BBC Micro:bit.

Foto 13 - Ambiente de conversão das programações



Fonte: Elaboração do autor em parceria com os estudantes (2023).

A situação episódica relatada possibilitou a percepção de que o ambiente de programação *Makecod* da BBC Micro:bit desponta como um recurso imprescindível, que permite a utilização metodológica da aprendizagem baseada em problemas para o ensino de programação. Assim, torna-se interessante ver o que aconteceu durante um diálogo entre estudantes, conversa esta presente no *print* retirado do *WhatsApp*, exposto na Foto 14.

Foto 14 - *Print* do diálogo acerca das linguagens de programação

Fonte: Registro do autor (2023).

Esse diálogo retratou uma das realidades vivenciadas nos projetos atuais. É possível perceber que o ambiente de programação permitiu aos estudantes o alicerce da programação. Contudo, quando surgiu a necessidade de criação de variáveis, os estudantes relataram mais facilidade de programação com a linguagem *Python*.

Em seguida, apresentaremos o projeto etilômetro BBC Micro:bit, pertencente à área de Ciências da Natureza e suas tecnologias.

- **Ciências da Natureza e suas tecnologias: etilômetro BBC Micro:bit**

A proposta definida pelos estudantes do grupo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias tinha como base a formulação de um etilômetro, mais conhecido como bafômetro, dispositivo este, capaz de auferir a concentração de bebida alcoólica no sangue (alcoolemia). Para isto, o grupo se baseou na Lei nº 11.705, de 19 de junho de 2008 (Lei Seca). A Figura 30, retratada a seguir, traz o *layout* de apresentação do projeto.

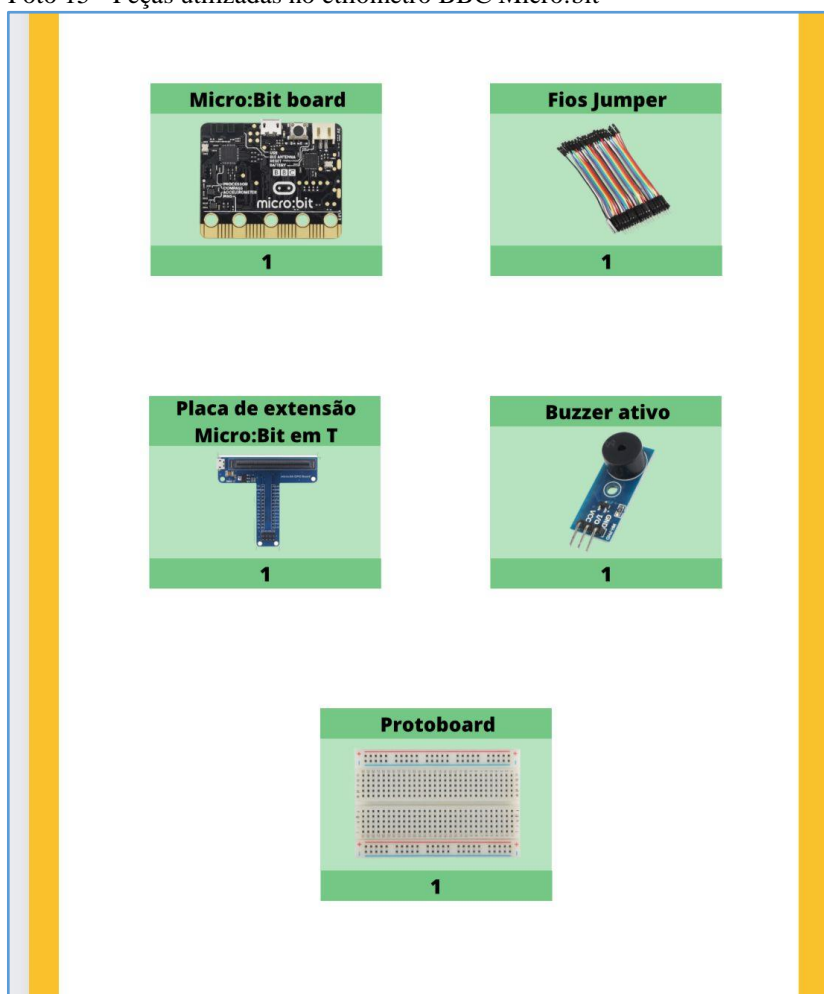
Figura 30 - Etilômetro BBC Micro:bit



Fonte: Elaboração do autor e dos estudantes (2023).

Para a formulação do protótipo, utilizou-se uma placa BBC Micro:bit, uma placa de extensão BBC Micro:bit em “T”, uma placa *protoboard*, um *buzzer* ativo, fios *jumps*, MQ-3 e papelão. Quanto à programação, o grupo realizou uma pesquisa baseada nos parâmetros normativos estabelecidos pela lei. A base da programação do etilômetro aconteceu por meio da programação em blocos, porém, em consonância ao ocorrido nos demais grupos, a criação de variáveis ocorreu por meio da programação *Python*. A Foto 15, a seguir, representa as peças utilizadas na formulação do protótipo.

Foto 15 - Peças utilizadas no etilômetro BBC Micro:bit



Fonte: Registros do autor (2023).

O projeto permitiu a completude de uma proposta interdisciplinar, apesar de, inicialmente, estar categorizado na área de Ciências da Natureza. Todavia, a condução da aprendizagem baseada em problemas ramificou a ideia para outras áreas do conhecimento. O embasamento teórico do projeto exigiu dos estudantes a interpretação de gráficos relacionados a acidentes de trânsito vinculados ao uso de bebida alcoólica, fato que já atrela as Ciências da Natureza à matemática. Para além, houve o entendimento, por parte dos estudantes, quanto ao processo de transformação do vapor alcoólico em ácido acético e hidrogênio, de sorte que se notou a apropriação de conhecimentos quanto às funções orgânicas e transformações químicas envolvidas no processo. No entanto, a revelação mais inesperada decorreu do estreitamento com a área de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, quando o professor de língua portuguesa propôs aos estudantes, o seguinte tema de redação: “Efeitos da implementação da Lei Seca no Brasil”.

Diante da integração do projeto às áreas do conhecimento, os estudantes relataram que a organização das suas estruturas de redação, os repertórios e argumentos, intervenções e detalhamentos, foram, positivamente, impactados e facilitados pelo arcabouço teórico, dados e informações adquiridos por meio dos estudos desenvolvidos a partir do projeto, nas áreas de conhecimentos por eles alcançadas. O relato de um dos estudantes participantes do projeto comprova as afirmações:

Fêssor, cê acredita que caiu a lei seca no simulado de redação? Eu sabia dizer tanta coisa: sabia o número da lei, sabia o limite de tolerância de álcool permitido, o valor da multa, os parâmetros de concentração do álcool no sangue, e seus efeitos, sabia também os dados de óbitos e sabia até como fazia e funcionava o etilômetro. Terminei até brincando com o professor Ivan: “Se o senhor quiser, eu faço é o etilômetro pra cê vê e apresento pra todo mundo os argumentos da minha redação.

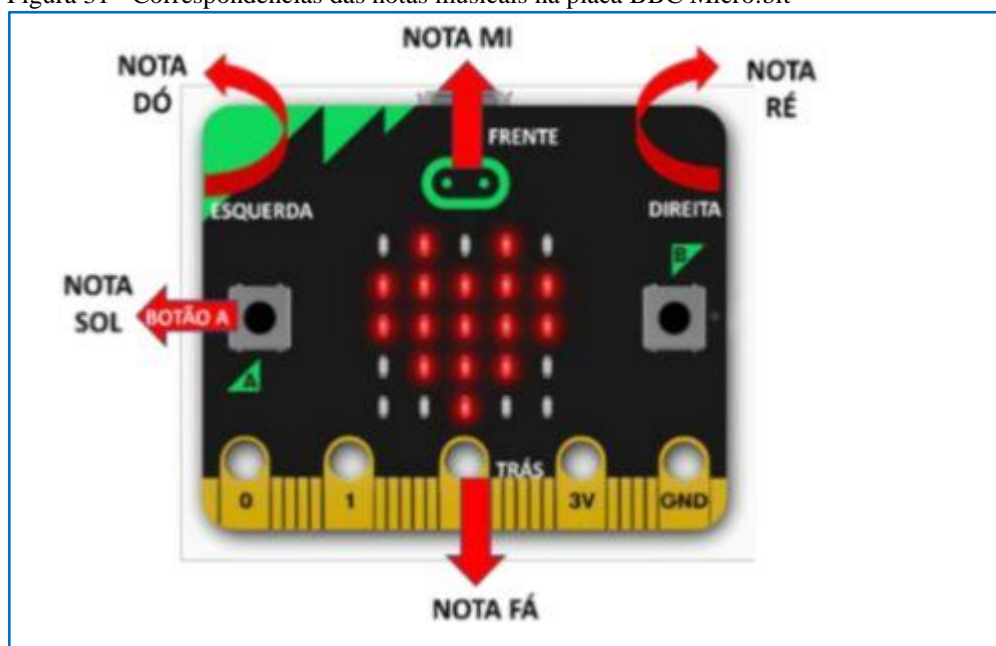
A fala apresentada acima efetiva a contemplação atingida pelo projeto nos processos de ensino e aprendizagem, e suas repercussões no cotidiano dos estudantes, uma vez que é nítida a ressignificação do sentido dos conteúdos para a vida destes alunos, que passam a usufruir, na prática, dos saberes adquiridos, de forma interdisciplinar e contextualizada.

Por fim, apresenta-se a seguir o projeto Piano BBC Micro:bit, pertencente à área de conhecimento de Linguagens e Códigos e suas tecnologias. O projeto combina música e programação, proporcionando uma experiência interativa e educativa.

- **Linguagens e códigos e suas tecnologias: Piano BBC Micro:bit**

Este projeto também teve início antes mesmo da Feira de Ciências, Tecnologia e Cultura, quando se propôs a um grupo de estudantes, o desenvolvimento de uma metodologia através de placas BBC Micro:bits e que estas permitissem aos estudantes de uma escola do Ensino Fundamental de Maracanaú-CE, em seus anos iniciais, a apropriação da linguagem musical. Tal desafio teve por princípio a utilização da conexão da BBC Micro:bit com a Plataforma *Scratch*, instalada em um *notebook*. A programação aconteceu no *Scratch* e as notas musicais do Dó ao Sol correspondiam aos movimentos da placa, como exemplos: esquerda, direita, frente, atrás, e o clicar no botão “A”. A associação entre as notas e os movimentos pode ser percebida na Figura 31.

Figura 31 - Correspondências das notas musicais na placa BBC Micro:bit

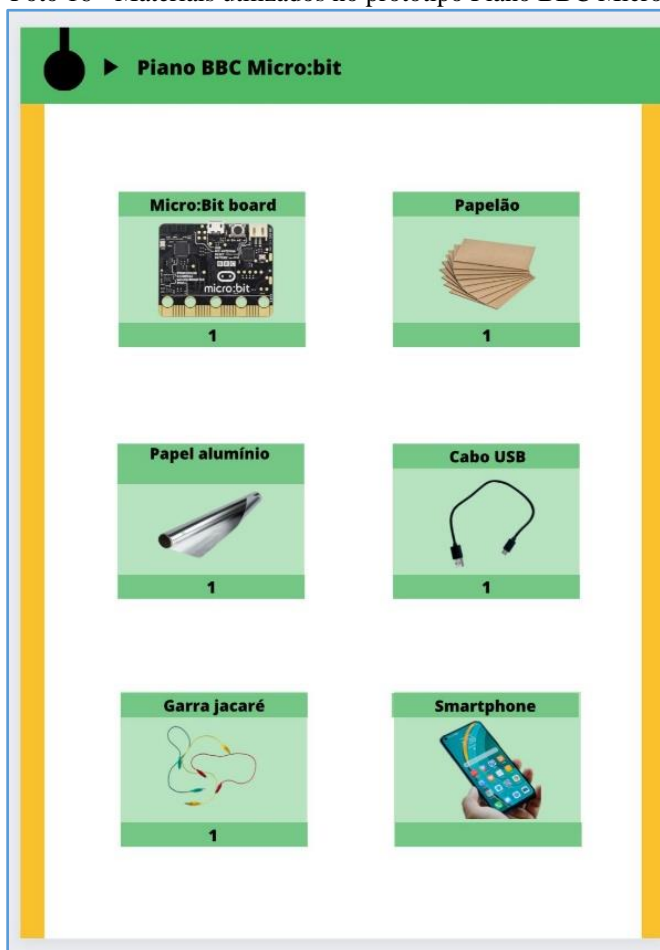


Fonte: Carvalho et al (2022).

Tal metodologia teve como resultado a produção de um trabalho que foi apresentado no Congresso CIET: EnPET 2022, realizado na cidade de São Paulo, cujo título do artigo foi: “BBC Micro:bit, laptops e tablets: uma proposta metodológica híbrida para o ensino da linguagem musical nos anos iniciais do Ensino Fundamental”. O trabalho gerou uma inquietude quanto ao desenvolvimento do protótipo físico de um piano; o propósito da publicação foi transformar os movimentos correspondentes às notas musicais da placa em teclas físicas de piano. Dessa fusão de ideias surgiu o Piano BBC Micro:bit.

O plano de criação do piano teve como proposta o desenvolvimento de um produto a baixo custo que pudesse ser aplicado e replicado em cenários e condições semelhantes. Assim, utilizou-se de uma placa BBC Micro:bit, uma placa *Protoboard*, papelão, papel alumínio, cabo usb, garras jacaré e um *smartphone*. A Foto 16, apresenta os materiais utilizados na construção do protótipo.

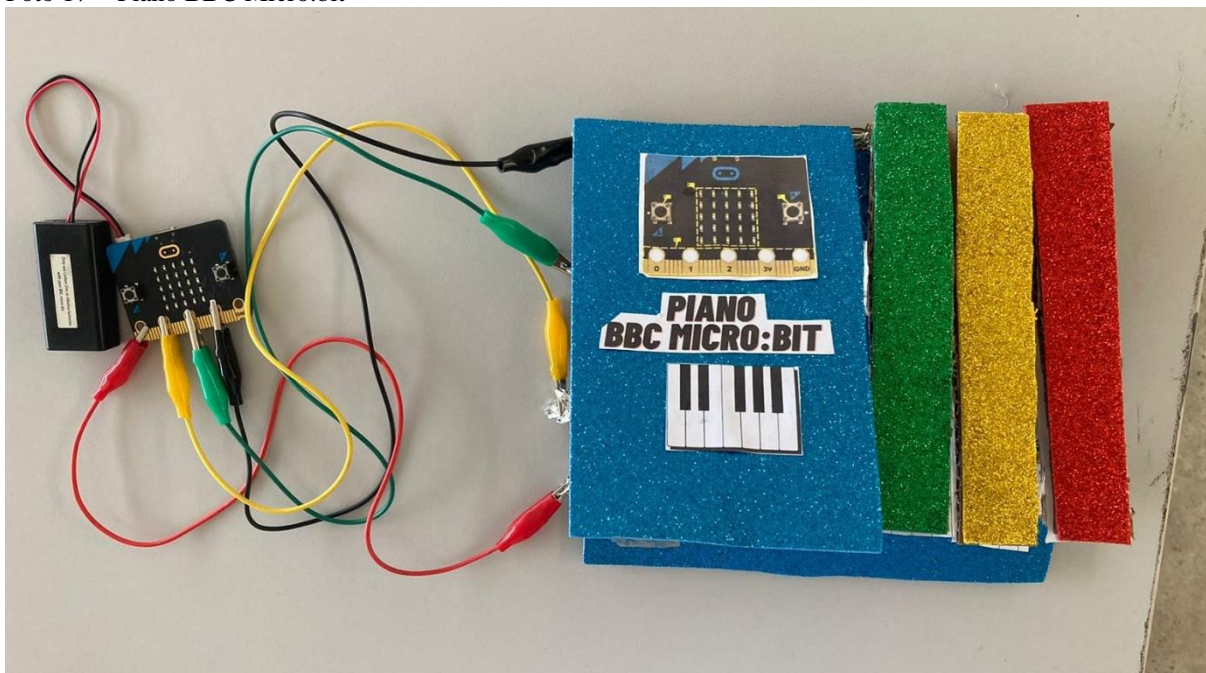
Foto 16 - Materiais utilizados no protótipo Piano BBC Micro:bit



Fonte: Elaboração do autor em parceria com os estudantes (2023).

O projeto Piano BBC Micro:bit enquadrava-se à área de conhecimento de Linguagens e Códigos e suas Tecnologias. No entanto, algo improvável aconteceu no projeto: a dita “quebra” de enquadre. Com ela foi notada a forma pela qual ocorreu a construção de conceitos matemáticos na resolução dos problemas enfrentados pelo grupo, durante a criação do protótipo (Foto 17). A quebra de enquadre propiciou a construção do *telling case* desta pesquisa, que será apresentado mais adiante; trata-se de um exemplo em que a fuga de obviedades revela pontos ricos, âncoras ao entendimento de como os sujeitos, localizados em determinados tempo e espaço, resolvem seus conflitos, edificando suas perspectivas êmicas, na elaboração dos seus conhecimentos matemáticos, por meio da robótica educacional, alicerçada pelas placas BBC Micro:bits e a inserção da resolução de problemas como parte fundamental.

Foto 17 - Piano BBC Micro:bit



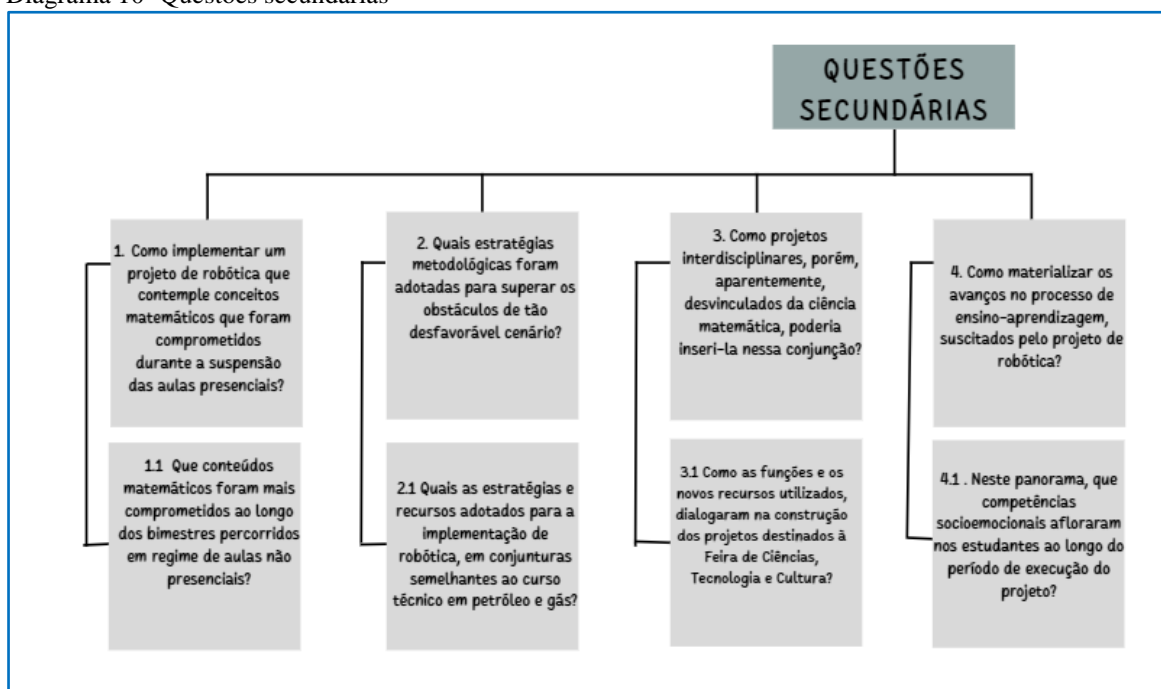
Fonte: Registro do autor (2023).

Feita a descrição das aulas e dos projetos que foram desenvolvidos a partir do projeto de robótica na escola, a próxima seção tem como objetivo realizar a análise dos resultados desta pesquisa, por meio de um ponto de vista interno dos participantes (perspectiva êmica).

5.3 Análise detalhada a partir do *telling case*

A análise que aqui se propõe parte da questão geral: Como a robótica educacional, mediante o uso de placas BBC Micro:bits, alicerçada na aprendizagem baseada em problemas/projetos, pode favorecer a compreensão de conceitos matemáticos por estudantes do 1º ano do Ensino Médio? Em consonância com a etnografia interacional, visando estabelecer os limites de análise presentes em casos expressivos (*telling cases*), “questões secundárias foram geradas e identificadas, através do tempo e eventos, em resposta à coleta de dados e a análise conduzida em diferentes pontos da pesquisa”, tomando por fundamentação uma perspectiva êmica (GREEN et al., 2005, p. 32), como exposto no Diagrama 10.

