



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB
Departamento de Educação – Campus I
Programa de Pós-Graduação em Educação e Contemporaneidade

MARIA LIVIA ASTOLFO COUTINHO

**ROBÓTICA EDUCACIONAL E APRENDIZAGEM DIALÓGICA:
tecendo possibilidades à Educação Matemática no Ensino Médio da
Rede Pública**

SALVADOR

2025

MARIA LIVIA ASTOLFO COUTINHO

**ROBÓTICA EDUCACIONAL E APRENDIZAGEM DIALÓGICA:
tecendo possibilidades à Educação Matemática no Ensino Médio da
Rede Pública**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação e Contemporaneidade (PPGEduC), Departamento de Educação, *Campus I*, da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Educação e Contemporaneidade.

Linha de Pesquisa 4: Educação, Currículo e Processos Tecnológicos.

Orientadora Prof.^a Dra. Tânia Maria Hetkowski

Coorientador Prof. Dr. Álvaro Lima Machado

SALVADOR

2025

FICHA CATALOGRÁFICA
Sistema de Bibliotecas da UNEB
Bibliotecária: Célia Maria da Costa CRB: 5/918

C871r Coutinho, Maria Livia Astolfo

Robótica educacional e aprendizagem dialógica: tecendo possibilidades à educação matemática no ensino médio da rede pública / Maria Livia Astolfo Coutinho . – Salvador, 2025.
324 f. : il.

Orientador: Tânia Maria Hetkowski.

Coorientador: Álvaro Lima Machado.

Tese (Doutorado) – Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação e Contemporaneidade – PPGEDUC, Campus. 2025.

Contém referências, anexos e apêndices.

1. Robótica – Estudo e ensino. 2. Matemática (Ensino médio) – Estudo e ensino. 3. Educação – Efeitos das inovações tecnológicas. 4. Professores de matemática – Formação. 5. Tecnologia educacional. 6. Robótica na educação. 7. Educação básica – Bahia. I. Hetkowski, Tânia Maria. II. Machado, Álvaro Lima. III. Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Educação. Campus I. IV. Título.

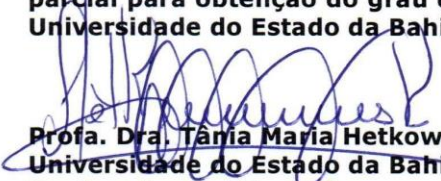
CDD: 371.334

FOLHA DE APROVAÇÃO

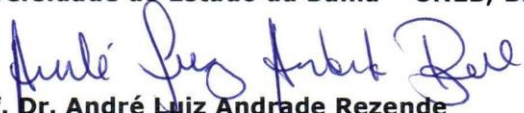
ROBÓTICA EDUCACIONAL E APRENDIZAGEM DIALÓGICA: TECENDO POSSIBILIDADES À EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO DA REDE PÚBLICA

MARIA LIVIA ASTOLFO COUTINHO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação e Contemporaneidade – PPGEduC, em 26 de setembro de 2025, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutora em Educação e Contemporaneidade pela Universidade do Estado da Bahia, conforme avaliação da Banca Examinadora:


Prof. Dra. Tânia Maria Hetkowski
Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Doutorado em Educação
Universidade Federal da Bahia, UFBA, Brasil


Prof. Dr. Alvaro Lima Machado
Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Doutorado em Educação em Contemporaneidade
Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Brasil


Prof. Dr. André Luiz Andrade Rezende
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – IFBaiano
Doutorado em Educação e Contemporaneidade
Universidade do Estado da Bahia, UNEB, Brasil


Prof. Dr. José Ricardo e Souza Maíra
Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA
Doutorado em Educação
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Brasil


Profa. Dra. Carla Liane Nascimento dos Santos
Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Doutorado em Ciências Sociais
Universidade Federal da Bahia, UFBA, Brasil


Profa. Dra. Mary Valda Souza Sales
Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Doutorado em Educação
Universidade Federal da Bahia, UFBA, Brasil

Dedico este trabalho a Mainha (*in memoriam*) e Painho (*in memoriam*) que me ensinaram o valor da família e o amor pelos estudos e a minha filha Carol, luz que transformou minha vida.

AGRADECIMENTOS

Começo agradecendo a Deus pelo dom da vida e pela força para concretizar os meus sonhos e aos meus pais, Mariva (*in memoriam*) e Newton (*in memoriam*), que sempre se dedicaram à família e nos ensinaram a importância dos estudos. À minha filha Carol, que encheu de luz a minha vida e é minha principal motivação para evoluir. Meus sinceros agradecimentos a todas e a todos que contribuíram de alguma forma na elaboração deste trabalho de pesquisa.

À professora doutora Tânia Maria Hetkowski, minha orientadora “vitaminada”, uma pessoa cheia de energia, generosa e sempre disposta a compartilhar seus conhecimentos, meu muito obrigada por acreditar neste sonho e permitir a sua realização. Agradeço também pelos primeiros passos na escrita desta pesquisa, com orientações claras e norteadoras, iluminando o caminho e indicando a direção, pelo carinho, disponibilidade, comprometimento, apoio prestado e rigor na orientação deste trabalho.

Ao professor doutor Álvaro Lima Machado, meu coorientador, amigo e inventor nas horas vagas, um profissional apaixonado, comprometido, ético, educador-investigador e defensor entusiasta da articulação entre teoria e prática. Meus sinceros agradecimentos pelo acolhimento, ensinamentos, “puxões de orelha” e valiosas contribuições que me permitiram avançar nos estudos.

Aos professores doutores André Luiz Andrade Rezende, José Ricardo e Souza Mafra e Emanuel do Rosário Santos Nonato e à professora doutora Mary Valda Souza Sales pela disponibilidade de tempo, pelas sugestões e críticas realizadas na primeira etapa deste estudo, durante a qualificação, cujo *feedback* muito contribuiu para este trabalho.

Às professoras doutoras Mary Valda Souza Sales e Carla Liane Nascimento dos Santos e aos professores doutores André Luiz Andrade Rezende e José Ricardo e Souza Mafra meus agradecimentos por participarem desse momento tão significativo para meu processo formativo e aceitarem compor a banca examinadora

desse trabalho e por dividirem comigo tantos conhecimentos, bibliografias, ideias e expertises.

Aos Professores do PPGEduC / UNEB manifesto, a todos e a todas, a minha sincera gratidão. Em especial ao professor doutor Antônio Dias; aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Educação e Contemporaneidade, especialmente Sônia Queiroz (Secretaria Acadêmica). Pessoas muito especiais que, com significativas contribuições, participaram direta ou indiretamente desta trajetória.

Aos colegas de doutorado, especialmente a minha turminha do grupo “Amizades Doc”, Taisa, Samira, Nayana e Verena, obrigada pelos sorrisos, pela escuta, troca de informações, pelas leituras conjuntas, aprendizagens compartilhadas, amizade e companheirismo no doutorado.

Aos professores e professoras, amigos(as) do Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Campus I, em especial aos meus colegas do Colegiado de Sistemas de Informação, que me apoiaram e assumiram minhas demandas durante esse período de imersão no doutorado. Gostaria de expressar a minha gratidão pela generosidade, atenção e participação.

Aos amigos e amigas do grupo de pesquisa Geotecnologias, Educação e Contemporaneidade (GEOTEC) com os quais partilho inquietações, dúvidas, críticas e desafios, num processo dialógico e de pertença. Especialmente, Gerusa e Samira, gostaria também de expressar a minha gratidão pela disponibilidade, receptividade, pelas preciosas contribuições, apoio constante e conhecimentos compartilhados e (re)construídos.