Diagrama 10- Questões secundárias



Fonte: Elaboração do autor (2023).

a) Como implementar um projeto de robótica que contemple conceitos matemáticos que foram comprometidos durante a suspensão das aulas presenciais?

Conforme dito, anteriormente, a escola não possuía laboratório de robótica, aspecto que fomentou o autor desta dissertação, como pesquisador participante, buscar na literatura estratégias de baixo custo e de fácil aplicabilidade às realidades dos sujeitos. Na consideração de trabalhos que viessem contribuir com dois pontos essenciais: o baixo custo das peças, pois a escola não possuía recursos financeiros para investir em materiais de valor elevado, e uma ferramenta que servisse de instrumento introdutório da robótica no universo dos estudantes. Dentre as leituras de artigos, estão: Jesus (2022); Silva (2022); Zilio (2020) e Biagas et al. (2021).

A partir da leitura desses artigos, o autor da presente dissertação teve contato com a placa BBC Micro:bit e a plataforma *Makecode*. A plataforma tinha como carros-chefe de sua apresentação, a acessibilidade econômica e a aceitação por parte do seu público (crianças no Reino Unido). Àquela época, a grande receptividade da placa BBC Micro:bit se dava por ter um valor bastante praticável, considerando as condições restritas dos consumidores, além de ser de fácil manuseio por parte das crianças, fato confirmado por um estudo realizado pela BBC, em julho de 2017, revelando que 90% das crianças entre 11 e 12 anos, atestavam olhar para a robótica com menos dificuldade, a partir do uso da placa; ainda de acordo com o estudo,

88% sustentavam o discurso de que a placa reduzia consideravelmente as dificuldades de codificar (programar) (SENTANCE, 2017).

Uma vez apontados os benefícios das placas, surgiu o questionamento de como estas contribuíam para o processo de aprendizagem, no ensino de matemática. Para o aprofundamento da investigação, realizou-se uma revisão sistemática integrativa, que resultou no capítulo denominado: Estudos da utilização de placas BBC Micro:bits para o ensino de matemática. A partir da relação de trabalhos, foi possível mapear os países nos quais aqueles estudos aconteciam, bem como identificar os recursos metodológicos utilizados, os conteúdos matemáticos que foram adordados e descobrir quais os benefícios desse tipo de placa trazidos aos processos de ensino e aprendizagem.

b) Que conteúdos matemáticos foram mais comprometidos ao longo dos bimestres percorridos em regime de aulas não presenciais?

A Superintendência das Escolas Estaduais de Fortaleza (SEFOR 2), da qual a escola deste estudo é pertencente, observou que apenas 7,8% dos alunos estavam em níveis adequados de compreensão da disciplina de matemática. O referido dado fortalece a ideia da necessidade de se dinamizar o ensino de matemática, levando em consideração a superação das dificuldades de aprendizagem pelos estudantes e um preparo mais adequado para o ingresso no mercado de trabalho.

A escola-alvo do presente estudo somou uma parcela de 29,8% dos alunos em nível adequado de aprendizado na disciplina de matemática, índice bastante superior, quando comparado aos índices do Ceará e da SEFOR 2. Não obstante, se for considerado o quantitativo de alunos da escola, este resultado representa uma parcela pouco significativa. O desafio de avançar nos processos de ensino e aprendizagem da disciplina de matemática é grande, sendo tal diagnóstico um passo importante para uma tomada de decisão que permita a reversão do quadro supracitado.

Em sabatina ao núcleo gestor, do qual fazem parte a diretora e os coordenadores pedagógicos, bem como ao corpo acadêmico, composto de 17 professores das mais diversas áreas do conhecimento, percebeu-se que a disciplina de matemática é a mais crítica dentro da escola em termos de êxito no aprendizado; os alunos apresentam as menores médias escolares e os maiores índices de reprovação, o que justifica a escolha dessa área de conhecimento para o desenvolvimento do presente projeto de pesquisa.

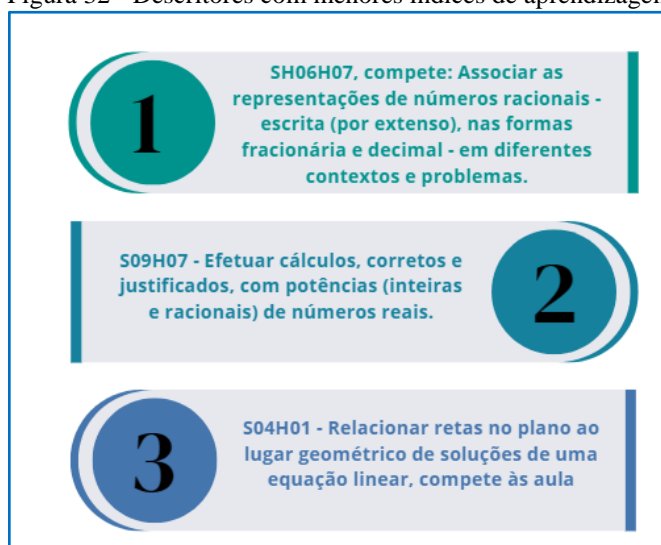
Outro aspecto comumente relatado pelos professores é a fragilidade quanto aos conhecimentos de matemática entre os estudantes que chegam à escola (primeiro ano do Ensino Médio). A instituição possui três professores de matemática, segundo os quais, muitos dos alunos ingressantes não conseguem dominar sequer as operações básicas, tais como: adição, subtração, multiplicação e divisão, o que consiste em um obstáculo para o avanço nos estudos durante o Ensino Médio. Os docentes relatam ainda que tal deficiência reverbera em outras disciplinas, como a física, a química, a biologia, a geografia e, principalmente, as disciplinas da base de formação profissional (eixo industrial), que requerem a matemática como pré-requisito.

O relatório geral disponibiliza o percentual de acertos de todos os itens dispostos para avaliação, bem como a quantidade de alunos ausentes durante o processo de aplicação da avaliação diagnóstica, sendo realizado pelo Sistema Online de Avaliação, Suporte e Acompanhamento Educacional (SISEDU).

Foi possível diagnosticar que a maior parte dos estudantes se encontrava em níveis críticos de percentual de acerto em matemática, com 36,7%, que seria nível ótimo de aprendizagem, concentrando apenas 16,67%. Tais dados reforçam a necessidade de intervenções pedagógicas que possam contribuir para o desenvolvimento do ensino de matemática desses estudantes. Através deste diagnóstico de criticidade, também viabilizou-se a revelação dos descritores de maior dificuldade, o que fomentou as ações de intervenção metodológica e pedagógica com relação à disciplina de matemática.

Descritores são conteúdos associados a competências e habilidades desejáveis para cada série e disciplina. Cada um deve descrever a associação entre os conteúdos curriculares e as operações mentais desenvolvidas pelos alunos, servindo de referencial para a construção das diferentes disciplinas (INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, 2019). A Figura 32 demonstra os descritores nos quais os estudantes apresentaram o menor índice de aprendizagem. O relatório apontou que apenas 0,67% dos estudantes (equivalente a 1 aluno) possuía níveis adequados aos descritores correspondentes.

Figura 32 - Descritores com menores índices de aprendizagem



Fonte: Elaboração do autor (2023).

O mapeamento de tais descritores permitiu uma das ações que todo etnógrafo assume: “tomar decisões”. A partir de então, o etnógrafo-pesquisador e o professor da disciplina decidiram planejar as aulas voltadas para a recuperação dos descritores com mais baixos índices.

c) Quais estratégias metodológicas foram adotadas para superar os obstáculos de tão desfavorável cenário?

Na escola, todos os anos, é realizada uma avaliação de desempenho do quadro gestor, docente e funcional; nesta, os alunos são ouvidos e seus relatos analisados, para embasar ações futuras de melhorias na instituição. Um ponto frequentemente relatado pelos estudantes consiste na necessidade de aulas mais dinâmicas, que promovam o ensino de maneira mais lúdica, e os ajude a superar as dificuldades relativas ao seu processo de formação.

Ao fazer a análise dos discursos dos estudantes, é possível perceber, embora de forma subliminar, o anseio pelo uso de metodologias ativas, por parte dos professores. Dentro das metodologias ativas, a metodologia baseada em problemas tem sido defendida como instrumento de aprendizagem, na educação profissional e técnica, sendo apontada como um itinerário a ser percorrido, fato que dialoga com Barbosa e Moura (2013, p. 50): “Espera-se que os egressos da Educação Profissional e Tecnológica (EPT) sejam capazes de transitar com desenvoltura e segurança em um mundo cada vez mais complexo e repleto de tecnologias inovadoras”.

Destarte, a pesquisa propôs aos estudantes a resolução de problemas cotidianos, nas quatro áreas do conhecimento, enunciadas pela BNCC. De sorte que nos projetos criados é possível identificar a busca pela solução de problemas advindos do dia a dia, atendendo à proposição anterior. O quadro 4 explana esta afirmação.

Quadro 4 – Soluções propostas pelos projetos desenvolvidos

Projeto Desenvolvido	Área do Conhecimento	Solução Tecnológica
Potência Cards	Matemática e suas Tecnologias	Desenvolvimento de jogo on-line contributo na aprendizagem de conteúdos de baixo desempenho, por um grupo de estudantes.
Etilômetro	Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Desenvolvimento de ferramentas tecnológicas que contribuam para a conscientização dos estudantes, quanto ao consumo de álcool, manuseio de veículos automotores e às leis de trânsito.
Bússola BBC Micro:bit	Ciências Humanas e suas Tecnologias	Criação de uma ferramenta tecnológica que aproxime os estudantes de práticas interdisciplinares, estreitando os elos entre a geografia, como ciência, e as disciplinas matemática e educação física, por exemplos.
Piano BBC Micro:bit	Linguagens, Códigos e suas Tecnologias	Criação de um dispositivo tecnológico de ensino para crianças, as linguagens, musical e de programação, concomitantemente.

Fonte: Elaboração do autor (2023).

O planejamento, preparo e execução desses projetos ratificam o que é enunciado a respeito da aprendizagem baseada em problemas, voltada para a educação profissional e tecnológica, em concordância com a citação:

[...] ser a ponte que aproxima o ensino da prática empresarial, reduzindo assim o abismo entre a teoria e a prática na sala de aula, pois permite que o aluno, ao trabalhar cooperativamente em pequenos grupos, solucione com o auxílio de tecnologia e recursos de pesquisas problemas reais que emergem da sociedade (ENEMARK; KJAERSDAM, ano apud MARTINS, 2013, p. 23).

A liberdade de desenvolver seus projetos e a forma que lhes fosse mais conveniente geraram nos estudantes diversas possibilidades e estratégias para a sua execução, percebendo-se que alguns utilizaram jogos, construção de protótipos e até mesmo aplicação no próprio campo de estágio, criando um cenário similar ao que irão deparar no mercado de trabalho. A Figura 33 exprime algumas dessas estratégias.

Figura 33 - Estratégias de desenvolvimento dos projetos



Fonte: Elaboração do autor (2023).

Para entender as especificidades de cada grupo envolvido nesta investigação e, conseqüentemente, compreender suas culturas, fez-se necessária a aplicação de uma visão holística sobre os cenários vivenciados. A partir desta necessidade surgiu a próxima pergunta, apresentada a seguir.

d) Analisando de forma holística a rede de educação profissional, quais as estratégias e recursos adotados para a implementação de robótica, em conjunturas semelhantes ao Curso Técnico em Petróleo e Gás?

Considerando o Curso Técnico de Petróleo e Gás, inserido no grupo do eixo de produção industrial, foram considerados cursos semelhantes ao seu objetivo, de produção industrial, sendo estes: Técnico em Química, Técnico em Vestuário, Técnico em Biotecnologia e Técnico em Móveis. Para ter acesso aos profissionais que conduzem tais cursos, foi solicitada a resolução de um questionário, composto pelas quatro perguntas:

1. Que estratégias metodológicas você utiliza na formação profissional dos seus alunos?
2. Você já desenvolveu projetos com viés laboral para os estudantes? Compartilhe sua experiência.
3. Em seu curso, já houve, em algum momento, implementação de processos voltados à robótica educacional?
4. Que ferramenta (s) você utiliza para ensinar robótica aos estudantes?

Após elaboração das perguntas, o instrumental foi enviado aos professores, via grupo de *WhatsApp*. O eixo industrial da educação profissional e tecnológica do Ceará conta com 21 professores, contudo, apenas 14 profissionais responderam ao questionário. Os resultados obtidos apontaram para a utilização de metodologias ativas pelos docentes, sendo o estudo de caso a metodologia mais utilizada. Tal uso, em regra, estava vinculado a uma justificativa: “é a metodologia que mais se adequa à falta de recursos e materiais”. Outro aspecto revelado, e muito importante, foi o fato de apenas 3 professores utilizarem aulas de robótica em suas práticas, e eles faziam uso do conjunto de robótica ensino técnico, modelo ED20, da Astral Científica, conforme identificado na foto 18.

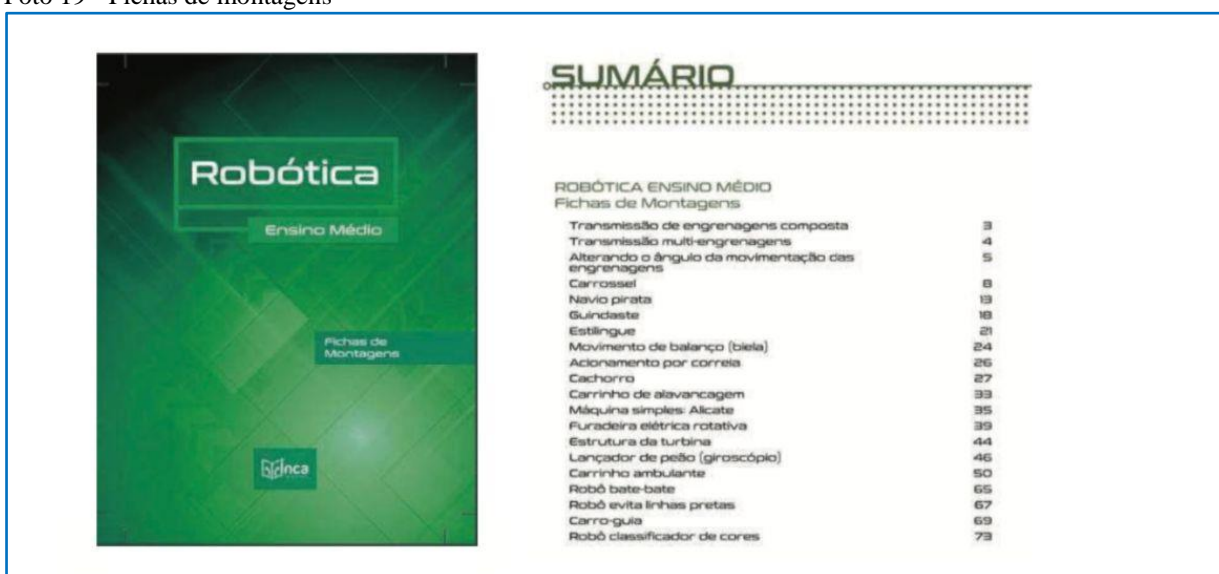
Foto 18 - Conjunto de robótica educacional



Fonte: Cedido pela Seduc (2023).

O material foi direcionado aos cursos do eixo de tecnologia da informação, bem como a formação para a implementação dos *kits*, deixando os demais eixos alheios a quaisquer contatos com tal material e as possibilidades trazidas por meio da sua utilização. Os três professores só tiveram acesso aos *kits*, devido às suas escolas serem contempladas pelos cursos. Sendo assim, os relatos dos docentes remetem a algumas reflexões, tais como: ausência de políticas de implementação de robótica para os cursos do eixo industrial, escassez de formação para professores e modelos engessados das práticas assistidas pelo material disponibilizado. As práticas mencionadas podem ser observadas na Foto 19.

Foto 19 - Fichas de montagens



Fonte: Cedido pela Seduc (2023).

Apesar da nomenclatura “Robótica Ensino Médio”, os professores afirmam não haver conexão do material com as atividades laborais exercidas, futuramente, pelos técnicos em formação nas instituições de ensino profissional e tecnológico. A situação apresentada pelos professores entra em colisão com Kafai e Resnick, quando afirmam:

Construcionismo é ao mesmo tempo uma teoria de aprendizagem e de uma estratégia para a educação. Baseia-se nas teorias “construtivistas” de Jean Piaget, afirmando que o conhecimento não é simplesmente transmitido do professor para o aluno, mas ativamente construído pela mente do aluno. [...] Além disso, o construcionismo sugere que os alunos são particularmente propensos a criar novas ideias quando estão empenhados ativamente em fazer algum tipo de artefato externo, seja ele um robô, um poema, um castelo de areia, ou um programa de computador que podem refletir em cima e compartilhar com os outros. Assim, o construcionismo envolve dois tipos entrelaçados de construção: a construção do conhecimento no contexto da construção de artefatos pessoalmente significativos (KAFAI; RESNICK, 1996, tradução nossa).

Enquanto isso, a citação consolida os interesses dos professores, pois para eles, mais interessante seria se realizassem formações que apresentassem os contributos da robótica para cada situação técnico-laboral ou mesmo sugestões de ideias a serem desenvolvidas pelos docentes do eixo profissional em suas aulas. É relevante perceber que a robótica educacional ainda está distante da cultura de “formação profissionalizante e técnica” das escolas da rede estadual do Ceará.

e) Como projetos interdisciplinares, porém, aparentemente, desvinculados da ciência matemática, poderiam inseri-la nessa conjunção?

Como já citado, os projetos deveriam enquadrar-se em uma das áreas do conhecimento estabelecidas pela BNCC. Contudo, foi possível perceber a matemática permeando todos os projetos. Estes exigiram a linguagem de programação. Alguns exemplos puderam ser apresentados na construção de uma estrutura condicional: o “se”, “senão”, quando uma sentença era verdadeira, os comandos dela existentes foram executados, mas quando a sentença era falsa, apenas o que estava incluso no “senão” foi executado; outra situação muito utilizada na confirmação de respostas foi a do “operador lógico igual”; notou-se, ainda, a utilização de intervalos numéricos, além do fato de a programação em bloco acontecer no encaixe de formas geométricas. De sorte que o raciocínio lógico foi desenvolvido de maneira natural. Assim, tais aspectos matemáticos estavam presentes nos projetos supracitados.

No decorrer do desenvolvimento dos projetos, foi possível estabelecer habilidades e competências contempladas nas atividades. Um exemplo foi a Bússola BBC Micro:bit, que relacionava os pontos geográficos: cardeais, colaterais e subcolaterais (conteúdo relacionado ao ensino de geografia) com o conteúdo matemático de ângulos, podendo o professor discutir as possíveis unidades de grau ou radiano, a classificação de agudo, reto, obtuso ou raso, ângulos congruentes, complementares, suplementares ou replementares. Outra inserção atingida pela placa foi transformá-la em um contador de passos, possibilitando o cálculo de área e perímetro, podendo, também, fazer a transformação de unidades, de quilômetro para hectômetro, por exemplo. Tudo isso foi possível devido à capacidade da placa BBC Micro:bit em atuar como bússola. Ademais, a placa se revestiu de muitas alternativas, como: acelerômetro, medidor de luz, antena de rádio, termômetro, facilmente aplicáveis às aulas de física, educação física, química, o que permitiu a construção de amplos conceitos matemáticos interdisciplinares. O Quadro 5 resume a disposição dos conteúdos matemáticos dentro das áreas de conhecimento da BNCC.

Quadro 5 - Habilidades e competências contempladas nos projetos

Projeto Desenvolvido	Área do Conhecimento	Habilidades e Competências da BNCC
Potência Cards	Matemática e suas Tecnologias	(EF01MA09) (EF01MA01) (EF01MA11) (EF01MA14) (EM13LGG701) (EM13MAT203) (EM13MAT301)
Etilômetro	Ciências da Natureza e suas Tecnologias	(EM13LGG701) (EF09CI02*) (EM13CNT101) EM13MAT101) (EM13MAT102) (EM13MAT301)
Bússola BBC Micro:bit	Ciências Humanas e suas Tecnologias	(EF09MA08) (EM13LGG701) (EM13MAT301) (EM13MAT308) (EM13MAT404)
Piano BBC Micro:bit	Linguagens, Códigos e suas Tecnologias	(EM13CHS106) (EM13LGG701) (EM13LGG603) (EM13LGG701) (EM13LGG703) (EM13MAT301)

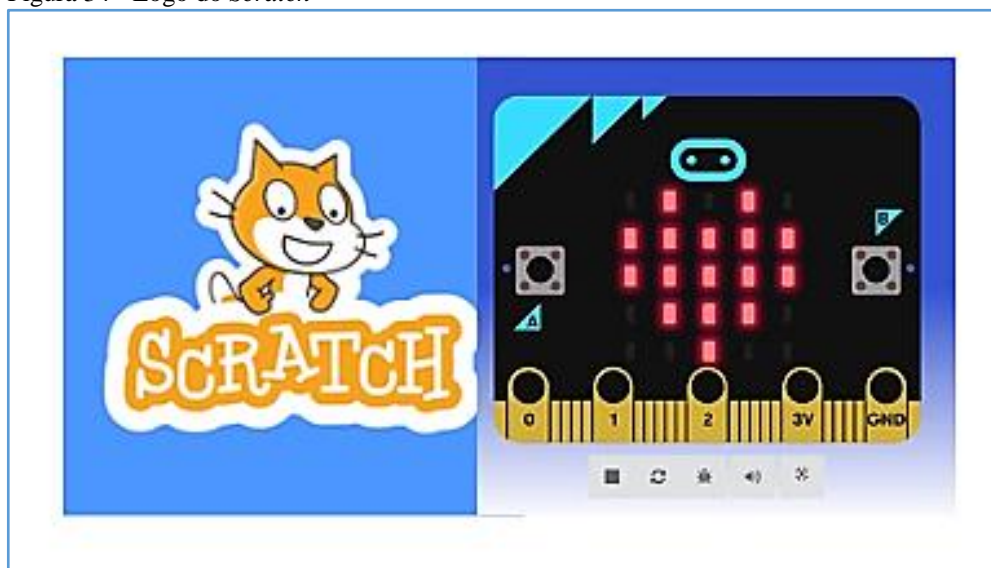
Fonte: Elaboração do autor (2023).