Ao professor doutor Eduardo Manuel de Freitas Jorge pela generosidade, incentivo e por me apresentar a Robótica Educacional como uma possibilidade de pesquisa. Ao Núcleo de Pesquisa Aplicada e Inovação (NPAI), especialmente ao professor Elton Borges de Sena Barreto, meu colega e “consultor particular” pelo apoio fundamental nos meus primeiros passos na Robótica Educacional.

Ao Centro de Pesquisa em Arquitetura de Computadores, Sistemas Inteligentes e Robótica (ACSO), especialmente a professora doutora Ana Patrícia Magalhães, aos professores doutores Marco Antônio Costa Simões e Josemar Rodrigues de Souza

pelo acolhimento, parceria e generosidade, meus sinceros agradecimentos. Aos pesquisadores do Programa de Iniciação Científica Júnior (IC-Jr), Álvaro Lelis, Caio Ferreira, Guilherme Estrela, Guilherme dos Santos, Luís Silva e Luiza Carvalho, meninos e menina que trago no coração, muito obrigada.

À comunidade escolar do Colégio Estadual Governador Lomanto Júnior pela parceria e acolhimento, especialmente, ao diretor professor Ricardo Monteiro pela confiança e por ter abraçado nossa proposta de pesquisa, viabilizando o estudo de campo. Gratidão à Auta Guimarães, funcionária dedicada, amorosa e sempre disposta a auxiliar. Agradeço também, com muito carinho, pelo compromisso, pela relação afetuosa e pela partilha e construção de conhecimento aos vinte adolescentes que se dispuseram a participar da nossa pesquisa.

À amiga e professora doutora Silvia Luiza Almeida Correia por sua disposição para conversar sobre esta pesquisa durante nossas caminhadas pela orla, mesmo quando ela ainda era apenas uma ideia, um esboço de projeto. Essas discussões geraram contribuições valiosas a esse trabalho.

Obrigada também às amigas Gilmaria, Marta, Flávia, Dionei, Ângela e Rosely e aos amigos Vinícius, Conegundes e Márcio, por compreenderem os momentos de ausência, pelas palavras de incentivo nos momentos mais difíceis e pelos sorrisos que sempre me animam. A vocês a minha gratidão.

A todas/os amigas e amigos que sempre me apoiaram e estimularam na concretização deste trabalho de investigação.

Um agradecimento especial à minha família, para mim, sinônimo de amor, acolhimento, alegria e fortaleza. À minha filha Carol, ao meu genro Gabriel, aos meus irmãos Ana América, Eduardo e Maria Isabel, aos meus sobrinhos Gabrielzinho, Taís, Maiara, Bruno, Yasmim, Pedro Henrique, Felipe, Eduardo, Beatriz e Marcos, às minhas afilhadas Renata e Luanda e aos meus cunhados Luís e Amilcar minha gratidão pelo apoio, por compreenderem os meus momentos de ausência e por me incentivarem a investir neste sonho.

“Sonho que se sonha só
É só um sonho que se sonha só
Mas sonho que se sonha junto é realidade”

Raul Seixas

A todas e todos o meu muito obrigada!