Diante de cada projeto, diferentes recursos foram aplicados com a placa BBC Micro:bit, fato que fez emergir a questão: Como as funções e os novos recursos utilizados dialogaram na construção dos conceitos matemáticos dos projetos destinados à Feira de Ciências, Tecnologia e Cultura? A resposta para esta indagação virá na explanação da subseção a seguir.

f) Como as funções e os novos recursos utilizados dialogaram na construção dos conceitos matemáticos dos projetos destinados à Feira de Ciências, Tecnologia e Cultura?

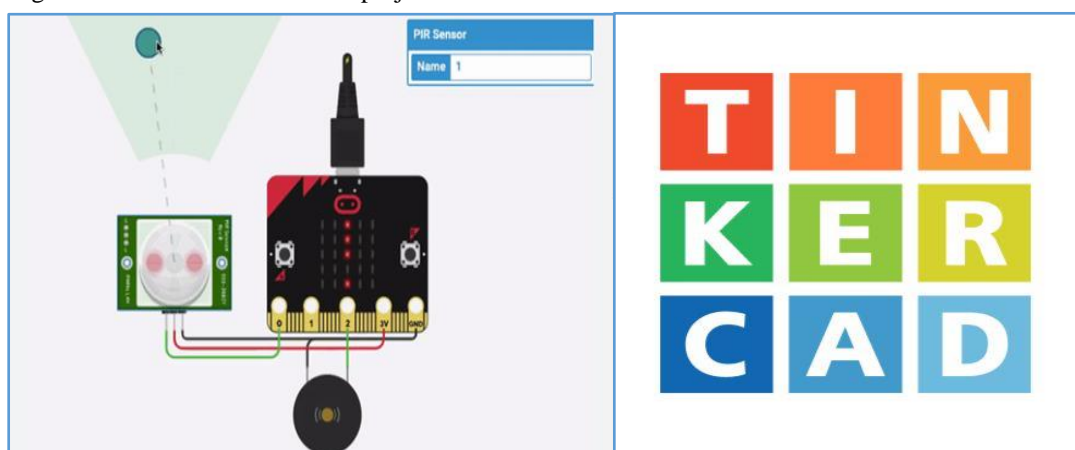
É importante destacar que cada projeto tinha sua particularidade quanto aos recursos utilizados, de modo que isso proporcionou a observação de dois fenômenos: a possibilidade da placa BBC Micro:bit interligar-se a diferentes recursos, e como estes contribuíam para a formação de conceitos matemáticos.

Basicamente, o jogo Potência Cards utilizou a placa BBC Micro:bit como controle remoto. Já o cenário foi construído no *Scratch*, ambiente este similar ao de programação *Makecode*, capaz de criar cenários e personagens. Ao utilizar a programação em bloco, o *Scratch* garantiu o desenvolvimento de conceitos matemáticos, como: plano cartesiano, intervalos numéricos, encaixe de formas geométricas e condicionais lógicos. A Figura 34, aponta um caminho possível à utilização da placa BBC Micro:bit, o *Scratch*, na formulação de jogos *on-line* e na promoção das várias alternativas para a robótica educacional.

Figura 34 - Logo do *Scratch*

Fonte: Elaboração do autor (2023).

Para o projeto denominado Etilômetro BBC Micro:bit (Figura 35), a utilização das técnicas de prototipagem se destaca, bem como o uso do ambiente de simulação *Tinkercad*²⁴. Interessante é a percepção de que os estudantes adicionaram a placa BBC Micro:bit a uma nova plataforma, no caso, o *Tinkercad*. Do ponto de vista da construção de conceitos matemáticos, comum a todos os projetos já citados, esta promoveu uma visão tridimensional das peças e a promoção da geometria espacial.

Figura 35 - Desenvolvimento de projeto no *Tinkercad*

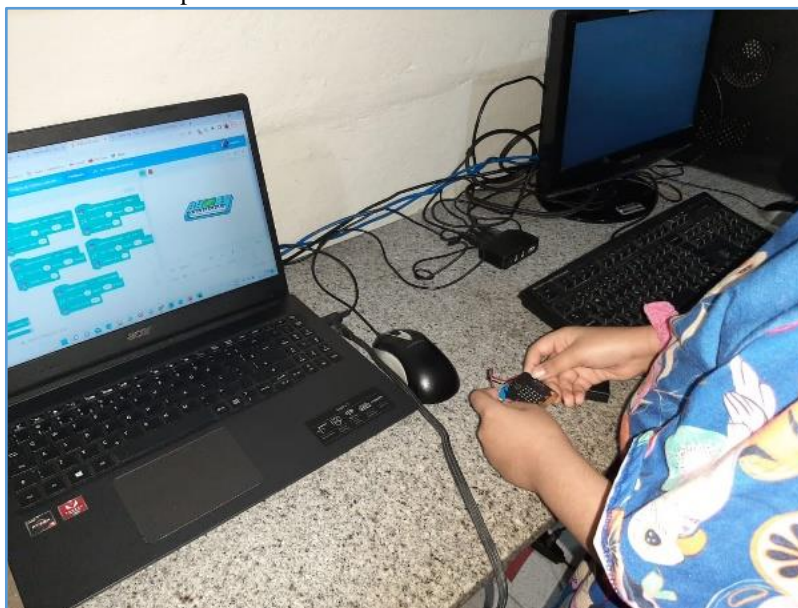
Fonte: Elaboração do autor (2023).

²⁴ Disponível em: <https://www.tinkercad.com>. Acesso em: 6 fev. 2023.

Quanto à temática do projeto, trouxe a revelação de conceitos matemáticos interligados, podendo os estudantes fazerem a leitura e a análise de gráficos relacionados a acidentes de trânsito, também realizarem análises estatísticas, compreendendo o que é uma amostra, um dado estatístico, uma variável, tabelas de distribuição de frequência, classes, média, mediana, moda, variância, desvio padrão, dentre outros. Tais aspectos foram captados a partir do exame de notícias, artigos e dados gerados pela leitura destas fontes.

O Piano BBC Micro:bit mesclou uma série de recursos; inicialmente, o projeto utilizou o *Scratch* (programação em bloco), para criar as notas musicais voltadas ao ensino de linguagem musical para crianças do município de Maracanaú (Foto 20), gerando o trabalho denominado “BBC Micro:bit, laptop e tablets: uma proposta metodológica híbrida para o ensino da linguagem musical nos anos iniciais do Ensino Fundamental.” Todavia, a parceria entre o autor deste trabalho e a pesquisadora Tereza Cristina Dourado, levou à criação de um protótipo de piano com aplicação e reprodução a baixo custo.

Foto 20 - Protótipo inicial do Piano BBC Micro:bit



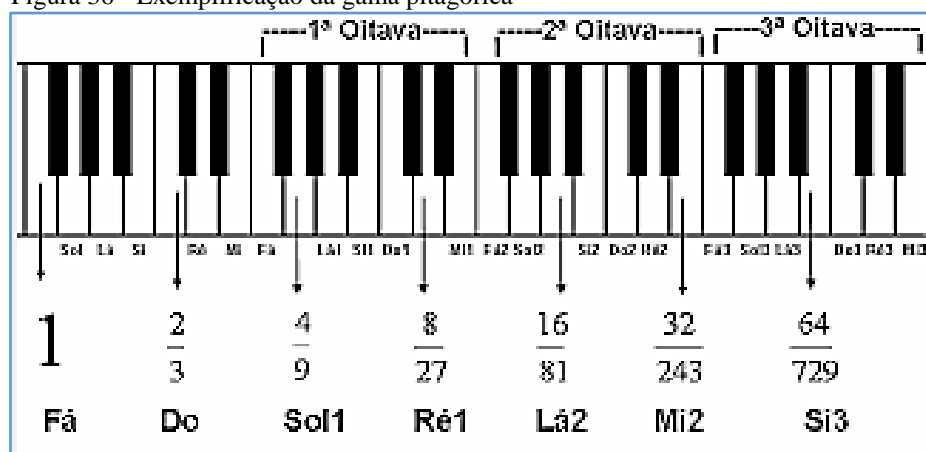
Fonte: Cedida ao autor pela escola (2023).

A construção dos conceitos matemáticos, no assunto do projeto, se deu pelo entendimento quanto às notas musicais que são, na verdade, representações fracionárias, tornando interessante a observação de que, mesmo de maneira não proposital, trabalhou-se com os estudantes um dos descritores de maior dificuldade, apresentada por eles: associar as representações de números racionais, nas formas fracionárias, em diferentes contextos e problemas. Assim, o conhecimento se constrói de maneira espontânea, ao passo que os

estudantes se aproximam das ferramentas tecnológicas, do conhecimento da linguagem musical e da construção de conceitos matemáticos.

O projeto lembra um dos momentos em que os estudantes ultrapassaram as expectativas do professor investigador e do docente da disciplina; no dia 8 de outubro de 2022, principalmente quando um estudante abordou o autor da presente dissertação e o perguntou se tinha conhecimento sobre o conceito de gama pitagórica (Figura 36). O autor da dissertação confessa, pelo pouco conhecimento sobre a área musical, que não sabia do que se tratava. Este diálogo levou à explicação, por parte do estudante, de que as notas musicais correspondiam a frações compostas por numeradores, todos em potência de dois, e os números denominadores, potências de 3. Neste momento, a mente do pesquisador efervesceu, já que naquele instante se deparou com a germinação da solução para as dificuldades que apresentavam em outro descritor: efetuar cálculos corretos e justificados com potências de números reais.

Figura 36 - Exemplificação da gama pitagórica



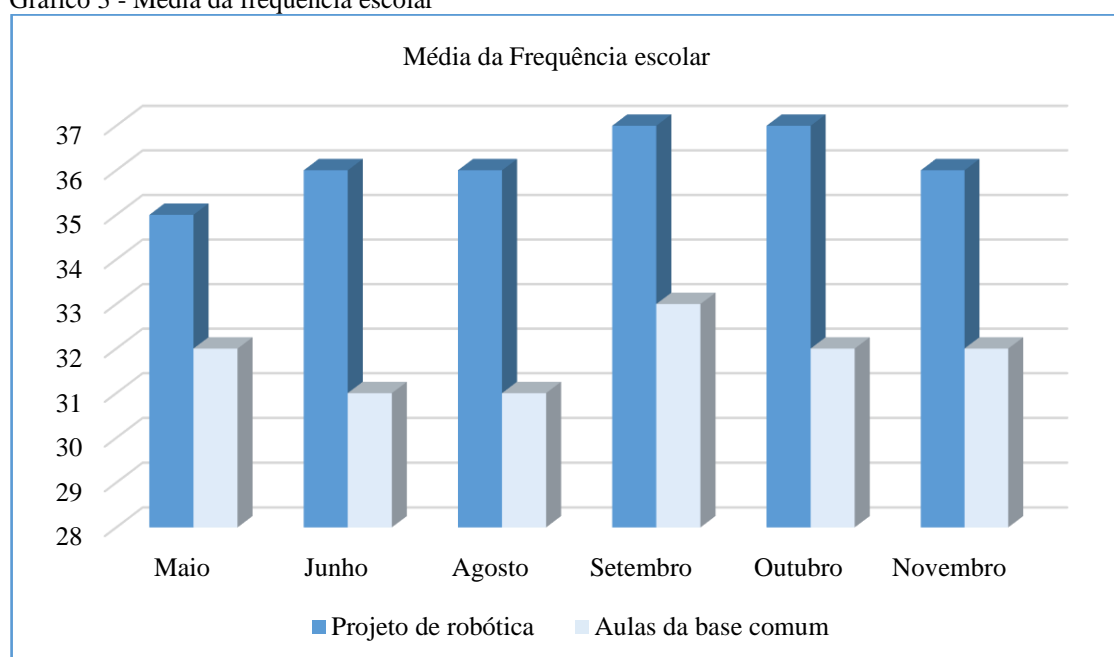
Fonte: Simonato e Dias (2011).

No que tange à prototipagem, conceitos matemáticos também foram averiguados e produzidos. São estes conceitos que serão apresentados e fundamentarão o caso expressivo da investigação aqui proposta (*telling case*), para que se torne possível exprimir em uma situação enfática tudo aquilo que tem sido dito e legitimado até aqui.

g) Como materializar os avanços nos processos de ensino e aprendizagem suscitados pelo projeto de robótica?

Como forma de avaliar os avanços cognitivos promovidos pela implementação do projeto, foi adotada uma análise comparativa entre a frequência escolar das disciplinas da BNCC e a frequência escolar do projeto. O Gráfico 3 demonstra superioridade da frequência escolar, quando relacionada ao projeto. Para a sua produção, foram consideradas médias mensais.

Gráfico 3 - Média da frequência escolar



Fonte: Elaboração do autor (2023).

A frequência escolar funciona como um termômetro para avaliar o engajamento dos estudantes, do ponto de vista escolar mais amplo, até mesmo o disciplinar. O depoimento de um estudante acerca da importância do projeto reflete o resultado do gráfico, conforme exposto na fala dele: “Professor, eu não gosto de faltar porque não tenho computador, então, esse é o momento que eu tenho para praticar. E tem outra coisa: as aulas são sequências e vão avançando; se você falta, você se perde.”²⁵

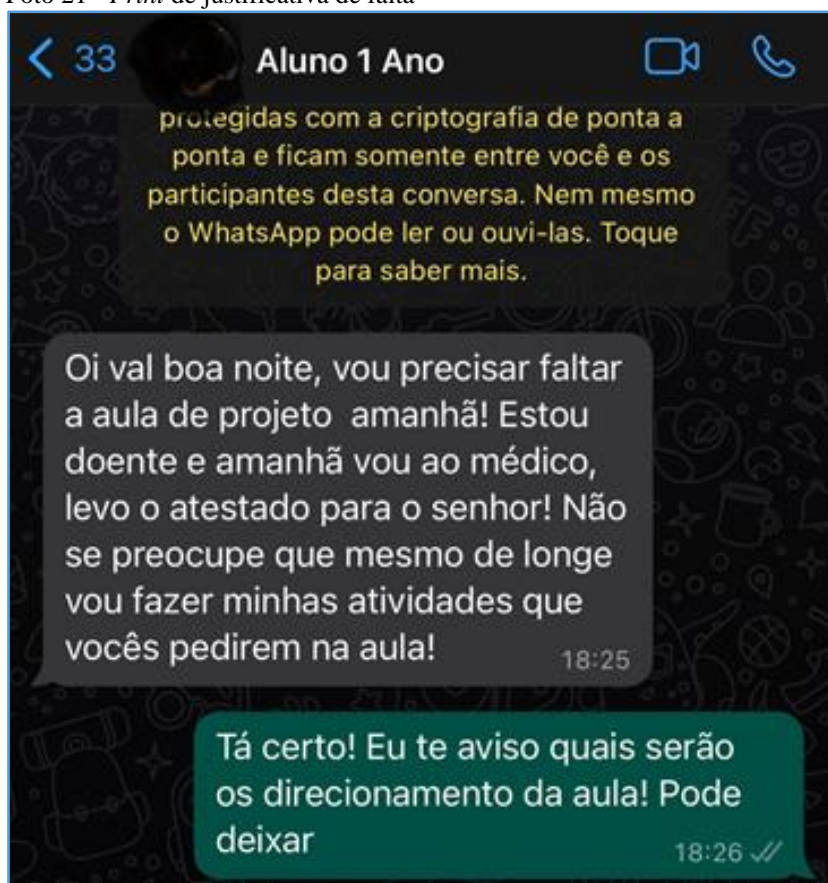
O depoimento traz consigo uma série de aspectos a serem analisados: o primeiro deles retrata as fragilidades social e econômica de muitas famílias que compõem a comunidade escolar da EEEP Maria Ângela da Silveira Borges, pois não dispendo de computadores ou

²⁵ EA (Estudante A), 15 anos, sexo masculino. Relato colhido no dia 17 de outubro de 2022.

notebooks próprios, os estudantes têm na escola seu único refúgio de aprendizagem utilizando as tecnologias a favor da promoção do seu conhecimento; e o segundo está no reconhecimento da existência e relevância de uma sequência didática, por parte dos estudantes, quando há a preocupação em se fazerem presentes, para não criarem lacunas que venham interferir na construção dos seus conhecimentos.

Um comportamento bastante rotineiro durante a execução do projeto e ligado à frequência escolar foi a apresentação da justificativa de ausência pelos estudantes. Eles tinham o cuidado de enviar mensagens via *WhatsApp* e até mesmo apresentar o atestado para a justificativa de suas faltas. Isto impactou de modo positivo a educação técnica profissional, uma vez que um dos pilares do referido tipo de educação tem como premissa a formação do estudante para o mundo do trabalho, de maneira que a figura a seguir reflete o que foi exposto.

Foto 21 - *Print* de justificativa de falta



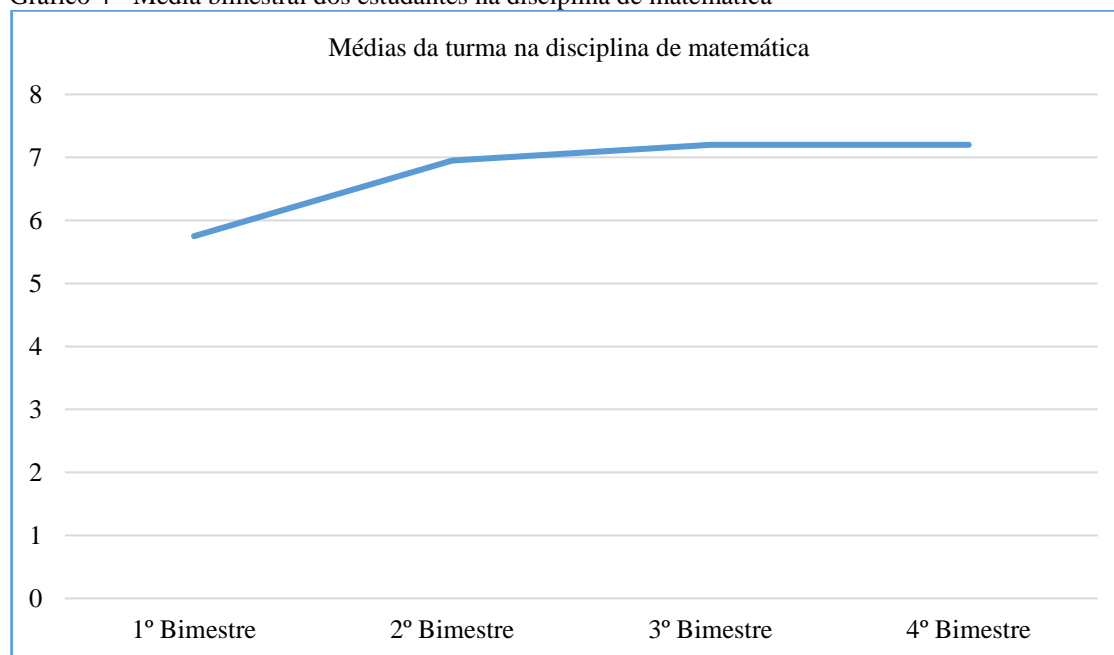
Fonte: Registro do autor (2023).

Outro parâmetro avaliado foi o das notas da disciplina de matemática, ao longo dos quatro bimestres letivos. Vale destacar que esse tipo de análise tem uma perspectiva holística, analisando a parte pelo todo. Um fator importante para a análise do Gráfico 4 está na

composição da nota da disciplina, que é composta de três avaliações, sendo: uma nota referente a atividades e projetos, a segunda relativa à avaliação parcial e por fim, a avaliação bimestral.