RESUMO

Nas últimas décadas avanços científicos e tecnológicos promoveram transformações na sociedade, com as tecnologias desempenhando importante papel na produção de conhecimento, na cultura e nas formas de pensar e agir das pessoas. Nesse sentido, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) se destacam como uma das possibilidades da contemporaneidade para promover uma Aprendizagem Dialógica, desenvolver a autonomia dos estudantes e diversificar estratégias de ensino. Nesse contexto, a Robótica Educacional, em especial, a Robótica Educacional Livre, que utiliza *hardwares* acessíveis e de baixo custo e *softwares* gratuitos, é apresentada como uma alternativa viável para a Rede Pública de Ensino. Por outro lado, destaca-se a necessidade de promover um ensino de Matemática na perspectiva da Educação Matemática, através de uma aprendizagem que faça sentido para os alunos. Nesse cenário, desenvolveu-se esta pesquisa no intuito de responder a seguinte questão: como a Robótica Educacional pode contribuir para uma Aprendizagem Dialógica da Educação Matemática, por alunos do Ensino Médio na Rede Pública de Ensino? Os sujeitos participantes da pesquisa foram 20 (vinte) alunos e alunas do Ensino Médio, regularmente matriculados/as no Colégio Estadual Governador Lomanto Júnior, em regime de tempo integral, da Rede Pública de Ensino da Bahia. Como procedimentos da pesquisa foram realizados semanalmente Encontros Formativos, no *lócus* da escola, sobre a temática “Robótica Educacional”. Trata-se de uma Pesquisa em Educação (Gatti, 2012) com abordagem metodológica da pesquisa participante (Brandão, 2006; Demo, 2004). A coleta de dados utilizou como instrumentos: Questionário *online*; Diário de Bordo; Roda de Conversa e; Fotografias. A análise dos dados foi apoiada pela Análise de Conteúdo de Bardin (1997) e evidenciou que a Robótica Educacional atua como um ambiente que favorece a Aprendizagem Dialógica e a Aprendizagem de conteúdos de Matemática, numa concepção da Educação Matemática, mediados pelos dispositivos tecnológicos, atuando no desenvolvimento de habilidades, na articulação teoria e prática, de forma interdisciplinar e participativa, assim como na busca de sentidos sobre o que é aprender Matemática.

Palavras-chave: Robótica Educacional; Educação Matemática; Aprendizagem Dialógica; Sociedade em Rede; Educação Básica.

ABSTRACT

In recent decades, scientific and technological advances have led to significant transformations in society, with technologies playing an important role in the production of knowledge, culture, and in shaping the ways people think and act. In this context, Information and Communication Technologies (ICT) stand out as one of the contemporary possibilities for promoting Dialogic Learning, fostering students' autonomy, and diversifying teaching strategies. Within this scenario, Educational Robotics – particularly Open-source Educational Robotics, which uses accessible, low-cost hardware and free software – is presented as a viable alternative for public school systems. At the same time, there is a need to promote Mathematics teaching from the perspective of Mathematics Education through meaningful learning experiences for students. Based on this context, this research sought to answer the following question: how can Educational Robotics contribute to a Dialogic Learning approach to Mathematics Education for high school students in the Public School System? The participants of this study were twenty (20) high school students enrolled in a full-time public school, Colégio Estadual Governador Lomanto Júnior, in the state of Bahia. The research procedures included weekly formative meetings held at the school on the topic of “Educational Robotics”. This study is characterized as Educational Research (Gatti, 2012) and adopts a participatory research methodology (Brandão, 2006; Demo, 2004). Data collection instruments included an online questionnaire, a field diary, discussion circles, and photographs. Data analysis was supported by Bardin's Content Analysis (1997), and the results indicate that Educational Robotics functions as an environment that fosters Dialogic Learning and the learning of Mathematics content from a Mathematics Education perspective, mediated by technological devices. It promotes the development of skills, theoretical and practical integration, interdisciplinary and participatory approaches, and encourages students to seek meaning in the process of learning Mathematics.

Keywords: Educational Robotics; Mathematics Education; Dialogic Learning; Network Society; Basic Education.