Como é possível visualizar na análise do Gráfico 4, os estudantes possuíam média da turma, aproximadamente, 5.7 no primeiro bimestre (período correspondente aos meses de fevereiro e março). A média do primeiro bimestre está aquém das demais, fato atribuído pelo professor da disciplina à resistência dos estudantes para realizarem as atividades propostas antes da implementação do projeto, o que acarretou perda de pontos. O segundo e terceiro bimestres apresentaram melhorias significativas por parte dos estudantes, pois estes passaram a oferecer menos resistência à execução das atividades. O professor também relatou que o efeito do aumento da frequência escolar não impacta somente nas avaliações de atividades e projetos, mas sim, nas avaliações parciais e bimestrais. Segundo o docente: “tendo o meu aluno engajado em sala de aula, o resto fica mais fácil”.

Gráfico 4 - Média bimestral dos estudantes na disciplina de matemática



Fonte: Registro do autor (2023).

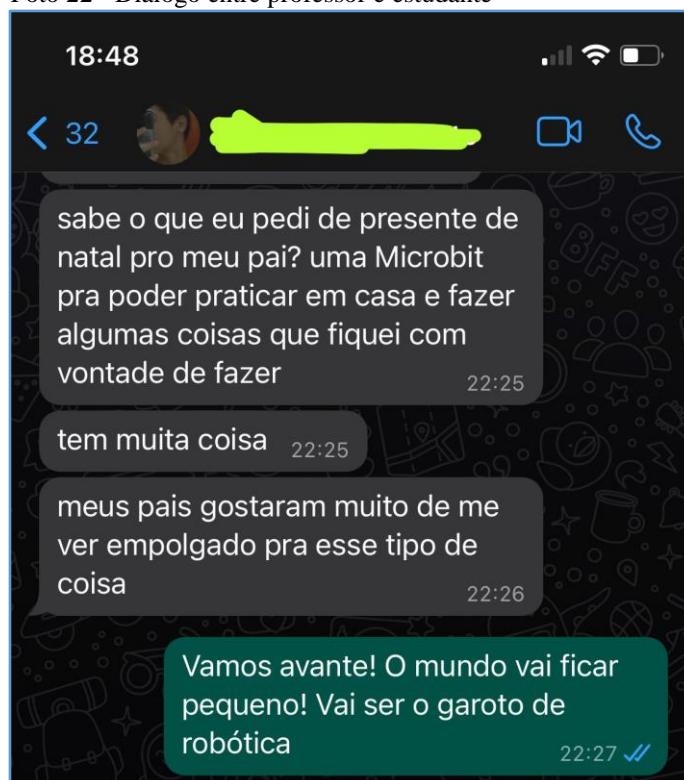
É substancial ressaltar que o projeto não teve apenas a avaliação de aspectos acadêmicos, pois disciplinas como a de Formação Cidadã e os Aspectos Emocionais, também embasada pela BNCC, ganharam relevo nesta pesquisa, gerando a questão secundária a ser discutida a seguir.

h) Que competências socioemocionais afloraram nos estudantes ao longo do período de execução do projeto?

A BNCC estabelece o desenvolvimento integral dos estudantes por meio do aditamento de competências socioemocionais. Neste sentido, para Machado (2018), a utilização da robótica educacional está ligada à ampliação de competências que estão associadas às competências socioemocionais, tais como: resolução de problemas complexos, pensamento crítico, criatividade, capacidade de julgamento e tomada de decisões, negociação e flexibilidade cognitiva.

Para além dessas ideias, a BNCC defende a participação da família no processo educativo. Aspecto ratificado pelo depoimento de uma estudante, coletado durante a investigação e que exemplifica o quão imprescindível é a participação familiar no processo educativo de uma criança ou adolescente. O diálogo a seguir nos traz mais uma situação na qual o esperado é sobrepujado para muito além das expectativas criadas. Percebe-se que o evento apresentado atravessa a família do estudante e, ao passo que instiga o aluno, estimula os pais a abraçarem a função crucial de inserir-se na vida estudantil do seu filho (a) conforme é possível observar na Foto 22.

Foto 22 - Diálogo entre professor e estudante

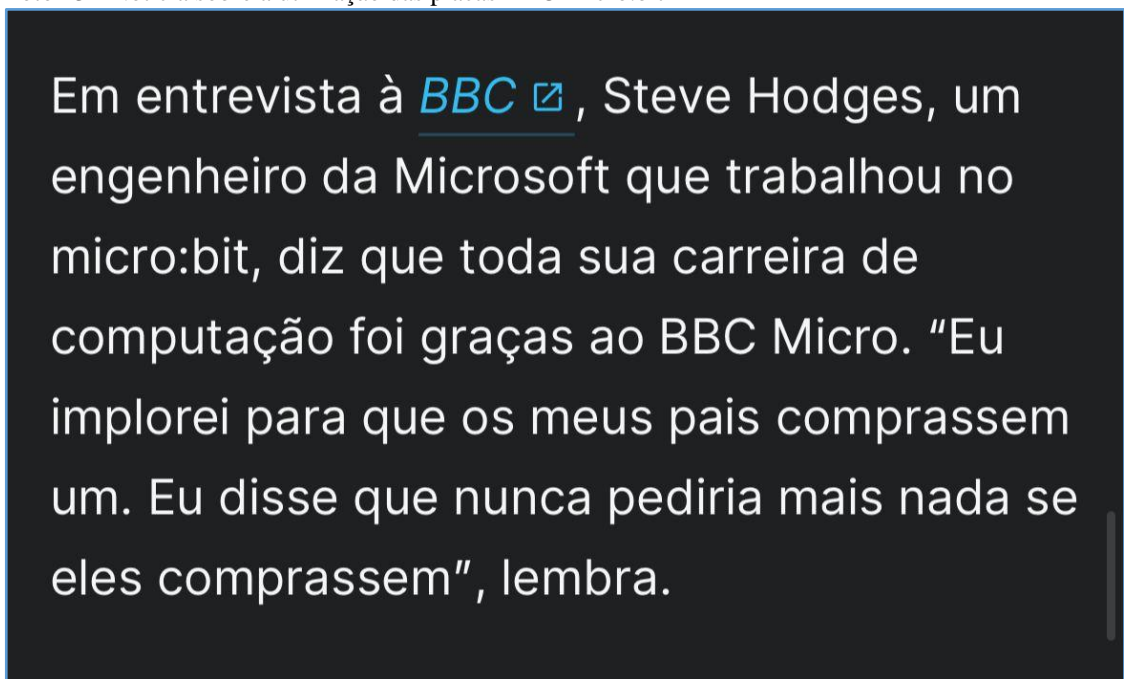



Fonte: Registro do autor (2023).

O papel da família vinculado à escola como instituição que oferece o serviço de educação e formação do indivíduo é tão primordial que o legislador habilmente previu: “a educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1988).

Continuando a persecução investigativa e o aprofundamento dos estudos, a partir do achado do site Tecnoblog (2016), uma matéria denominada “Como aprender a programar pode ajudar no desenvolvimento de crianças?”, como pode ser visualizada abaixo, representada na Foto 23.

Foto 23 - Notícia sobre a utilização das placas BBC Micro:bit



Em entrevista à [BBC](#) , Steve Hodges, um engenheiro da Microsoft que trabalhou no micro:bit, diz que toda sua carreira de computação foi graças ao BBC Micro. “Eu implorei para que os meus pais comprassem um. Eu disse que nunca pediria mais nada se eles comprassem”, lembra.

Fonte: Tecnoblog (2016).

A leitura da notícia trouxe à tona a lembrança do depoimento do estudante citado acima, forjando a reflexão sobre o quão impactante é este trabalho com relação à caminhada estudantil dos jovens assistidos. Depoimento e notícia solidificam a ideia de que uma prática engajada e inovadora, apesar das dificuldades vivenciadas e amplamente relatadas, faz com que a sala de aula não seja um espaço de reprodução de conceitos acadêmicos preestabelecidos e inflexíveis, mas sim, tal prática torna o processo formativo vivo e significativo.

Em suma, a presente seção revelou a perspectiva êmica dos sujeitos, gerada a partir das questões secundárias propostas. Por meio do mapeamento das aulas, foram percebidos projetos e momentos diversos, o efeito das metodologias, estratégias, recursos e avaliações,

assim como ocorreu a constituição de conhecimentos acadêmicos e socioemocionais, permitindo uma investigação holística e comparativa com grupos semelhantes da rede estadual de educação. Na próxima seção serão apresentados os casos expressivos (*telling cases*), bem como as categorias geradas a partir destes.

5.4 O Piano BBC Micro:bit: um caso expressivo a partir dos itinerários para a ruptura das limitações cognitivas

Ao revisitar a jornada de contribuições que a implementação do projeto de robótica na escola trouxe aos estudantes por meio de metodologias, avaliações, conteúdos e estratégias, foi possível identificar a influência destes aspectos no desenvolvimento cognitivo dos estudantes concernente ao conteúdo de matemática. Segundo Spradley (1980 apud GREEN; DIXON; ZAHARLICK, 2005, p. 31), tal revisitação à jornada vivenciada pelo projeto permite examinar os espaços, os momentos, os recursos, os atos e os eventos que formaram uma base para análises consequentes. A partir das respostas das questões secundárias geradas, o Piano BBC Micro:bit revela-se como um caso expressivo que representa de forma potente tudo o que foi vivenciado.

Assim, o Piano BBC Micro:bit é o produto material e evidência das superações dos estudantes em seus processos individuais de absorção dos conhecimentos matemáticos, desde a implementação do projeto de robótica educacional na unidade de ensino, EEEP Maria Ângela da Silveira Borges, passando por toda a austeridade de recursos até atingir o conhecimento mais refinado, equiparando-se às práticas experimentadas nos países desenvolvidos, que já adotam a robótica educacional em seus currículos escolares.

A experiência do Piano BBC Micro:bit provocou um processo de sensibilização, estímulo e abertura dos estudantes às possibilidades propiciadas por ele na aprendizagem da matemática, até então, uma das disciplinas que os alunos tinham mais dificuldade. A autonomia dos estudantes diante das suas escolhas e ações gerou a sensação de extrapolações cognitiva e material; já não percebiam limites para novas descobertas, e a escassez de recursos foi superada pela criatividade empregada para solucionar o que parecia irresolúvel. Algumas falas colhidas ao longo do processo ratificam essa percepção.

Professor, nunca que veríamos isso nas aulas de ensino médio normal. Me sinto mais inteligente, porque tô conseguindo aprender uma coisa que nunca imaginei e me divertindo. Numa aula comum, na hora que eu não soubesse resolver, o professor já daria logo a resposta, sem tempo pra gente pensar num jeito. Isso é meio desestimulante, porque só tem um jeito certo de resolver, que é o do professor.²⁶

O depoimento acima traz uma reflexão quanto às metodologias de ensino ainda utilizadas na Educação Básica e que tolhem o raciocínio dos jovens estudantes, não permitindo que encontrem suas próprias resoluções para os problemas que emergem no cotidiano da sala de aula, nas várias disciplinas ministradas diariamente. A fala expõe um estudante que sempre foi um receptor de conteúdos e, provavelmente, nunca se sentiu agente ativo do seu próprio conhecimento. Ao associar a citação anterior com a seguinte, vê-se a necessidade de revisão das práticas docentes e como a robótica educacional impacta nessas transformações.

Fomos fazendo nossas próprias tentativas, nossos erros e acertos; a cada problema que aparecia, nós mesmos procuramos o jeito de resolver, trocando de código, trocando de software, até acontecer o encaixe ideal. Tudo isso com as nossas ideias, compreendendo o pensamento um do outro, juntando as formas de pensar, acabamos produzindo uma nova ideia. A gente pode dizer que o Piano é nosso filho, porque fomos nós mesmos que inventamos e botamos pra funcionar.²⁷

Existe um nítido sentimento de pertencimento criativo e cognitivo de quem “arregaçou as mangas” e fez, conseguindo sobrepujar todas as limitações impostas, as expectativas geradas, deixando claro que agora não aceita mais o engessamento intelectual causado pela rotina do ensino tradicional. Por fim, esta “quebra de enquadre” torna o Piano BBC Micro:bit a materialização do que significa, até aqui, o projeto desenvolvido pelos estudantes. A seguir, serão apresentadas duas categorias, objetos de uma análise pormenorizada e forjada a partir de um ponto de vista interno sobre o que os estudantes entendem a respeito da placa BBC Micro:bit como ferramenta facilitadora da resolução de problemas emergidos, produção intelectual criativa para a solução de tais problemas e absorção dinâmica, ativa e relevante da matemática aplicada às práticas cotidianas.

A investigação permitiu a elaboração de duas categorias. A primeira traz a placa BBC Micro:bit como ferramenta para o ensino de programação e o desenvolvimento de conceitos matemáticos. Já a segunda demonstra as variantes metodológicas e de recursos que podem ser utilizadas no ensino de matemática.

²⁶ EB (Estudante B, 16 anos, sexo masculino). Relato colhido no dia 02 de novembro de 2022.

²⁷ EA (Estudante A, 15 anos, sexo masculino). Relato colhido no dia 17 de outubro de 2022.

5.4.1 Categoria 1: A placa BBC Micro:bit como ferramenta para o ensino de programação e o desenvolvimento de conceitos matemáticos

Para esta categoria, realizou-se uma análise pormenorizada de um encontro de acompanhamento de projetos, ocorrida no dia 17/10/2022, na qual os professores de conhecimentos específicos e de robótica discutiam os resultados promovidos pelo Piano BBC Micro: bit. O Quadro 6 apresenta os principais acontecimentos que decorreram ao longo do Projeto.

Quadro 6 - Descrição dos eventos do caso específico

Tempo	Evento
7h30	Estudantes (grupo composto de 7 alunos chegou ao laboratório de matemática para conversar com os professores). @
7h35	Início da explicação da condução e resultados do projeto pelos estudantes (alunos A e B). @ Observação: o grupo empregou a programação já feita por outros usuários.
7h55	O (A) estudante C relatou dificuldade para representar o código no protótipo físico. O problema citado ocorreu devido às linhas de conexão da placa BBC Micro:bit serem muito finas e de difícil fixação.
8h	Os (As) estudantes A e B relataram que a solução seria utilizar os conectores 1, 2 e 3 da placa (35) que eram mais grossos e de mais fácil fixação.
8h03	O professor questionou: /Como gerar, então, 8 notas musicais obtendo apenas 3 conectores? /
8h05	O professor pediu aos estudantes que refletissem sobre como solucionar tal problema.
8h10	Os estudantes saíram da sala. @

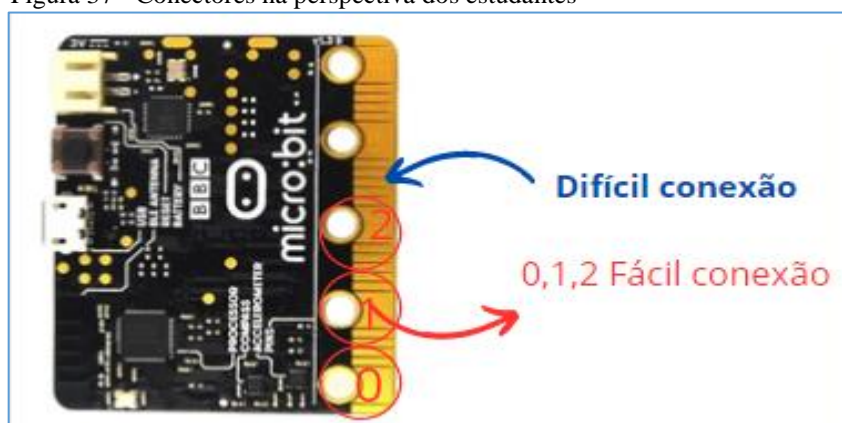
Fonte: Elaboração do autor.

Cabe explicar que o quadro exposto traz na primeira coluna o tempo preciso de ocorrência de cada ação, enquanto a segunda relata os devidos acontecimentos, de modo que estes eventos foram responsáveis por ultrapassar as expectativas que se tinha inicialmente, permitindo a construção de pontos ricos, os quais serão apresentados a seguir.

- **Superando dificuldades: um ponto rico como âncora para a construção do conhecimento de linguagem de programação associada a conceitos matemáticos**

Como dito anteriormente, os estudantes encontraram dificuldades para conectar as teclas do Piano BBC Micro:bit aos conectores denominados por eles mesmos, como “finos”. Para tanto, decidiram conectar ao P0, P1 e P2, denominados como conectores “grossos” (conforme a Figura 37). Ao longo da noite, ainda do 17/10/2022, os estudantes debatiam artifícios para o melhoramento do piano, e ainda se deparavam com o obstáculo de construir oito notas, tendo apenas três conectores. Este episódio permitiu ao professor lançar aos estudantes o desafio de solucionarem este problema.

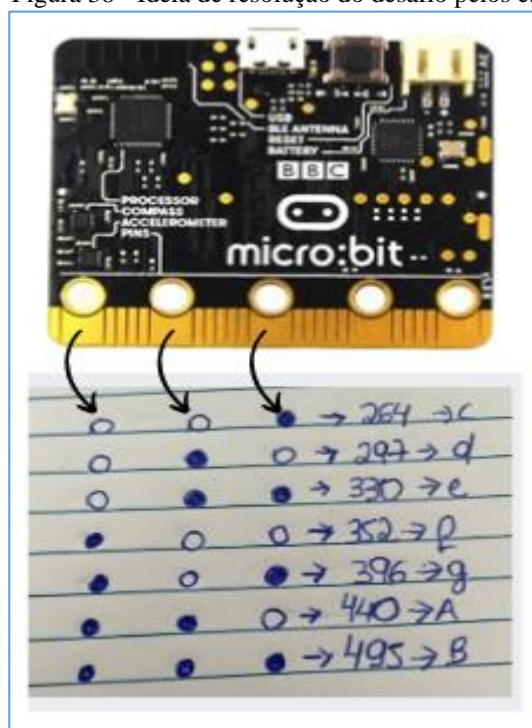
Figura 37 - Conectores na perspectiva dos estudantes



Fonte: Elaboração do autor (2023).

No decorrer da noite, um dos estudantes fez contato com o professor, via *WhatsApp*, afirmando ter chegado a uma ideia para a resolução do problema: o propósito era introduzir o conceito de arranjo entre os conectores “grossos”, que permitiria a formulação das oito notas musicais, bem como as devidas frequências, relacionando-as com cada um dos arranjos. A Figura 38 retrata a resolução do desafio encontrado pelo estudante.

Figura 38 - Ideia de resolução do desafio pelos estudantes



Fonte: Elaboração do autor (2023).

Para alcançar a frequência das notas musicais, fez-se necessário que os estudantes realizassem pesquisas e, exatamente, na condução destas que tiveram contato com o conceito de gama pitagórica, permitindo-os apresentar ao professor uma interdisciplinaridade dos conteúdos de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, por meio da linguagem musical e Matemática e suas Tecnologias, por intermédio das relações fracionárias e potenciais presentes nas notas musicais, já discutidas na questão secundária “h”. Também citado anteriormente, o ambiente de programação *Makecode* permite a conversão das linguagens de programação em bloco, *Python* e *JavaScript*, quando necessário.

Para a criação do sistema matricial, proposto como solução ao problema enfrentado pelos estudantes, utilizou-se a linguagem de programação em *Python*, conforme apresentada pela Foto 24, o que nos permite refletir acerca da utilização do ambiente de programação *Makecode*, da placa BBC Micro:bit, como ferramenta facilitadora do letramento de linguagens de programação mais rebuscadas, com o suporte da aprendizagem baseada em problemas. O fenômeno põe lupa sobre o cenário em questão: ao mesmo tempo em que se aprende linguagens de programação, utilização de novos recursos tecnológicos e matemática, alcança o universo da transdisciplinaridade proposta pela robótica educacional.

Foto 24 - Programação em *Python* do desafio feito aos estudantes

```

const musicalNotes = [
  C: 264,
  D: 297,
  E: 330,
  F: 352,
  G: 396,
  A: 440,
  B: 495
];

const notes = [
  [001, musicalNotes.C],
  [010, musicalNotes.D],
  [011, musicalNotes.E],
  [100, musicalNotes.F],
  [101, musicalNotes.G],
  [110, musicalNotes.A],
  [111, musicalNotes.B]
];

basic.forever(function () {
  const pin0 = ~pins.digitalReadPin(DigitalPin.P0);
  const pin1 = ~pins.digitalReadPin(DigitalPin.P1);
  const pin2 = ~pins.digitalReadPin(DigitalPin.P2);
  const noteIndex = "" + pin2 + pin1 + pin0;
  for (let i = 0; i < notes.length; i++) {
    if (notes[i][0] === noteIndex) {
      const noteFreq = notes[i][1];
      music.playTone(noteFreq, music.beat(BeatFraction.Half));
    }
  }
});

```

← *Frequência das notas musicais*

← *Formulação dos conceitos permutação, combinação e sistema matricial*

← *Resolução dos problemas de conector*

Fonte: Elaboração do autor (2023).