RESUMEN

En las últimas décadas, los avances científicos y tecnológicos han promovido transformaciones en la sociedad, con las tecnologías desempeñando un papel importante en la producción del conocimiento, la cultura y las formas de pensar y actuar de las personas. En ese sentido, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se destacan como una de las posibilidades contemporáneas para promover un aprendizaje dialógico, desarrollar la autonomía de los estudiantes y diversificar las estrategias de enseñanza. En este contexto, la Robótica Educativa — en especial la Robótica Educativa Libre, que utiliza *hardware* accesible y de bajo costo y *software* gratuito— se presenta como una alternativa viable para la red pública de enseñanza. Por otro lado, se resalta la necesidad de promover una enseñanza de la Matemática desde la perspectiva de la Educación Matemática, a través de un aprendizaje que tenga sentido para los alumnos. En ese escenario, se desarrolló esta investigación con el propósito de responder a la siguiente pregunta: ¿Cómo puede la Robótica Educativa contribuir a un aprendizaje dialógico de la Educación Matemática para alumnos de secundaria de la red pública de enseñanza? Los sujetos participantes de esta investigación fueron veinte (20) estudiantes de educación secundaria, regularmente matriculados en el Colegio Estadual Governador Lomanto Júnior, en régimen de tiempo integral, perteneciente a la red pública de enseñanza del estado de Bahía, Brasil. Como procedimientos de investigación, se realizaron semanalmente encuentros formativos en el espacio escolar sobre la temática “Robótica Educativa”. Se trata de una investigación en educación (Gatti, 2012) con un enfoque metodológico de investigación participante (Brandão, 2006; Demo, 2004). La recolección de datos utilizó como instrumentos un cuestionario *online*, un diario de campo, una rueda de conversaciones y fotografías. El análisis de los datos se basó en el análisis de contenido de Bardin (1997) y evidenció que la Robótica Educativa actúa como un entorno que favorece tanto el aprendizaje dialógico como el aprendizaje de contenidos matemáticos, dentro de una concepción de la Educación Matemática mediada por dispositivos tecnológicos. Asimismo, contribuye al desarrollo de habilidades, a la articulación entre teoría y práctica, de forma interdisciplinaria y participativa, así como a la búsqueda de sentido sobre lo que significa aprender matemáticas.

Palabras clave: robótica educativa; educación matemática; aprendizaje dialógico; sociedad en red; educación básica.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fachada do Colégio Estadual Governador Lomanto Júnior	102
Figura 2 – Localização do Colégio Estadual Governador Lomanto Júnior	103
Figura 3 – Pátio interno do Colégio Estadual Governador Lomanto Júnior	103
Figura 4 – Espaços da escola	106
Figura 5 – Bibliotech (espaço utilizado nos EFRE).....	107
Figura 6 – Armário para guardar os materiais da pesquisa.	108
Figura 7 – Entrega dos certificados de participação nos EFRE.....	125
Figura 8 – Diário de Bordo	128
Figura 9 – Diário de bordo <i>online</i> de um dos participantes.....	129
Figura 10 – Fonte de tensão variável artesanal.....	139
Figura 11 - Mine-tornos de suporte para soldagem com esponja para limpeza do ferro de solda	140
Figura 12 – Mural de apresentação da turma.....	141
Figura 13 – Montagem e programação do robô.	152
Figura 14 – Teste do robô seguidor de linha.	156
Figura 15 – Placa de fórmica com dois circuitos circulares.	157
Figura 16 – Acompanhamento quantitativo de experimentos em tempo real.	159
Figura 17 – Roda de conversa: diálogo com os participantes da pesquisa.	160
Figura 18 – Construção do primeiro circuito eletrônico.....	167
Figura 19 – Uso do Multímetro para identificar a resistência do resistor.....	169
Figura 20 – Aprendendo a soldar	173
Figura 21 – Artefatos construídos pelos alunos na soldagem	173
Figura 22 – Circuitos construído no Tinkercad e na <i>Protoboard</i>	175
Figura 23 – Circuito eletrônico montado por um participante um ano após a conclusão dos EFRE	179