Condizente à Foto 24, houve a conversão da linguagem *Python* para a linguagem de programação em bloco, fato este que trouxe a repercussão, pelos estudantes, do diagnóstico: “Programar a base em bloco é mais fácil porque já tem tudo pronto. A gente gosta de usar

Python quando tem que usar as variáveis que não têm disponíveis nos blocos”. É significativo afirmar que a fala citada é uníssona entre os estudantes, revelando que a programação relacionada a blocos de gatilho, de comando, de função da placa e de estrutura de controle torna-se fácil para o modelo de programação em bloco. No entanto, quando há necessidade de variáveis mais específicas e refinadas, a programação em *Python* ou *JavaScript* passa a ter mais aceitação. Sendo assim, é irrefutável que a flexibilidade de conversão permita transitar dentre diferentes linguagens de programação, de sorte que são aprendidos os modelos de forma conjugada. A Foto 25 apresenta o retrato de tal conversão.

Foto 25 - Conversão da linguagem Python em bloco



Fonte: Registro do autor (2023).

Deste modo, o diálogo a seguir demonstra propriedades relevantes para a “quebra de enquadre”, pois externa a superação da área do conhecimento de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, que, inicialmente, era a proposição de trabalho da Feira de Ciências, Tecnologia e Cultura. O que se constata aqui é o aprofundamento do diálogo entre áreas por meio de quatro professores (robótica, matemática, língua portuguesa e artes) e dois estudantes, diretamente engajados no projeto.

Quadro 7 - Diálogo entre professores e estudantes

Personagens	Diálogos
Estudante A (referindo-se à professora de artes).	“Fêssora :::, cada bolinha dessa representa um arranjo das notas musicais./ A gente utilizou a placa BBC Micro:bit para fazer a programação./ A senhora entendeu?”/
Professora de artes	“Mais ou menos .../ Esta parte do arranjo, eu acho que é melhor ver com o professor” (docente cita o nome do professor de Robótica)
Professor de robótica	“Está certo!/ Mas como vocês utilizaram <i>Python</i> , se nunca viram?”/
Estudante B (referindo-se ao professor de robótica)	“Fêssor, a gente pediu ajuda ao ...” (estudante se refere a ex-aluno que o ajudou na condução do projeto)./ “A gente tá vendo um jeito de criar variáveis, aí no <i>Python</i> é mais fácil./ Fizemos até um bloco de matriz.”/
Professor de português	“Então, era bom chamar o ...” (professor cita o nome do docente de matemática./
Estudante A	/“Pois eu vou chamar!”/ O aluno sai da sala. @
Estudante A e professor de matemática	Ambos entram na sala. @, O professor de matemática questiona: /“O que foi?”/
Professor de artes e professor de português	/“Ajuda esses meninos aí!”/ (professora de artes)---/“Eles estão falando um negócio de matemática.”/

Fonte: Elaboração do autor (2023).

Esse diálogo nos traz algumas peculiaridades a serem refletidas: para a resolução dos conectores, foi desenvolvida pelos estudantes a solução do problema, atrelada aos conceitos matemáticos de combinação e sistema matricial. Surpreendente é o fato de os estudantes elaborarem uma solução doméstica, quando poderiam, simplesmente, replicar códigos já utilizados. A “quebra de enquadre” em questão permitiu a superação do que se esperava como construção de conhecimento matemático pelo ambiente. Sabia-se, por exemplo, que ao fazer uso da plataforma *Makecode*, haveria a preferência de uso do menu “lógica” (condicionais, comparação e booleanos) e menu “matemática” (com mínimo e máximo, resto de, escolher aleatório e as quatro operações básicas). Entretanto, o trânsito entre uma programação e outra permitiu a criação de novos blocos matemáticos, como o de “matriz”, novamente extrapolando a expectativa de como se daria a construção dos conhecimentos.

Um outro ponto a ser ressaltado no diálogo aconteceu diante do reconhecimento dos professores com relação à evidência do trabalho em grupo. A gama de possibilidades em torno da placa BBC Micro:bit foi tamanha que, quando menos se percebeu, ela arregimentou os indivíduos, no caso, professores, os quais passaram a dar seus contributos individuais que se fundem em um constructo coletivo e, por sua vez, grandioso.

Retomando, especificamente a matemática atinou para a continuidade do diálogo e transposição do próprio planejamento da disciplina, ensejando o ambiente de programação, a formação de conceitos que não estariam presentes no plano anual disposto à série dos referidos alunos, considerando que os temas arranjo, combinação e matriz são ministrados, em regra, ao longo do 2º ano do Ensino Médio. Porém, isso não significa que a placa BBC Micro:bit não

contribui com assuntos voltados ao 1º ano do Ensino Médio, fato ratificado no depoimento do professor de matemática:

Cara, eu nunca tinha trabalhado raciocínio lógico com os meninos, mas quando conheci o ambiente de programação, achei legal trabalhar o menu lógica com eles, porque dá pra trabalhar os condicionais, a comparação (porque eles têm muita dificuldade nos sinais igual, maior que, menor que) e os booleanos, que dava pra trabalhar aquela ideia do e/ou, relacionando aos conjuntos numéricos. Isso foi muito bom, porque raciocínio lógico cai muito nas olimpíadas.²⁸

A análise do depoimento do docente permite enxergar o potencial assumido pela placa BBC Micro:bit na disciplina de matemática, uma vez que é possível planejar conteúdos previamente estabelecidos, como foi citado acima, ao passo que é imprevisível a geração de novos conhecimentos, cabendo ao professor, somente, a função de mediador dos conhecimentos a serem construídos.

A seguir, será apresentada a segunda categoria gerada, focada na questão de como a placa BBC Micro:bit pode atuar em parceria com recursos e metodologias para o ensino da matemática.

5.4.2 Categoria 2: a placa BBC Micro:bit como suporte às diversas variantes metodológicas e de recursos

Nesta categoria, serão apresentados resultados referentes à utilização da placa BBC Micro:bit como suporte metodológico ao ensino de matemática, de modo que as estratégias e os recursos utilizados serão expostos, a fim de apresentar os benefícios e gargalos encontrados, durante esse percurso.

Para tanto, utilizou-se um diálogo que aconteceu entre o professor de robótica e o grupo de estudantes que conduziam o Piano BBC Micro:bit. O diálogo permite entender a resolução dos estudantes diante dos problemas que iam surgindo, de modo que se percebe o processo evolutivo do projeto, reconhecendo as tomadas de decisões, de forma que se evidenciou, como cada recurso e estratégia veio a contribuir para a construção dos conhecimentos matemáticos. Assim, será apresentado o diálogo que dará suporte à referida categoria.

²⁸ PA (Professor A, 40 anos, sexo masculino). Depoimento colhido no dia 10 de outubro de 2022.

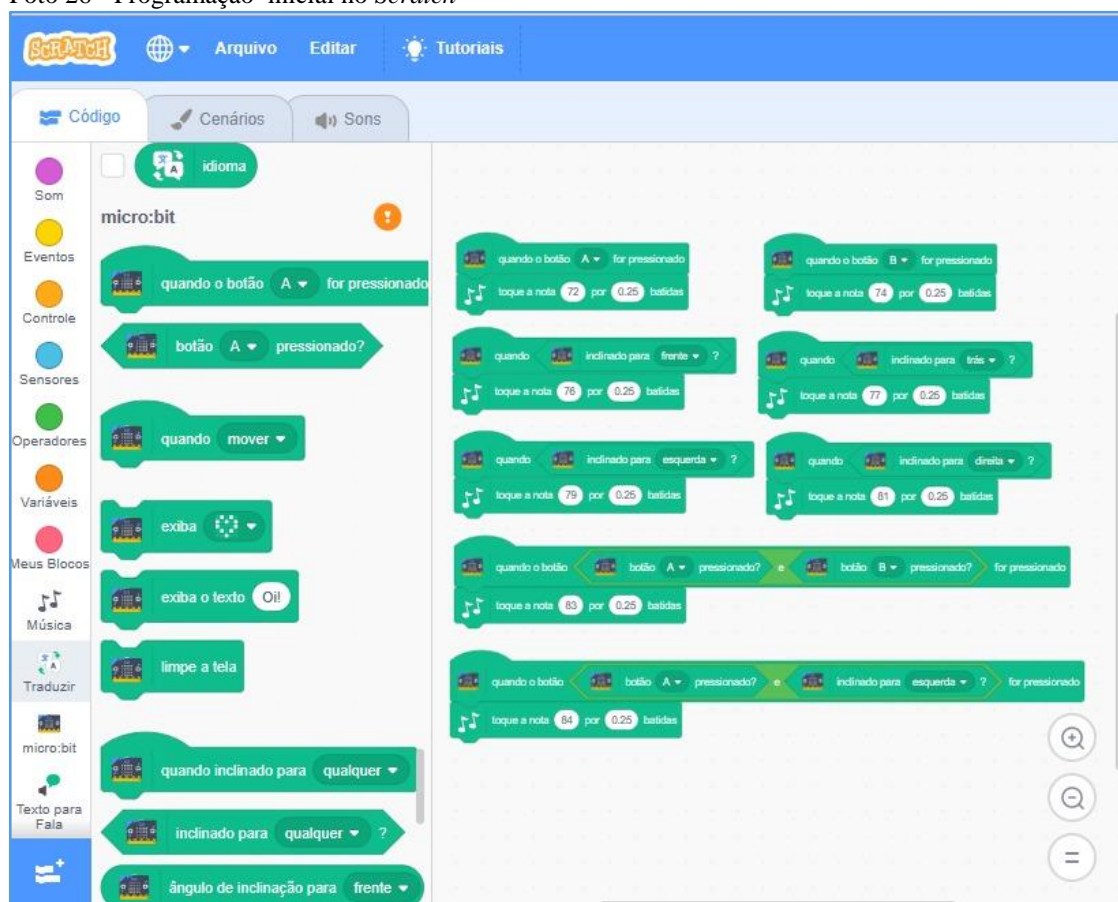
Quadro 8 - Descrição dos eventos do caso expressivo 2

Personagens	Diálogos
Estudante A	/"Fêssor, tava aqui lembrando de como tudo começou... Imaginar que aquela besteirinha que a gente fez no <i>Scratch</i> ia chegar até aqui!"/
Professor	/"Pois é, nem eu imaginava que chegaríamos a tanto. Acabou que eu aprendi mais com vocês, do que vocês comigo."/
Estudante B	/"Fêssor, e é engraçado que para cada problema que ia surgindo, a gente conseguia encontrar um software que respondesse melhor."/
Estudante A	/"Começou no <i>Scratch</i> , depois foi para o <i>Tinkercade</i> , quando vimos já tava no <i>Fritzing</i> e agora tamo aqui com o protótipo pronto."/
Estudante B	/"O senhor devia era criar um campeonato de robótica. Você viu como foi no campeonato de matemática... todo mundo queria ganhar."/
Professor	/"Dá trabalho, viu, mas se vocês me ajudarem, eu faço!"/

Fonte: Elaboração do autor (2023).

Por meio da análise do discurso dos estudantes, pode-se perceber o processo evolutivo do projeto e dos próprios estudantes. Quando o estudante usa a expressão “aquela besteirinha”, é possível compreender que o projeto caminhou em direção a conhecimentos mais profundos. O aluno se refere como simples, por se tratar de uma programação em bloco e, por utilizar o *Scratch*, que na perspectiva êmica dos sujeitos, trata-se de indutivo, todavia com limitações por ter as programações previamente prontas. A Foto 26 apresenta como foi a criação das primeiras notas musicais utilizando o *Scratch* na placa BBC Micro:bit, evidenciando a possibilidade de uso da placa com o ambiente de programação *Scratch*.

Foto 26 - Programação inicial no Scratch



Fonte: Registro do autor (2023).

Ainda em análise da fala dos estudantes, é possível perceber a introdução de dois novos softwares: o *Tinkercade* e o *Fritzing*, que passavam, também, a integrar a placa BBC Micro:bit a novos recursos tecnológicos. É potente perceber a complexidade do desenvolvimento do projeto, fato intrínseco na fala dos estudantes. Isto se dá ao fato da liberdade de criação de variáveis, situação mais restrita na programação em bloco, por ser predefinida. Para a criação das novas programações do protótipo Piano BBC Micro:bit, os estudantes utilizaram o ambiente de programação *Makecode*, da própria placa; nesta, a possibilidade de conversão da programação em bloco para novas linguagens, como o *Python* e o *JavaScript*, permitiu o letramento em novas linguagens de programação aos estudantes. Como já citado, era comum escutar: “a base da programação, a gente faz em bloco. Para resolver os problemas mais complexos, a gente usa do *Python*. Assim fica mais fácil!²⁹”.

Ao falarem sobre a criação de variáveis, os estudantes referiam-se ao desenvolvimento de desafios que foram surgindo ao longo do processo de condução do projeto. É possível, por exemplo, perceber que em um determinado momento, o *Scratch* teve relevante

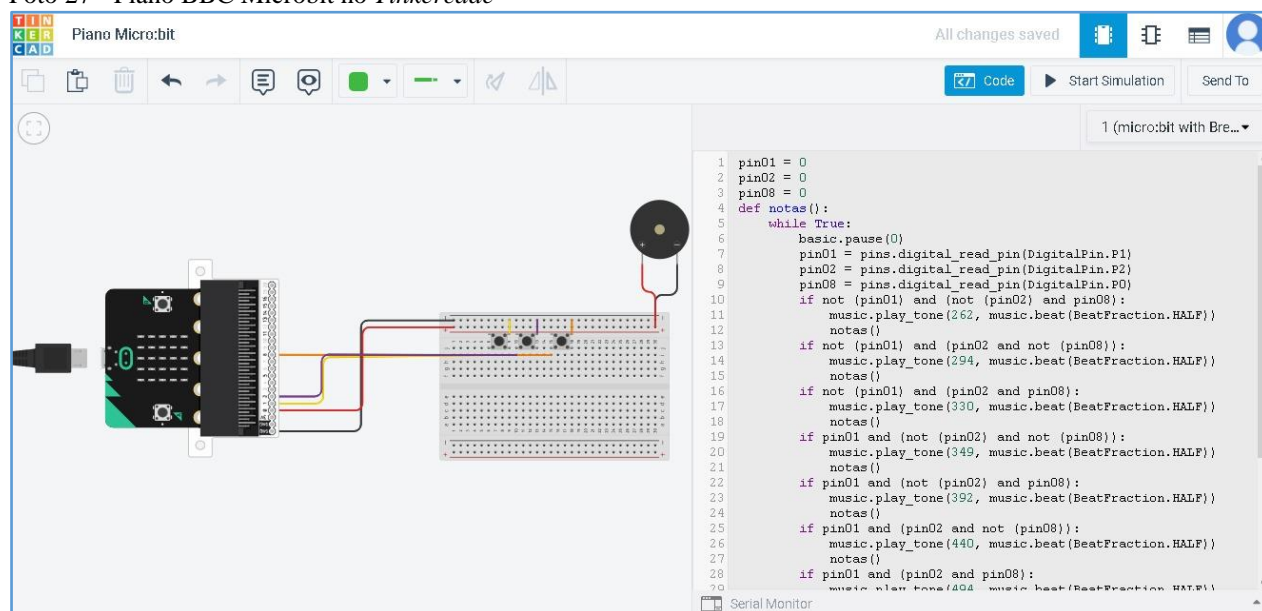
²⁹ EA (Estudante A, 15 anos, sexo masculino). Relato colhido no dia 17 de outubro de 2022.

papel na construção do conhecimento, contudo, ao surgirem novos desafios, fazia-se necessária a renovação de ações. Para os estudantes, a utilização do *Makecode* passou a ter mais sentido quando exigiu deles a elaboração de variáveis para a solução de problemas, como no caso dos conectores da placa BBC Microbit, exemplo já apresentado, que eram “finos” e de difícil aplicabilidade prática, motivando os estudantes para que eles enveredassem na solução dos problemas por meio de variáveis matemáticas ligadas a conceitos, como: sistema matricial, combinação e, principalmente, raciocínio lógico.

O *Tinkercade*, na condução do projeto, se revelou como um forte aliado à prototipagem, uma vez que devido ao recurso financeiro escasso, permitiu a visualização do protótipo, antes mesmo que ele acontecesse. Nisto, a fala do professor revela a realidade das escolas públicas e aponta soluções como estas para a implementação da robótica em tais espaços. O depoimento a seguir corrobora com o que foi exposto a respeito do *Tinkercade*, confirmado pela Foto 27, exposta após o depoimento:

É preciso testar, testar e testar... quando conseguimos, aí sim, podemos fazer um investimento na compra das peças físicas. É uma pena a demora dos processos licitatórios, então, querendo ou não, os *softwares* de simulação tornam-se nossos fortes aliados.³⁰

Foto 27 - Piano BBC Microbit no *Tinkercade*



Fonte: Registro do autor (2023).

Do ponto de vista da construção dos conceitos matemáticos, o *Tinkercade* apresentou-se bastante adaptável ao ambiente *Makecode*, pois foi possível criar novas variáveis

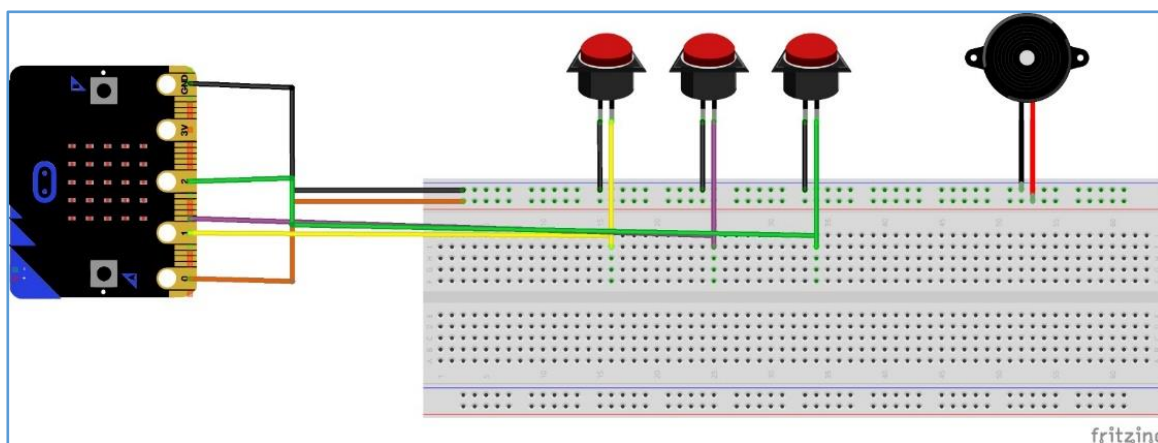
³⁰ PB (Professor B, 42 anos, sexo masculino). Depoimento colhido no dia 13 de outubro de 2022.

matemáticas, ao passo que se teve a visualização tridimensional das peças, as quais contribuíram para a noção espacial dos estudantes. No entanto, com aprofundamento do projeto, foram detectadas limitações no *Tinkercade*, como exemplo, a ausência de sensores específicos. Em um determinado momento, a fala de um estudante chamou a atenção, pois revelou vários conhecimentos que foram gerados ao longo do projeto, conforme disposta a seguir:

Professor, o *Tinkercade* é tipo a programação em bloco, e é massa! Mas tem hora que a gente fica preso ali, àquela coisa já pronta. Então fomos buscar um software que os desse maior liberdade, e achamos o *Fritzing*. Lá, podemos criar peças de acordo com as nossas necessidades, além de ser uma coisa bem mais profissional. Além disso, tem outra vantagem, já que lá dá pra ver os esquemas elétricos. O senhor poderia utilizar nas aulas de instalações elétricas ou eletroeletrônicas. Tá vendo como a gente tá ficando profissional [...] ³¹

A fala anunciada pelo estudante também se conecta com o diálogo exposto no Quadro 8. É possível perceber o amadurecimento dos conhecimentos gerados pela resolução dos problemas que surgiram ao longo do trabalho desenvolvido, o que torna perceptível o uso da placa acoplada a mais um novo recurso, exposto na Figura 39. Para além disto, um ponto observado, reforça a relação entre a disciplina propedêutica de matemática e a disciplina técnica de lógica de programação, de modo que potencializa a formação integral do estudante.

Figura 39 - Piano BBC Micro:bit no *Fritzing*



Fonte: Elaboração do autor (2023).

É possível concluir que a utilização de campeonatos, como metodologia de ensino, motivou os estudantes. Além disto, chega-se à definição de que a aplicação da placa BBC Micro:bit é facilmente adaptada a tais estratégias, conforme observado nos discursos gerados. Destarte, a presente seção se concentrou em apresentar a placa BBC Micro:bit integrada aos

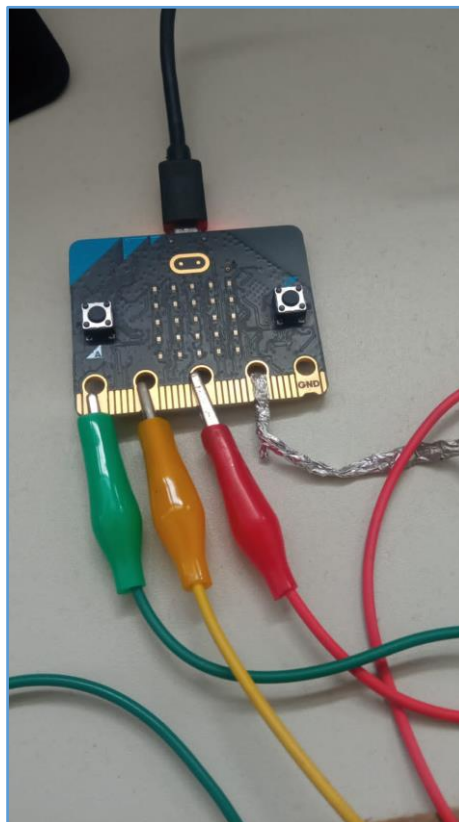
³¹ EB (Estudante B, 16 anos, sexo masculino). Relato colhido no dia 02 de novembro de 2022.

novos recursos possíveis, percebendo, então, que os conceitos matemáticos foram construídos durante a resolução dos problemas que surgiram.

É nítido que em cada projeto, os conhecimentos gerados ligavam-se aos seus respectivos problemas, apesar de a programação promovida pelo ambiente *Makecode* da placa BBC Micro:bit ter sido baseada nos conhecimentos matemáticos e fundamentados na lógica, tais como: os conectivos booleanos, os condicionantes, os intervalos numéricos, os valores máximos e mínimos, dentre tantos outros, de maneira que a criação das variáveis estava ligada à especificidade de cada projeto. Apesar das especificidades, esses conhecimentos expostos foram pontos pacíficos entre os diversos projetos, equivalendo exatamente às variáveis matemáticas construídas a partir dos recursos dispostos, facilmente adaptados à realidade da placa BBC Micro:bit.

A Foto 28 reproduz de modo fidedigno as dificuldades materiais e obstáculos impostos pela restrição de recursos, porém também demonstra a capacidade inventiva dos estudantes ao criarem suas próprias resoluções diante dessas limitações, não se permitindo estagnar em meio a barreiras. Aqui, tem-se o “remendo” de uma “garra jacaré” por um fio condutor de alumínio, criado pelos estudantes, sendo chamado de “gambiarra” devido à austeridade de recursos, tornando-se, então, a negação do impossível. A Foto 28 expõe a inventividade referida.

Foto 28 - Conexões do Piano BBC Micro:bit



Fonte: Registro do autor (2023).

Por fim, o protótipo foi concretizado, o que leva à reflexão semelhante à fala do estudante: “aquela besteirinha do *Scratch*” virou tudo isso aqui. O autor da dissertação percebe o amadurecimento dos estudantes, tanto com relação a conceitos matemáticos e ao aprendizado da linguagem quanto no que tange aos conceitos matemáticos, à linguagem de programação e à resolução dos seus problemas. Estes aspectos demonstram que a realidade vivida nos projetos é muito similar ao cotidiano das escolas públicas, considerando, portanto, o que foi feito na EEEP Maria Ângela da Silveira Borges, um ato de resistência a toda e qualquer forma de obstaculizar os saberes, permitindo o compartilhamento de conhecimentos que outrora não seriam possíveis, mas que estreitam a realidade local à de países desenvolvidos, com projetos já consolidados por políticas educacionais que inserem a robótica educacional em suas grades curriculares.

Deste modo, a pesquisa veio a desenvolver um produto educacional, que será descrito na seção seguinte, e que tem como objetivo, compartilhar materiais de desenvolvimento dos projetos, para que sirvam de inspiração a outros estudantes, bem como para outras comunidades escolares que possam vir a demonstrar interesse.

6 CARTILHA EDUCACIONAL: PROJETOS BBC MICRO:BIT: APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS E PROBLEMAS

Visando contribuir com a comunidade escolar pública, o presente capítulo descreve o produto tecnológico produzido a partir desta investigação. A proposta do produto é sistematizar metodologias, instrumentos e práticas para a adoção da robótica educacional na disciplina de Matemática, no 1º ano do Ensino Médio, mediante o uso de placas BBC Micro: bits e outros recursos de baixo custo.

Com base na proposta do mestrado profissional, que visa qualificar os discentes para o exercício da sua prática profissional, transferir conhecimentos para a sociedade, atendendo a demandas específicas, promover a articulação integrada da formação profissional com entidades demandantes e naturezas diversas e contribuir para agregar competitividade e aumentar a produtividade (BRASIL, 2017, p. 61).

A decisão do produto que está apresentado no formato de uma Cartilha Educacional Digital se deu devido ao processo investigado ter sido dinâmico e vivo. Novos projetos ocorrerão, novos membros integrarão, novas ferramentas tecnológicas, com suas devidas contribuições, surgirão, de modo que a Cartilha permitirá constantes atualizações. A ideia da Cartilha Educacional Digital toma por base o anunciado por Sousa (2010, p. 4):

[...] tal produto não é mera transposição didática de uma escola para a outra. Muito menos um material didático pronto para ser manipulado por professores e estudantes. Pelo contrário, é vivo, contém fluência, movimento e nunca está pronto e acabado, porque representa a dinâmica das aulas [...] vivenciada pelos estudantes.

É exatamente nessa ideia que se norteia a investigação atual, pois outros projetos surgirão com adoção de novos direcionamentos metodológicos. Assim, todos poderão contribuir para a formação do produto, pois ele é “vivo”, democrático, desenvolvido por estudantes para usufruto de toda a Comunidade Escolar, colocando-os como protagonistas da construção de seus conhecimentos e resolução dos seus problemas. Quanto ao professor, o docente segue a ocupar o lugar do qual sempre lhe foi conferido, o de mediador. Para a criação da Cartilha Educacional Digital (Foto 29), foram designados momentos que ao longo desta investigação foram vivenciados.

Foto 29 – Capa da Cartilha Educacional Digital.



Fonte: Elaboração do autor (2023).

Na apresentação dos projetos são evidenciadas as áreas do conhecimento, soluções tecnológicas propostas, habilidades e competência da BNCC (Foto 30). Para além disto, foi criado um momento denominando, contextualizando, no qual, o professor fará provocações iniciais. Após este momento, é designado a “hora do desafio”, momento este, que, tem como iniciativa colocar os estudantes na criação dos protótipos. São apresentados, também os materiais necessários e o código da programação.

Foto 30 - Material de suporte dos projetos em formato PDF

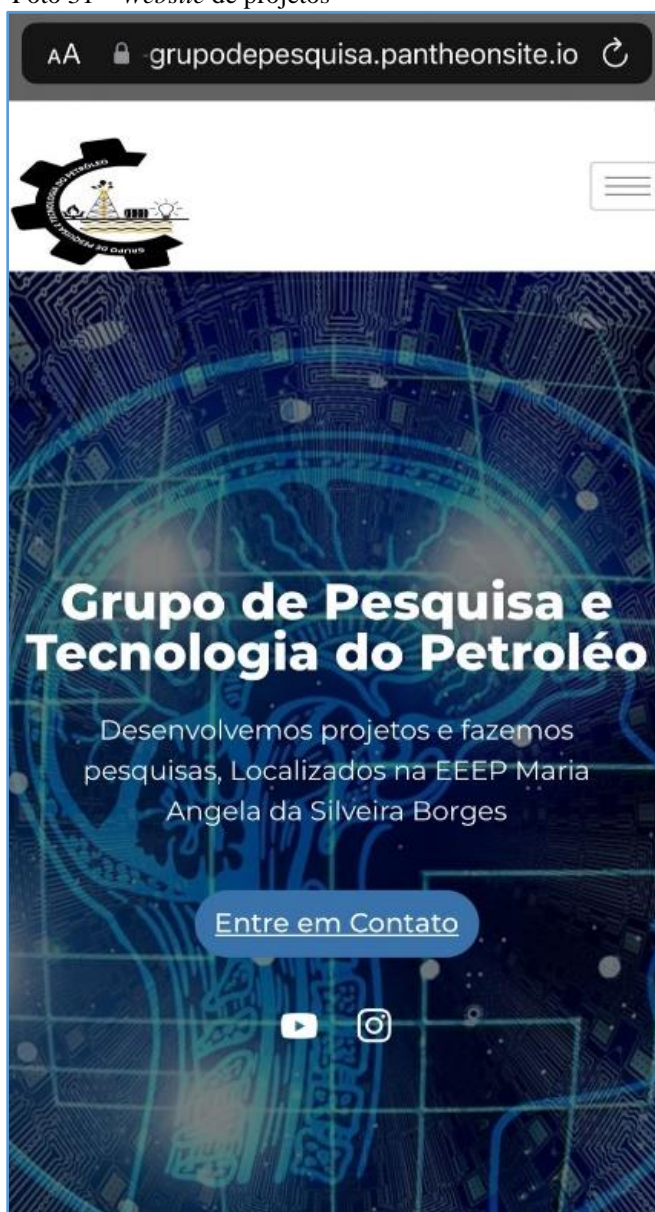


Fonte: Elaboração do autor (2023).

A Cartilha Educacional Digital também proporcionará sugestões de planos de aula a serem seguidos, baseados nos projetos, contando com áreas de conhecimento, solução tecnológica proposta, habilidades e competências contempladas pela BNCC, além de momentos denominados “Contextualizando”, na qual há uma abordagem inicial acerca do tema a ser trabalhada, “Hora do Desafio”, com a execução do protótipo, e programação com o código disponível para replicação nos projetos.

Para além da Cartilha Educacional Digital, foi construído um website (Foto 31) que permitirá o diálogo e as constantes atualizações, que o projeto de robótica irá desenvolver. Desta forma, o formato de um website, reúne a possibilidade de diferentes formatos de arquivo, além de permitir a interação entre aqueles que possuem interesses em comum.

Foto 31 – Website de projetos



Fonte: Registro do autor (2023).

O acesso ao *website* é alcançado através do *link*³², que poderá ser acessado, tanto através de *smartphones* quanto de computadores, sendo todo o material de livre acesso e de forma gratuita a todos.

³² Disponível em: <https://dev-grupodepesquisa.pantheonsite.io/>. Acesso em: 12 fev. 2023.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo será trazido o resgate de toda a trajetória vivenciada nesta investigação, bem como as dificuldades, as formas de superação produzidas em cada uma delas, os conhecimentos gerados e as recomendações para trabalhos futuros na área.

Considerando o crescimento de pesquisas ligadas à robótica educacional e a utilização de placas BBC Micro:bit, a presente pesquisa propôs-se a investigar como a robótica educacional, mediante o uso de placas BBC Micro:bits, alicerçada na aprendizagem baseada em problemas e projetos, pode favorecer a compreensão de conceitos matemáticos por estudantes do 1º ano do Ensino Médio.

Para o alcance desse objetivo, mapeou-se as principais dificuldades quanto à compreensão dos conceitos matemáticos dos estudantes, através do relatório de avaliação diagnóstica de matemática, realizado pelo Sistema *On-line* de Avaliação, Suporte e Acompanhamento Educacional. Na sequência, uma investigação etnográfica foi conduzida no intuito de delinear estratégias para a superação das dificuldades identificadas. Para isto, foram mapeadas todas as aulas, acompanhamentos dos projetos, mapas de notas e frequência escolar, o que permitiu elencar conteúdos, estratégias metodológicas, objetivos de aprendizagem e recursos digitais, relacionando a construção de conhecimentos matemáticos a partir da robótica educacional. A partir dos objetivos anteriores foi possível sistematizar metodologias, instrumentos e práticas para a adoção da robótica educacional na disciplina de Matemática, no 1º ano do Ensino Médio, mediante o uso de placas BBC Micro: bits e outros recursos de baixo custo, de forma que seja criado um modelo a ser replicado em cenários educacionais semelhantes. Tal modelo permitiu a construção de uma cartilha educacional digital, que consolidou-se como produto educacional desta investigação.

A investigação aconteceu no período compreendido de maio a dezembro de 2022, período em que foram mapeados onze aulas, cinco encontros de orientação de projetos e a Feira de Ciências, Tecnologia e Cultura. Para o mapeamento de tais momentos, foram realizadas as gravações das aulas, análises de documentos, oficiais e não oficiais, *prints*, questionários on-line, entrevistas semiestruturadas, dentre outros procedimentos para registro das informações.

A análise da perspectivaêmica foi construída no decorrer de uma longa jornada pelas aulas de robótica, associadas à disciplina de matemática, bem como os momentos de encontros e acompanhamentos de projetos. Estes acompanhamentos permitiram a criação de mapas conceituais, que colaboraram para identificar conteúdos, estratégias metodológicas de ensino, recursos digitais e as formas de avaliação. O olhar plural sobre estes momentos forjou

a compreensão dos processos de ensino e aprendizagem na disciplina de matemática, por meio da robótica educacional, com ênfase nas placas BBC Micro: bits.

Para alcançar todos os objetivos, utilizou-se a seguinte questão geral: Como a robótica educacional, mediante o uso de placas BBC Micro:bits, alicerçada na aprendizagem baseada em problemas/projetos, favoreceu o desenvolvimento da compreensão de conceitos matemáticos necessários aos estudantes do 1º ano do Ensino Médio? A partir da questão geral, um conjunto de oito questões analíticas veio à tona, tomando, então, esses questionamentos como referência, que permitiram uma seriação de dados sob a lupa de uma perspectivaêmica.

Tais questões secundárias contribuíram para: a identificação de estratégias metodológicas, alicerçadas na robótica educacional, sobre conteúdos matemáticos, comprometidos durante a suspensão das aulas presenciais, durante o período pandêmico da Covid-19; conteúdos matemáticos prejudicados; a superação de obstáculos diante do cenário desfavorável; análise das estratégias adotadas para a implementação da robótica educacional em conjunturas semelhantes ao Curso Técnico de Petróleo e Gás, a partir de uma perspectiva holística; a inserção da matemática em projetos interdisciplinares; a aplicação de funções e novos recursos na construção de conceitos matemáticos referentes aos projetos; a materialização e os avanços no processos de ensino e aprendizagem suscitados pelo projeto de robótica; e o afloramento de competências socioemocionais, nos estudantes, ao longo do período de execução do projeto.

Diante de tais resultados, selecionou-se o projeto Piano BBC Micro:bit, pois traz à tona revelações possíveis somente por meio de uma imersão com o grupo agente da investigação. Para isto, foram selecionados dois eventos ocorridos em momentos de acompanhamento do projeto; o primeiro decorrido em 17/10/2022 e o segundo em 24/10/2022, funcionando como *telling cases*, organizados em duas categorias.

A primeira categoria aborda a placa BBC Micro:bit como ferramenta para o ensino de programação e o desenvolvimento de conceitos matemáticos. Como ponto rico, a superação de problemas encontrados na formulação do protótipo e a limitação de materiais, levaram os estudantes à busca pela solução de tais problemas, utilizando-se de conceitos matemáticos e linguagens de programações; conceitos matemáticos, como: sistema matricial, arranjo e gama pitagórica (frações e potência). Para a solução dos problemas, os estudantes precisaram se mover para a criação de variáveis, porém, ao fomentá-las, aconteceu algo inesperado, ou seja, a “quebra de enquadre”, na qual os estudantes passaram a absorver uma nova linguagem de programação, a *Python*, de sorte que o ambiente de programação *Makecode*, da BBC Micro:bit,

permitia a conversão da linguagem de bloco em *Python* e vice-versa, possibilitando afirmar, que, no momento de aprender a programar, concomitantemente, aprende-se matemática.

A segunda categoria detém as possibilidades de aceitação da placa BBC Micro:bit a variantes metodológicas e de recursos, de maneira que demonstra o percurso executado pelos estudantes no Piano BBC Micro:bit, permitindo a visualização da maturação do projeto. Inicialmente, com o *Scratch* e a programação em bloco, houve a construção de conceitos matemáticos, como: conectivos booleanos, condicionantes, intervalos numéricos, valores mínimos e máximos, dentre outros. Os estudantes foram além, passando pelo *Tinkercade*, que os ajudou a consolidar um protótipo por meio da simulação, superando desafios, como a falta de materiais, introduzindo novas linguagens de programação, como o *Python*, que na perspectivaêmica dos estudantes, se mostrava um caminho mais acessível à criação de variáveis para a solução de problemas. Por fim, a utilização do *Fritizing*, recurso que auxiliou a introdução de componentes não disponíveis, bem como a apresentação do sistema de instalação eletroeletrônica.

A análise holística permitiu a analogia do que no “chão” da escola era desenvolvido, com outras realidades semelhantes, de modo que buscou-se elaborar um produto educacional baseado em metodologias, estratégias e práticas educacionais que dialogasse com seus semelhantes. Sendo assim, a construção do *website* se realizou pela possibilidade de constantes atualizações, e por se acreditar na continuidade do projeto, dos frutos gerados e dos que ainda estão por vir.

Destacam-se alguns desafios vivenciados na escrita desta dissertação, a começar pelos conceitos teóricos que fundamentam a pesquisa, no caso, a etnografia interacional. Foi somente por meio das leituras e discussões de textos ocorridas no grupo de pesquisa em etnografia interacional, lideradas pela orientadora e professora Doutora Priscila Barros David, que o autor da presente dissertação teve a compreensão necessária para atingir à conclusão da pesquisa.

O desafio seguinte deu-se pela implementação do próprio projeto, já que a realidade da escola pública enfrenta a falta de materiais ou a demora para adquiri-los, devido a morosos processos de licitação. Outro fator a superar foi a escassez de tempo investido nas próprias aulas, que apesar das orientações curriculares, ainda têm um caráter conteudista e bancário, sendo este a prioridade.

As dificuldades de coleta, análise dos resultados, gravação e transcrição das aulas, e a construção dos mapas conceituais tornaram o processo extremamente árduo, porém de tamanha importância dentro da perspectivaêmica, do entendimento da cultura do grupo

estudado, o que expõe o quão complexo é trabalhar com a etnografia como lógica de investigação.

Devido à condução de projetos interdisciplinares, chega-se a uma perspectiva mais ampla, STEAM, no sentido de ir além da própria disciplina de matemática aliada à robótica educacional. A leitura de artigos que tratam sobre a placa BBC Micro:bit como ferramenta para a implementação desse tipo de metodologia em países desenvolvidos estimula o autor da dissertação estudar a referida possibilidade para o cenário das escolas públicas do Ceará, sendo este, talvez, o maior legado para a educação como docente, que de forma análoga Bomeny (2001), ao trazer Darcy Ribeiro, afirma a escola como um “mini universo compensatório de vida e civilização”.

Por fim, como projeções futuras, visa-se mapear escolas, no município de Fortaleza, que lançam mão da prática da robótica educacional, com a utilização da placa BBC Micro:bit, investigando como o processo educacional se dá na perspectiva interdisciplinar, de forma que se fomente o compartilhamento de conhecimentos, sendo possível, também, a estruturação de cursos de formação para professores. Há também um desejo de ampla divulgação da Cartilha em escolas de ensino médio, a fim de promover a ampliação de acesso, através da criação de uma versão *web* responsiva, podendo se estender à adoção e repercussão do uso de outras plataformas, como: Arduíno, Rasp, ESP-32 e outras linguagens.

REFERÊNCIAS

AGAR, Michael. An anthropological problem, a complex solution. **Human Organization**, [s.l.], v. 63, n. 4, p. 411-418, 2004.

AGAR, Michael. Culture: can you take it anywhere? **International Journal of Qualitative Methods**, [s.l.], v. 5, n. 2, p. 1-12, 2006. Disponível em: http://www.ualberta.ca/~iiqm/backissues/5_2/PDF/agar.pdf. Acesso em: 1 jan. 2022.

AGAR, Michael. **Language shock: understanding the culture of conversation**. New York: Quill, 1994.

ALBERTONI, Neumar Regiane Machado. **Robótica educacional no ensino de matemática: como os conteúdos se fazem presentes**. 2020. 131 f. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos *et al.* Estratégias de ensinagem. *In*: ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos; ALVES, Leonir Pessate. **Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**. 5. ed. Joinville: UNIVILLE, 2005.

ARNOLD, S. *et al.* Integrating the BBC micro:bit into the computing curriculum: a case study in teacher professional development. *In*: WORKSHOP IN PRIMARY AND SECONDARY COMPUTING EDUCATION, 10., 2015, [s.l.]. **Proceedings** [...]. [S.l.: s.n.], 2015. p. 43-46.

ATKINSON, Paul; HAMMERSLEY, Martyn. Ethnography and participant observation. *In*: DENZIN, Norman K.; LINCOLN, Yvonna S. (ed.). **Handbook of qualitative research**. 3th ed. London: Sage, 2005. p. 248-261.