Figura 24 – Código de cores para resistores.....	181
Figura 25 – Fonte variável de tensão artesanal.....	183
Figura 26 – Ex. 1: Tabela e gráfico Tensão (V) x Corrente (mA).....	186
Figura 27 – Ex. 2: Tabela e gráfico Tensão (V) x Corrente (mA).....	187
Figura 28 – Algoritmo para trocar uma lâmpada	193
Figura 29 – Algoritmo construído pelo participante	194
Figura 30 – Algoritmo para calcular a área de um triângulo	195
Figura 31 – Programação do Arduino no site Tinkercad (1 <i>led</i> piscando).....	196
Figura 32 – Programação do Arduino no site Tinkercad (2 <i>leds</i> piscando).....	197
Figura 33 – Programação do Arduino no site Tinkercad (semáforo).....	197
Figura 34 – Circuitos 2 <i>leds</i> piscando no Tinkercad	198
Figura 35 – Circuito para acionamento de dois motores DC com Arduino, no Tinkercad	200
Figura 36 – Kit para montagem do Robô.....	204
Figura 37 – Recursos didáticos auxiliaram na montagem do robô	205
Figura 38 – Explorando a relação entre distância e tempo na trajetória linear percorrida pelo robô.....	207
Figura 39 – Atividade sobre a relação entre distância e tempo na trajetória linear percorrida pelo robô	208
Figura 40 – Duas respostas acerca do número de voltas da roda do robô na trajetória linear percorrida pelo robô	209
Figura 41 – Explorando relações Matemáticas (figuras geométricas)	211
Figura 42 – Atividade: Explorando relações Matemáticas (figuras geométricas)	212
Figura 43 – Circuitos circulares utilizados como pista para os robôs.....	214
Figura 44 – Desafio matemático 1 na pista circular do robô.	215
Figura 45 – Robô percorrendo o circuito da pista circular.	217
Figura 46 – 1ª parte do Desafio matemático 2 na pista circular do robô.....	218

Figura 47 – 2ª parte do Desafio matemático 2 na pista circular do robô.....	219
Figura 48 – O diálogo igualitário potencializou a Aprendizagem Dialógica.....	235
Figura 49 – Na superação dos desafios foram usados saberes acadêmicos e não acadêmicos (inteligência cultural)	239
Figura 50 – Desenvolvimento de habilidades na perspectiva instrumental.....	244
Figura 51 – Desenvolvimento de habilidades para lidar com o outro.....	246
Figura 52 – Percebendo sentidos para a Matemática nas aplicações do Robô.....	248
Figura 53 – O sentido construído a partir da criação e da autoralidade.....	249
Figura 54 – A solidariedade durante o desenvolvimento das atividades	250
Figura 55 – Solidariedade na troca de experiências.....	251

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Teses selecionadas nesse estudo.....	31
Quadro 2 – Dissertações selecionadas nesse estudo	33
Quadro 3 – Resumo das etapas da pesquisa de campo	117
Quadro 4 – Cronograma dos EFRE	123
Quadro 5 – Materiais da pesquisa de campo	137

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Gênero dos participantes da pesquisa	109
Gráfico 2 – Série escolar dos participantes	110
Gráfico 3 – Idade dos participantes	110
Gráfico 4 – Preferência por estudar sozinho ou em grupo	111
Gráfico 5 – Porcentagem dos participantes em relação ao desejo de fazer faculdade.	112
Gráfico 6 – Participação em cursos extracurriculares ofertados pela escola	112
Gráfico 7 – Utilização do <i>smartphone</i> pelos participantes	113
Gráfico 8 – Rede de acesso à internet utilizada com maior frequência pelos participantes.....	113
Gráfico 9 – Percepção dos participantes sobre sua relação com as tecnologias digitais	114
Gráfico 10 – Afinidade dos participantes com a Matemática	115