AUDIÊNCIA PÚBLICA: ROBÓTICA EDUCACIONAL, 4., 2017, Brasília, DF. **Anais** [...]. Brasília, DF: FNDE: Ministério da Educação, 2017. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/index.php/acoes/compras-governamentais/compras-nacionais/audiencias-publicas/item/10787-audi%C3%Aancia-p%C3%ABlica-n%C2%BA-4-2017-%E2%80%93-rob%C3%B3tica-educacional>. Acesso em: 4 mar. 2023.

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AZEVEDO, Greiton Toledo de; MALTEMPI, Marcus Vinicius. Aprendizaje matemático y tecnologías digitales: invenciones robóticas para el tratamiento de Parkinson. **Revista Paradigma**, [s.l.], v. 41, n. 2, p. 81-101, ago. 2020. Extra.

AZEVEDO, Greiton Toledo de; MALTEMPI, Marcus Vinicius. Invenções robóticas para o tratamento de Parkinson: pensamento computacional e formação matemática. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, [s.l.], v. 35, p. 63-88, 2021.

AZEVEDO, Greiton Toledo de; MALTEMPI, Marcus Vinicius. Processo de aprendizagem de matemática à luz das metodologias ativas e do pensamento computacional. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 26, p. 1-18, 2020.

BARBOSA, Eduardo Fernandes; MOURA, Dácio Guimarães de. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. **Boletim Técnico do Senac**, [s.l.], v. 39, n. 2, p. 48-67, 2013.

BASSALOBRE, Janete. Ética, responsabilidade social e formação de educadores. **Educação em Revista**, [s.l.], v. 29, n. 1, p. 311-317, mar. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/vzL9yJvvpQ4Mc9PKGps3MkD/?lang=pt>. Acesso em: 1 jan. 2021.

BELL, T. *et al.* BBC micro:bit and teachers: perceptions, barriers, and opportunities. *In: WORKSHOP ON PRIMARY AND SECONDARY COMPUTING EDUCATION*, 12., 2017, [s.l.]. **Proceedings** [...]. [S.l.: s.n.], 2017. p. 89-94.

BENDER, William N. **Aprendizagem baseada em projetos**: educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: Penso, 2014.

BERBEL, Neusi. As metodologias ativas e a promoção da autonomia dos estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011. Disponível em: <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/10326/0>. Acesso em: 13 nov. 2021.

BIAGAS, Gustavo Bentancor *et al.* El plan CEIBAL y el uso de tecnología digital con sentido pedagógico para la enseñanza de la matemática: el caso de la placa micro:bit. **Revista Iberoamericana de Educación**, [s.l.], v. 87, n. 1, p. 197-215, 2021.

BLOOME, David. Classroom ethnography. *In: GRENFELL, Michael et al.* (ed.). **Language, ethnography, and education**: bridging new literacy studies and Bourdieu. Nova York: Routledge, 2012.

BLOOME, David; EGAN-ROBERTSON, Ann. The social construction of intertextuality in classroom reading and writing lessons. **Reading Research Quarterly**, v. 28, n. 4, p. 305-333, Oct./Dec. 1993.

BOMENY, Helena Maria Bousquet. **Darcy Ribeiro**: sociologia de um indisciplinado. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001. (Humanitas, v. 66).

BORGES, Luiz Eduardo. **Python para desenvolvedores**. Rio de Janeiro: Edição do Autor, 2010. Disponível em: https://ark4n.files.wordpress.com/2010/01/python_para_desenvolvedores_2ed.pdf. Acesso em: 13 nov. 2021.

BRANDHOFER, Gerhard. The micro:bit and computational thinking: evaluation results of a computational project. *In: INTERNATIONAL CONFERENCES MOBILE LEARNING; EDUCATIONAL TECHNOLOGIES*, 2021, [s.l.]. **Proceedings** [...]. [S.l.: s.n.], 2021.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm
Acesso em: 15 fev. 2023.

BRASIL. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Portaria nº 389, de 23 de março de 2017. Dispõe sobre o mestrado e doutorado profissional no âmbito da pós-graduação stricto sensu. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 mar. 2017. Disponível em: <https://capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/24032017-PORTARIA-No-389-DE-23-DE-MARCO-DE-2017.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2000a. v. 2.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2000b. v. 3.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 1997. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro03.pdf>. Acesso em: 6 jan. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **PISA 2018 revela baixo desempenho escolar em leitura, matemática e ciências no Brasil**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/211-218175739/83191-pisa-2018-revela-baixo-desempenho-escolar-em-leitura-matematica-e-ciencias-no-brasil>. Acesso em: 20 jul. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Pregão eletrônico nº 4/2018: registro de preços nacional**. Brasília, DF: FNDE, 2018. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/acoes/compras-governamentais/compras-nacionais/pregoes-eletronicos/item/11348-preg%C3%A3o-eletr%C3%B4nico-n%C2%BA-4-2018-%E2%80%93-registro-de-pre%C3%A7os-nacional>. Acesso em: 4 mar. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução do Conselho Superior nº 161, de 16 de setembro de 2016**. Cria o Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica e aprovar seu Regulamento interno. [S.l.]: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, 2016. Disponível em: https://portal.ifsuldeminas.edu.br/images/PDFs/PPPI_/cursosposgraduacao/pocosdecaldas/mestradoprofissional/Resolu%C3%A7%C3%A3o_Conselho_Superior_IFES_N%C2%BA_161-2016_-_Cria%C3%A7%C3%A3o_Programa_P%C3%B3s-Gradua%C3%A7%C3%A3o_ProfEPT.pdf. Acesso em: 10 dez. 2017.

CARLBORG, Niklas *et al.* The scope of autonomy when teaching computational thinking in primary school. **International Journal of Child-Computer Interaction**, [s.l.], v. 21, p. 130-139, Sept. 2019.

CARVALHO, Tereza Cristina Dourado Carrah Vieira; SILVA, Valdeir Lira Pessoa e; DAVID, Priscila Barros. BBC Micro: bit, laptops e tablets: uma proposta metodológica híbrida para o ensino da linguagem musical nos anos iniciais do ensino fundamental. *In*: CIET; CIESUD, 2022, [s.l.]. **Anais [...]**. [S.l.: s.n.], 2022.

CASTANHEIRA, Maria Lúcia. **Aprendizagem contextualizada**: discurso e inclusão na sala de aula. Belo Horizonte: Ceale: Autêntica, 2004.

CASTANHEIRA, Maria Lucia; GREEN, Judith. **Etnografia interacional como uma lógica de investigação dos processos de construção de oportunidades para aprendizagem**. [S.l.: s.n.], [2005]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/256116918_Etnografia_interacional_como_uma_logicadeinvestigacao_dos_processos_de_construcao_de_oportunidades_para_aprendizagem. Acesso em: 23 out. 2021.

CASTANHEIRA, Maria Lucia *et al.* Interactional ethnography: an approach to studying the social construction of liberate practices. **Linguistics and Education**, [s.l.], v. 11, n. 4, p. 353-400, 2001.

CEARÁ. Secretaria da Educação. **Ceará Científico**. Fortaleza: SEDUC, 2017. Disponível em: <https://www.seduc.ce.gov.br/ceara-cientifico/>. Acesso em: 4 mar. 2023.

CEARÁ. Secretaria da Educação. **Educação profissional**: apresentação. Fortaleza: SEDUC, 2015. Disponível em: <https://educacaoprofissional.seduc.ce.gov.br/apresentacao/>. Acesso em: 20 jul. 2023.

CIAVATTA, Maria. Trabalho como princípio educativo. *In*: ESCOLA POLITÉCNICA DE SAÚDE JOAQUIM VENÂNCIO. **Dicionário da educação profissional em saúde**. 2. ed. rev. ampl. Rio de Janeiro: EPSJV, 2008. p. 408-415.

COELHO, Yasmin Rodrigues; COELHO, Alexsandro Ferreira; SANTOS, Maricélia Silva. A utilização de simuladores virtuais no ensino da robótica durante a pandemia. *In*: MOSTRA NACIONAL DE ROBÓTICA, 2020, [S.l.]. **Anais [...]**. [S.l.: s.n.], 2020.

CORREIA, Maria da Conceição. A observação participante enquanto técnica de investigação. **Pensar Enfermagem**, [s.l.], v. 13, n. 2, p. 30-36, 2. sem. 2009. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/23968>. Acesso em: 10 set. 2021.

CORSARO, William. Entering the child's world: research strategies for field entry and data collection. *In*: GREEN, J. L.; WALLAT, C. (ed.). **Ethnography, and language in educational settings**. Norwood: Ablex Publishing Corporation, 1981. p. 117-146.

CORSARO, William A. **Friendship and peer culture in the early years**. Norwood: Ablex, 1985.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Da realidade à ação**: reflexões sobre educação e matemática. [S.l.]: Grupo Editorial Summus, 1986.

DAVID, Priscila Barros; GREEN, Judith L.; SANTOS, Vanessa Ellen Cacao. Contextos de aprendizagem para interações contingentes em fóruns de discussão online: uma investigação à luz da etnografia interacional. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 9.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 31., 2020, [S.l.]. **Anais [...]**. [S.l.: s.n.], 2020. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/12789/12643>. Acesso em: 3 mar. 2023.

DEWEY, John. **Vida e educação**. 10. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

DUCH, Barbara J.; GROH, Susan E.; ALLEN, Deborah E. **The power of problem-based learning**: a practical “how to” for teaching undergraduate courses in any discipline. Sterling: Stylus Publishing, 2001.

ENEMARK, Stig; KJAERSDAM, Finn. El ABP en la teoría y la práctica: la experiencia de Aalborg sobre la innovación del proyecto en la enseñanza universitaria. *In*: ARAÚJO, Ulisses F.; VILARRADA, Genoveva Satre. **El aprendizaje basado en problemas**: una nueva perspectiva de la enseñanza en la universidad. [S.l.]: Gedisa, 2008. p. 67-91.

ESPADA, Henrique Lima; LIMA FILHO, R.; LIMA, Espada. **A micro-história italiana**: escalas, indícios e singularidades. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sergio. **Investigação em educação matemática**: percursos teóricos e metodológicos. 3. ed. Campinas: Autores Associados, 2012.

FLANAGAN, David. **JavaScript**: o guia definitivo. Porto Alegre: Bookman Editora, 2004.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Política e educação**. 2. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2015.

FREITAS, Maria Teresa. Letramento digital e formação de professores. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 26, n. 3, p. 335-352, dez. 2010.

GIBSON, Seanpaul; BRADLEY, Patrick. A study of Northern Ireland key stage 2 pupils’ perceptions of using the BBC micro:bit in STEM education. **The STEP Journal**, v. 4, n. 1, p. 15-41, 2017.

GOGONI, Ronaldo. O que é hardware? *In*: MOBILON MÍDIA. **Blog Tecnoblog**. [s.l.], mar. 2023. Disponível em: <https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-hardware/#:~:text=Hardware%20C3%A9%20todo%20componente%20f%C3%ADsico,a%20parte%20e%20igualmente%20importante>. Acesso em: 16 de jan. 2023.

GUIA de e-commerce. [S.l.: s.n.], 2013. Disponível em: <http://guiadeecommerce.com.br/plataformas-de-ecommerce-open-source/>. Acesso em 8 abr. 2023.

GREEN, Judith Lee; BLOOME, David. Ethnography and ethnographers of and in education: a situated perspective. *In*: FLOOD, James; HEATH, Shirley Brice; LAPP, Diane (ed.). **Handbook for literacy educators**: research in the communicative and visual arts. New York: McMillan, 1997. p. 181-202.

GREEN, Judith; CASTANHEIRA, Maria Lucia. **Etnografia interacional como uma lógica-de-investigação dos processos de construção de oportunidades para aprendizagem**. [S.l.: s.n.], 2003.

GREEN, Judith; CASTANHEIRA, Maria Lucia. Exploring classroom life and student learning: an interactional ethnographic approach. *In*: KAUR, Baljit (ed.). **Understanding teaching and learning**. [S.l.]: Brill Sense, 2012. p. 53-65.

GREEN, Judith L.; DIXON, Carol N.; ZAHARLICK, Amy. Ethnography as a logic of inquiry. *In*: FLOOD, James *et al.* (ed.). **Methods of research on teaching the English language arts**. [S.l.]: Routledge, 2005. p. 155-204. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781410612083-10/ethnography-logic-inquiry-judith-green-carol-dixon-amy-zaharlick>. Acesso em: 14 set. 2022.

GREEN, Judith L.; SKUKAUSKAITE, Audra; BAKER, W. Douglas. Ethnography as epistemology: an introduction to educational ethnography. *In*: COE, Robert *et al.* **Research methods and methodologies in education**. [S.l.: s.n.], 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/257927928_Ethnography_as_epistemology_An_introduction_to_educational_ethnography. Acesso em: 23 out. 2022

GREEN, Judith Lee; DIXON, Carol N.; ZAHARLICK, Amy. Ethnography as a logic of inquiry. *In*: FLOOD, James *et al.* (ed.). **Handbook of research on teaching the English language arts**. 2nd. ed. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2003. p. 201-224.

HAYWARD, D. J.; TOVEY, M. BBC micro:bit and its potential for embedding computational thinking across the curriculum. **Education and Information Technologies**, [s.l.], v. 22, n. 6, p. 2905-2917, 2017

HEATH, Shirley Brice. Ethnography in education: defining the essentials. *In*: GILMORE, Perry; GLATTHORN, Allan A. (ed.). **Children in and out of school: ethnography and education**. Washington, DC: Center for Applied Linguistics, 1982. p. 33-55.

HOUGHTON, Anthony *et al.* KIKS creativity and technology for all. **Open Education Studies**, [s.l.], v. 1, n. 1, p. 198-208, 2019.

HUNG, Woei. The 9-step problem design process for problembased learning: application of the 3C3R model. **Educational Research Review**, [s.l.], v. 4, n. 2, p. 118-141, 2009.

JESUS, Diego Santos de; ERTHAL, João Paulo Casaro; COLISTETE JÚNIOR, Roberto. Uso do BBC micro:bit como acelerômetro em atividades experimentais para o ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s.l.], v. 44, p. 1-7, 2022.

KAFAI, Yasmin B.; RESNICK, Mitchel (org.). **Constructionism in practice: designing, thinking, and learning in a digital world**. [S.l.]: Routledge, 1996.

KILPATRICK, William Heard. **Foundations of method: informal talks on teaching**. [S.l.]: Macmillan, 1925.

KNOLL, Michael. The Project method: its vocational education origin and international development. **Journal of Industrial Teacher Education**, v. 34, n. 3, p. 59-80, spring 1997.

LAM, Kee-Fui Turner *et al.* Developing critical thinking in a STEAM classroom. *In*: INTERNATIONAL CONGRESS ON EDUCATIONAL AND TECHNOLOGY IN SCIENCES, 2019, [S.l.]. **Proceedings [...]**. [S.l.: s.n.], 2019. p. 82-90.

LEITE, Laurinda; ESTEVES, Esmeralda. Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas na licenciatura em ensino de física e química. *In: CONGRESSO GALAICO PORTUGUÊS PSICOPEDAGOGIA*, 8., 2005, [S.l.]. **Anais [...]**. [S.l.: s.n.], 2005.

LIMA, Henrique Espada. **A micro-história italiana: escalas, indícios e singularidades**. Rio de Janeiro: Record, 2006.

LOGO FOUNDATION. **A logo primer**. [S.l.]: Logo Foundation, 2015. Disponível em: https://el.media.mit.edu/logo-foundation/what_is_logo/logo_primer.html. Acesso em: 4 mar. 2023.

LOPES, Renato Matos; SILVA FILHO, Moacelio Veranio; ALVES, Neila Guimarães (org.). **Aprendizagem baseada em problemas: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores**. Rio de Janeiro: Publiki, 2019.

MARCÃO, Cristina Isabel Conchinha. **Robots & necessidades educativas especiais: o desenho de uma oficina de formação para a aplicação da robótica educativa em contexto inclusivo**. Orientador: João José de Carvalho Correia de Freitas. 2017. 347 f. Dissertação (Doutorado em Ciências de Educação) – Universidade Nova de Lisboa, [Lisboa], 2017.

MARTINS, Daiana Bragueto. **Avaliação de habilidades e de atitudes em abordagem de problem-based learning no ensino de controle gerencial**. 2013. Dissertação (Mestrado em Contabilidade) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos. Robótica educacional. *In: EDUCA BRASIL. Dicionário interativo da educação brasileira*. São Paulo: Midiamix Editora, 2015. Disponível em: <https://www.educabrasil.com.br/robotica-educacional/>. Acesso em: 5 mar. 2023.

MOURA, Dante Henrique. **Trabalho e formação docente na educação profissional**. Curitiba: Instituto Federal do Paraná, 2014. (Coleção Formação Pedagógica, v. 3). Disponível em: <http://portal.ifrn.edu.br/pesquisa/editora/livros-para-download/trabalho-e-formacao-docente-na-educacao-profissional-dante-moura>. Acesso em: 13 jul. 2023.

MORAES, Maria Candida. Informática educativa no Brasil: um pouco de história. **Em Aberto**, Brasília, DF, ano 12, n. 57, p. 17-26, jan./mar. 1993.

NEVES, Vanessa Ferraz Almeida. **Tensões contemporâneas no processo de passagem da educação infantil para o ensino fundamental: um estudo de caso**. 2010. 271 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

NOVAIS, Edcleide da Silva Pereira; MENDONÇA, Daelcio Ferreira Campos. Fora da escola não pode! Busca ativa escolar na pandemia. **Revista Latino-Americana de Estudos Científicos**, [s.l.], v. 2, n. 10, p. 190-200, 2021.

OLIVEIRA, Cacilda Lages. **Significado e contribuições da afetividade, no contexto da metodologia de projetos, na educação básica**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Centro Federal de Educação Tecnológica, Belo Horizonte, 2006.

OLIVEIRA, Maria Rafaela de *et al.* As contribuições da teoria piagetiana para o processo de ensino-aprendizagem. *In: FÓRUM INTERNACIONAL DE PEDAGOGIA*, 5., Campina Grande. **Anais** [...]. Campina Grande: Realize Editora, 2013.

OLSEN, Wendy. **Coleta de dados**: debates e métodos fundamentais em pesquisa social. [S.l.]: Penso Editora, 2015.

PAPERT, Seymour. Computer Criticism vs. technocentric thinking. **Tópicos Educacionais**, Recife, v. 8, n. 2, p. 108-111, jul./dez. 1990.

PAPERT, Seymour. **Logo**: computadores e educação. Tradução de José Arnaldo Valente; Beatriz Bitelman e Afira Ripper Vianna. São Paulo: Brasiliense, 1985.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PAWLOWSKI, Charlotte Skau *et al.* Children's physical activity behavior during school recess: a pilot study using GPS, accelerometer, participant observation, and go-along interview. **Plos One**, [s.l.], v. 11, n. 2, p. 1-17, Feb. 2016. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0148786&type=printable> e. Acesso em: 1 jan. 2022.

PEARCE, A. *et al.* BBC micro:bit and the pedagogy of tinkering. **ACM Transactions on Computing Education (TOCE)**, [s.l.], v. 18, n. 3, p. 1-19, 2018.

PORCHEDDU, Alba. Os desafios da educação: aprender a caminhar sobre areias movediças. Tradução: Neide Luzia de Rezende e Marcello Bulgarelli. Entrevistado: Zygmunt Bauman. **Cadernos de Pesquisa**, [s.l.], v. 39, n. 137, p. 661-684, maio/ago. 2009.

POZZER, Cesar Tadeu. **Introdução à programação orientada a objetos na linguagem c++**. [Santa Maria]: Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

PRAIS, Jacqueline Lidiane Souza; ROSA, Vanderley Flor da. Nuvem de palavras e mapa conceitual: estratégias e recursos tecnológicos na prática pedagógica. **Nuances: Estudos sobre Educação**, [s.l.], v. 28, n. 1, p. 201-219, 2017.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Universidade FEEVALE, 2013. Disponível em: <https://www.feevale.br/institucional/editora-feevale/metodologia-do-trabalho-cientifico---2-edicao>. Acesso em: 4 mar. 2023.

REZENDE, Adriano Alves; SILVA-SALSE, Angela Ruth. Utilização da aprendizagem baseada em problemas (ABP) para o desenvolvimento do pensamento crítico (PC) em matemática: uma revisão teórica. **Educação Matemática Debate**, Montes Claros, v. 5, n. 11, p. 1-21, 2021.

RIST, Ray C. Blizkrieg ethnography: on the transformation of a method into a movement. **Educational Researcher**, v. 9, n. 2, p. 8-10, Feb. 1980.

ROCHA, Ana Luiza Carvalho da; ECKERT, Cornelia. Etnografia: saberes e práticas. *In*: PINTO, Célia Regina Jardim; GUAZZELLI, César Augusto Barcellos. **Ciências humanas: pesquisa e método**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 2008. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/30176/000673630.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2021.

ROCHA FILHO, João Bernardes da; BASSO, Nara Regina de Souza; BORGES, Regina Maria Rabello. **Transdisciplinaridade: a natureza íntima da educação científica**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

SAFTEC. **Plataforma de código fechado: será que ainda é a melhor opção?** Recife: Safetec, 2022. Disponível em: <https://safetec.com.br/cloud-computing/plataforma-de-codigo-fechado/#:~:text=Afinal%2C%20a%20cultura%20do%20open,Android%2C%20Linux%20e%20tantas%20outras>. Acesso em: 4 mar. 2023.

SANTOS, Railane Costa; SILVA, Maria Deusa Ferreira da. A robótica educacional: entendendo conceitos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 13, n. 3, p. 345-366, set./dez. 2020.

SCHUHMACHER, Elcio *et al.* **Ensino de robótica educacional livre como metodologia ativa para a promoção da aprendizagem significativa em ciências e tecnologias**. [S.l.: s.n.], 2018.

SCRATCH FOUNDATION. **Scratch-Brasil**. [S.l.]: Rede Brasileira de Aprendizagem Criativa: Grupo Lifelong Kindergarten: MIT Media Lab, 2020. Disponível em: <https://scratchbrasil.org.br/>. Acesso em: 4 mar. 2023.

SENEVIRATNE, Pradeeka. **Beginning BBC micro:bit: a practical introduction to micro:bit development**. [S.l.]: Apress, 2018.

SENTANCE, Sue *et al.* Creating cool stuff pupils experience of the BBC micro: bit. *In*: ACM SIGCSE TECHNICAL SYMPOSIUM ON COMPUTER SCIENCE EDUCATION, 2017, [s.l.]. **Proceedings** [...]. [S.l.: s.n.], 2017. p. 531-536.

SILVA, Mateus de Paula da; FROTA, Vitor Bremgartner da; CAVALCANTE, Marisa. Ensino de programação para estudantes de tecnologia por meio de um laboratório remoto de robótica educacional. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 37233-37249, jun. 2020.

SILVA, Valdeilson Ramos da. Projeto IOT for teachers-internet das coisas para professores. *In*: INTEGRA, 2022, Campo Grande. **Anais** [...]. Campo Grande: UFMS, 2022.

SIMONATO, Adriano Luís; DIAS, Maria Palmira Minholi. A relação matemática e música. **Revista Fafibe On-line**, Bebedouro, v. 1, n. 1, p. 1-6, 2011. Disponível em: <https://www.unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/revistafafibeonline/sumario/9/18052011154859.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2023.

SOUSA, Maria do Carmo de. Produtos Educacionais de Matemática elaborados por professores da educação no âmbito do NIPEM. *In: ENCONTRO DA REDE DE PROFESSORES, PESQUISADORES E LICENCIANDOS DE FÍSICA E DE MATEMÁTICA*, 2., 2010, São Carlos. **Anais** [...]. São Carlos: UFSCar, 2010. Disponível em: http://www.enrede.ufscar.br/participantes_arquivos/E3_Sousa_TA.pdf. Acesso em: 15 fev. 2023.

SPRADLEY, James P. **Participant observation**. New York: Cengage Learning, 1980.

TOMA, Radu Bogdan. Measuring acceptance of block-based coding environments. **Technology, Knowledge and Learning**, [s.l.], v. 28, p. 241-251, 2023.

VALENTE, José Armando. Informática na educação no Brasil: análise e contextualização histórica. *In: VALENTE, José Armando (org.). O computador na sociedade do conhecimento*. Campinas: UNICAMP: NIED, 1999. p. 1-27.

VALENTE, José Armando. **Liberando a mente**: computadores na educação especial. Campinas: Gráfica Central da UNICAMP, 1991.

VALENTE, Wagner Rodrigues. Osvaldo Sangiorgi e o Movimento da Matemática Moderna no Brasil. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 8, n. 25, p. 583-613, set./dez. 2008. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/dialogoeducacional/article/view/3724>. Acesso em: 16 out. 2021.

VYGOTSKY, Lev Semionovitch. **Psicologia pedagógica**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

WANG, Patrick *et al.* Learning with robots in CS and STEM education: a case study with ISEP-ROB0. *In: WORKSHOP ON ROBOTS FOR LEARNING AT ACM/IEEE HRI*, 4., 2018, [S.l.]. **Proceedings** [...]. [S.l.: s.n.], 2018.

ZAHARLICK, Amy; GREEN, Judith Lee. Ethnographic research. *In: FISCHER, Douglas; LAPP, Diane. Handbook of teaching of the English language arts*. [S.l.]: Macmillan Editors: Flood: Jensen: Lapp: Squire, 1991. p. 205-225.

ZILIO, Charlene. **Robótica educacional no ensino fundamental I**: perspectivas e práticas voltadas para a aprendizagem da matemática. Orientadora: Márcia Finimundi Nóbile. 2020. 72 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

APÊNDICE A – DESCRIÇÃO DA LÓGICA DE INVESTIGAÇÃO DA PESQUISA

Questão geral
<p>Como a robótica educacional, mediante o uso de placas BBC Micro:bits, alicerçada na aprendizagem baseada em problemas/projetos, pode favorecer a compreensão de conceitos matemáticos por estudantes do 1º ano do Ensino Médio?</p>
Questões secundárias
<p>1 Questão proposta: A adoção da robótica educacional na EEEP Maria Ângela da Silveira Borges vem acontecendo desde 2018, com a criação de um projeto denominado “Bombeio mecânico com hastes”, que se baseava na reprodução de um protótipo de perfuração de poços de petróleo. Em 2019, houve a disseminação da proposta de robótica educacional entre os estudantes, devido às práticas exitosas do ano anterior, permitindo a construção de um drone detector de vazamento de gás. O avanço da robótica educacional na instituição lócus da pesquisa é visível desde o aprimoramento do protótipo “drone”, mas, principalmente, da aprendizagem adquirida pelos estudantes, sendo possível aferir conhecimentos básicos da linguagem de programação. Contudo, o cenário educacional foi conturbado pela pandemia da Covid-19, culminando com a interrupção do projeto e, conseqüentemente, o comprometimento do próprio desempenho na disciplina de matemática. No dia 18 de setembro de 2021, por meio do Decreto Estadual de nº 34.254, houve a liberação para o retorno integral dos estudantes às atividades escolares presenciais. Naquele contexto, surgiu o seguinte questionamento: Como implementar um projeto de robótica que contemple conceitos matemáticos que foram comprometidos durante a suspensão das aulas presenciais?</p> <p>Dados representativos: levantamento de recursos tecnológicos atuais, com ênfase na robótica educacional, de fácil manuseio pelos estudantes e colaborativos para a compreensão de conceitos matemáticos, além do baixo custo de aquisição.</p> <p>Eventos de análise: por meio de uma revisão sistemática integrativa, foi possível a identificação dos principais benefícios da implementação da placa BBC Micro:bit, bem como as principais áreas e conteúdos abordados, metodologias e teorias de aprendizagem com a utilização das placas.</p>
<p>1.1 Questão proposta: Considerando a 1ª série do curso técnico em petróleo e gás, percebeu-se considerável quantidade de estudantes com baixo desempenho, na disciplina de matemática. Para recuperá-los havia a necessidade de catalogação dos indivíduos em condição mais crítica, conteúdos mais afetados e os períodos mais sensíveis. Tais aspectos</p>

geraram a seguinte indagação: Que conteúdos matemáticos foram mais comprometidos ao longo dos bimestres percorridos em regime de aulas não presenciais?

1.2 Dados representativos: O relatório de avaliações diagnósticas de matemática, acessado no Sistema Online de Avaliação, Suporte e Acompanhamento Educacional (SISEDU), de responsabilidade da Coordenadoria Estadual de Formação Docente e Educação a Distância (CODED/LED),

1.2 Eventos de análise: Identificação do percentual de alunos com relação aos acertos das avaliações, assim como os descritores e habilidades de maior dificuldade, apresentadas pelos estudantes.

2. Questão proposta: Uma vez identificados os conteúdos de aprendizagem mais baixa, aulas foram planejadas com o intuito de atingir a sua recuperação. O lócus da pesquisa não contava com material que favorecesse a implementação de qualquer projeto de robótica educacional, contudo, a partir do engajamento dos professores, houve a possibilidade de um planejamento adaptado à realidade escolar. Diante deste quadro, surgiu o seguinte questionamento: Quais estratégias metodológicas foram adotadas para superar os obstáculos de cenário tão desfavorável?

Dados representativos: Mapeamento de onze aulas presenciais ocorridas de abril a agosto de 2022, por intermédio da transcrição das aulas gravadas. Utilizando-se do kit de transmissão de áudio e vídeo, composto de dois computadores completos, duas câmeras HD com tripé e dois microfones, cedidos pela SEDUC-CE.

Eventos de análise: Os diagramas 3,5,6,7,8,9 e os quadros 2 e 3 (Mapeamento correspondente às aulas e aos acompanhamentos de projetos que foram discutidos na subseção 5.1.1, denominada “As aulas de robótica na dinâmica do aprendizado”, possibilitaram a identificação da forma em que as aulas ocorreram, elencando as seguintes categorias: data de ocorrência, conteúdo abordado e metodologia aplicada.

2.1 Questão proposta: A partir das estratégias e metodologias adotadas pelos professores no confronto às dificuldades apontadas, no âmbito da EEEP Maria Ângela da Silveira Borges, forjou-se a necessidade de compreender as ações de enfrentamento para além do lócus investigativo. À face do exposto, irrompeu a pergunta seguinte: Analisando de forma holística a rede de educação profissional, quais as estratégias e recursos adotados para a implementação de robótica, em conjunturas semelhantes ao Curso Técnico em Petróleo e Gás?

2.2 Dados representativos: Aplicação de um questionário a 21 professores dos cursos técnicos de produção industrial, dos quais 14 responderam.

Eventos de análise: O questionário permitiu a análise das respostas obtidas, servindo para comparar atribuições, estratégias, metodologias e recursos. As respostas obtidas por meio do questionário aplicado aos professores auxiliaram a realização de uma análise comparativa entre os cursos semelhantes ao de Petróleo e Gás, ofertados pela EEEP Maria Ângela da Silveira Borges. Para além, essa análise propiciou a observância do desconhecimento quanto à existência das placas BBC Micro:bits como instrumento de suporte para a superação das dificuldades apresentadas. As respostas dos professores apontaram para a utilização da robótica educacional por meio de um *kit* de robótica fornecido pela Seduc, conforme pode ser visto nas fotos 18 e 19.

3. Questão proposta: A escola Maria Ângela da Silveira Borges contempla em seu calendário anual, eventos que suplantam as atividades puramente de sala de aula, como a Feira de Ciências, Tecnologia e Cultura, que tem como objetivo fomentar nos estudantes a iniciação dos pensamentos científico e acadêmico, dialogando com os quatro campos do conhecimento: Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Devido ao grande engajamento dos estudantes, a coordenação pedagógica solicitou aos professores, que, no momento das aulas, fossem dispostos momentos de orientação para o acompanhamento de projetos com foco na Feira de Ciências. Inserida neste cenário, desponta a seguinte questão: Como projetos interdisciplinares, aparentemente desvinculados da ciência matemática, poderiam inseri-la nessa conjunção?

Dados representativos: A catalogação e mapeamento do acompanhamento dos projetos.

Eventos de análise: O mapeamento dos projetos e as habilidades contempladas neles permitiram a criação dos quadros 4 e 5. Os quadros possibilitaram a visualização de informações, tais como: data, tema abordado no acompanhamento, orientadores, área de conhecimento, soluções propostas pelos trabalhos, habilidades e competências que extrapolaram as áreas, inicialmente pretendidas, e, a partir de então, passaram a dialogar com a disciplina de matemática.

Questão proposta: Durante a implementação do projeto de robótica educacional, estudantes e professor construía juntos as propostas de condução das aulas. A liberdade e a autonomia que foram concedidas aos estudantes permitiram que eles utilizassem diferentes funções das placas BBC Micro:bits, bem como integraram novos recursos às BBC Micro:bits. Considerando a perspectiva citada acima: Como as funções e os novos recursos utilizados, viabilizaram a construção dos projetos destinados à Feira de Ciências, Tecnologia e Cultura?

Dados representativos: Levantamento dos novos recursos e funções que foram executados na condução do projeto.

Eventos de análise: Para o evento analisado, foi realizado um levantamento que relacionava as funções utilizadas para os recursos captados. Este levantamento permitiu identificar como outros recursos, para além das placas BBC Micro:bits, favoreciam a condução de projetos de robótica educacional.

4. Questão proposta: Anualmente, conselhos escolares são realizados na escola, com o intento de avaliar o conhecimento adquirido pelos estudantes. A efetivação do projeto, em 2022, aconteceu de maneira contínua e sistematizada. Por meio disto, fez-se necessário avaliar os impactos ocasionados pelo projeto no aprendizado dos estudantes, proporcionando o seguinte questionamento: Como materializar os avanços nos processos de ensino e aprendizagem suscitados pelo projeto de robótica?

Dados representativos: Foram analisadas as frequências escolares de todo o ano letivo, os mapas de notas da disciplina de matemática nos quatro bimestres letivos e *prints* de conversas realizadas no grupo de *WhatsApp* dos estudantes.

Eventos de análise: A frequência escolar é um “termômetro” que confere à instituição a condição de controle sobre a assiduidade dos estudantes e, conseqüentemente, o seu envolvimento nas aulas. Por meio do acompanhamento foi possível gerar o gráfico 3, que relacionava as frequências escolares quanto às aulas de projeto de robótica e às aulas da base comum. O acompanhamento do mapa de notas permitiu interseccionar os índices de frequência escolar, aprendizagem e desempenho dos alunos, gerando o gráfico 4, que tinha como objetivo catalogar as médias bimestrais dos estudantes, na disciplina de matemática. Complementar a esses referenciais, tão importantes quanto as conversas de *WhatsApp*. Deram provas idôneas do quão indispensável o projeto de robótica tornou-se para os estudantes, conforme é possível averiguar na foto 21.

4.1 Questão proposta: A BNCC traz consigo a necessidade do desenvolvimento de habilidades e competências socioemocionais no âmbito escolar. Durante a regência do projeto, ergueram-se conhecimentos afora os aprendizados matemáticos, tornando possível saber de relatos dos professores, atestando evolução comportamental da turma, amadurecimento das posturas e posicionamentos individuais. Neste panorama, que competências socioemocionais afloraram nos estudantes ao longo do período de execução do projeto?

4.2 Dados representativos: Análise de situações-problema, dos discursos docentes e da coordenação pedagógica, por meio de entrevistas e relatos informais.

Eventos de análise: A análise de soluções-problema permitiu aos professores condutores do projeto e aos próprios estudantes, o reconhecimento do desenvolvimento das habilidades socioemocionais. As entrevistas e os relatos informais anuíram aos docentes não-participantes diretamente do projeto, um olhar sobre o desenvolvimento de tais habilidades e competências nos estudantes. As fotos 22 e 23 exprimem todos os relatos, formais e informais, sobre as competências socioemocionais desenvolvidas no decorrer do projeto.

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

O menor sob sua responsabilidade está sendo convidado por Valdeir Lira Pessoa e Silva como participante da pesquisa intitulada: “ROBÓTICA NO ENSINO APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA: UMA INVESTIGAÇÃO ETNOGRÁFICA SOBRE O USO DE SIMULADORES DE PLACAS MICRO:BITS NO PRIMEIRO ANO DO ENSINO DO MÉDIO.” Você não deve participar contra a sua vontade. Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos.

Neste estudo, temos o objetivo de entender como a robótica, por meio de simuladores de placas Microbits, pode contribuir para o aprendizado de matemática dos alunos pertencentes a uma escola técnica estadual de Ensino Médio no estado do Ceará, matriculados no 1º ano. O motivo que nos leva a estudar o assunto é a sua relevância ao campo educacional brasileiro, uma vez que articula a robótica educacional à matemática. De maneira interdisciplinar, vislumbra o estabelecimento de práticas pedagógicas mediadas pela utilização de simuladores de placas Microbits para conteúdos de baixa aprendizagem do 1º ano do Ensino Médio na Escola Estadual de Educação Profissional Maria Ângela da Silveira Borges, Fortaleza-Ceará. Para o estudo adotaremos o(s) seguinte(s) procedimento(s): a pesquisa utilizará a etnografia interacional como lógica de investigação, buscando mediante a observação participante, entrevistas, questionários, fotografias e anotações, a compreensão dos diferentes fenômenos presentes na realidade estudada. Ela será aplicada, classificada com explicativa e se trata de uma pesquisa de campo. Participarão da pesquisa estudantes do 1º ano do Ensino Médio do Curso Técnico em Petróleo e Gás da EEEP Maria Ângela da Silveira Borges, Fortaleza-Ceará. O menor pelo qual você é responsável não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre a qualquer momento. Você poderá recusar a participação do menor sob sua responsabilidade. A participação do menor do qual você é responsável, é voluntária, e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador, que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. O menor não será identificado em nenhuma publicação. Este estudo apresenta risco mínimo relacionado a cansaço ou aborrecimento ao responder o questionário, desconforto, constrangimento ou alterações de comportamento durante as gravações de áudio ou de vídeo, invasão de privacidade, discriminação e divulgação de dados confidenciais. Apesar disso, você tem assegurado o direito a ressarcimento ou

indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa. Os resultados estarão à sua disposição, quando finalizada. O nome do menor ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão de seu responsável legal. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos e, após este tempo, serão destruídos. O presente termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma via será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você. Endereço d(os, as) responsável(is) pela pesquisa:

O abaixo assinado _____, ____ anos, RG: _____, declara que é de livre e espontânea vontade que está como participante de uma pesquisa. Eu declaro que li cuidadosamente este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e que, após sua leitura, tive a oportunidade de fazer perguntas sobre o seu conteúdo, como também sobre a pesquisa, e recebi explicações que responderam, por completo, minhas dúvidas. E declaro, ainda, estar recebendo uma via assinada deste termo.

Fortaleza, ____/____/____

Nome do participante da pesquisa	Data	Assinatura
Nome do pesquisador	Data	Assinatura
Nome da testemunha	Data	Assinatura
Nome do profissional	Data	Assinatura que aplicou o TCLE

**Nome: Valdeir Lira Pessoa e Silva Instituição: Universidade Federal do Ceará
Endereço: 1º andar Universidade Federal do Ceará s/n, Av. Humberto Monte - Pici,
CE, 60440-554 Telefones para contato: (85) 997676226**

O CEP/UFC/PROPESQ é a instância da Universidade Federal do Ceará responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos.

ATENÇÃO! Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a sua participação na pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFC/PROPESQ – Rua Coronel Nunes de Melo, 1000 - Rodolfo Teófilo, Fone: 3366-8344/46. (Horário: 08:00-12:00 horas, de segunda a sexta-feira).

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ESTUDANTES

- 1) O que você mais aprendeu com os projetos desenvolvidos?
- 2) Qual contribuição dos projetos para sua formação técnica?
- 3) Que habilidades socioemocionais você pode desenvolver nos projetos?
- 4) Resumo o projeto em uma palavra.

ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UFC - UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ /



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ROBÓTICA NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA: UMA INVESTIGAÇÃO ETNOGRÁFICA SOBRE O USO DE SIMULADORES DE PLACAS MICRO:BITS NA PRIMEIRA SÉRIE DO ENSINO DO MÉDIO

Pesquisador: VALDEIR LIRA PESSOA E SILVA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 59090922.2.0000.5054

Instituição Proponente: Instituto UFC Virtual

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.727.028

Apresentação do Projeto:

O ensino de Matemática como disciplina não se fundamenta apenas em teorias; trata-se de uma disciplina que necessita da incorporação de conceitos abstratos e concretos. A utilização da robótica como recurso educacional em sala de aula permite aos estudantes a atração pelo computador; seus estudos com viés do Construcionismo, uma derivação do Construtivismo de Jean Piaget, mostraram que a robótica educacional quanto à ferramenta pedagógica poderia facilitar o processo de aprendizagem dos estudantes quando inseridos em contextos corretos. Será realizada uma pesquisa com abordagem etnográfica

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

-Entender como a robótica, por meio de simuladores de placas Micro:Bits; pode contribuir para o aprendizado de matemática dos alunos pertencentes a uma escola técnica estadual de ensino médio no estado do Ceará, matriculados no 1º ano do ensino médio

Objetivo Secundário:

-Realizar uma revisão sistemática integrativa sobre o uso de placas Micro:bits no aprendizado de Matemática, elencando metodologias e abordagens educacionais que vêm dando suporte ao ensino de Matemática com robótica durante o Ensino Médio, nacional e internacionalmente.

-Mapear as ações pedagógicas dos professores e as principais dificuldades de aprendizagem dos

Endereço: Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

Bairro: Rodolfo Teófilo

CEP: 60.430-275

UF: CE **Município:** FORTALEZA

Telefone: -----