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACSO	Centro de Pesquisa em Arquitetura de Computadores, Sistemas Inteligentes e Robótica.
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações.
BNCC	Base Nacional Comum Curricular.
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.
CDI	Centro de Documentação e Informação.
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa.
CJCC	Centro Juvenil de Ciência e Cultura.
CNS	Conselho Nacional de Saúde.
DCET I	Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Campus I.
ddp	Diferença de potencial.
EFRE	Encontros Formativos sobre Robótica Educacional.
Enade	Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes.
Enem	Exame Nacional do Ensino Médio.
GEOTEC	Grupo de Pesquisa Geotecnologias, Educação e Contemporaneidade.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica.
IES	Instituição de Ensino Superior.
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação.
MEC	Ministério da Educação.
NPAI	Núcleo de Pesquisa Aplicada e Inovação.
NUPE	Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão.
OBR	Olimpíadas Brasileira de Robótica.
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais.
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.
PCNEMmat	Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio: Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes.
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios.
PP	Pesquisa Participante.
PPGEduC	Programa de Pós-Graduação em Educação e Contemporaneidade.
PPP	Projeto Político Pedagógico.
RE	Robótica Educacional.

REDA	Regime Especial de Direito Administrativo.
REL	Robótica Educacional Livre.
SAEB	Sistema de Avaliação da Educação Básica.
SPGU	Sistema de Planejamento e Gestão Universitária.
SUS	Sistema Único de Saúde.
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação.
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação.
UFBA	Universidade Federal da Bahia.
UNEB	Universidade do Estado da Bahia.
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	23
1.1 O problema da pesquisa e seus objetivos	41
1.2 Trajetória acadêmica e profissional da pesquisadora e sua implicação com o objeto da pesquisa.	44
1.3 Estrutura da tese	50
2. SOCIEDADE EM REDE E A EDUCAÇÃO	52
2.1 O Conhecimento Científico: da Modernidade à Pós-Modernidade	52
2.2 Sociedade em Rede e impactos na Educação	59
2.2.1 A Sociedade em Rede	60
2.2.2 Sociedade em Rede, tecnologias e cognição	61
2.2.3 A construção compartilhada do conhecimento na Sociedade em Rede.....	62
3. APRENDIZAGEM DIALÓGICA NA SOCIEDADE EM REDE	65
3.1 O princípio do diálogo igualitário	67
3.2 Inteligência cultural.....	68
3.3 Princípio da transformação.....	70
3.4 Dimensão Instrumental.....	71
3.5 Criação de sentidos.....	73
3.6 Solidariedade	76
3.7 Igualdade de diferenças	78
4. ENSINO DE MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....	82
4.1. Robótica Educacional e Educação de Matemática	88
5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	93
5.1 O Método é Vivo.....	93
5.2 <i>Lócus</i> e Sujeitos	101
5.3 Etapas e procedimentos da pesquisa de campo	116
5.4 Instrumentos de coleta de informações.....	125
5.5 Tratamento e Análise dos dados.....	132
5.6. Os Encontros Formativos sobre Robótica Educacional – EFRE.....	134
5.6.1. A essência e estrutura de organização dos EFRE.....	135
5.6.2. Materiais utilizadas nos EFRE	137

5.6.3. EFRE – Bloco 1: Introdução à Eletrônica	140
5.6.4. EFRE – Bloco 2: Programação, Arduino e Robótica.	146
5.6.5. EFRE – Bloco 3: Desafios de Matemática a partir do robô.	153
5.6.6. Rodas de conversas e Workshop	157
5.7. A Matemática que emergiu nos EFRE.....	160
6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	163
6.1. Contribuições dos Encontros sobre Introdução à Eletrônica.....	163
6.1.1. A aprendizagem na relação com as tecnologias.....	163
6.1.2. A Introdução à Eletrônica e o desenvolvimento de habilidades	168
6.1.3. A Introdução à Eletrônica e as relações com a Educação Matemática	180
6.2. Contribuições dos Encontros sobre Programação, Arduino e montagem do robô	191
6.2.1. A Introdução à algoritmos como etapa para programação do Arduino.....	191
6.2.2. Programando o Arduino no Tinkercad.....	196
6.2.3. Montando e programando o robô.....	203
6.3. Contribuições dos Encontros sobre aplicações do robô e do Arduino: Educação Matemática e produção do conhecimento científico	206
6.3.1. Aplicações do robô: estabelecendo relações com a Educação Matemática	206
6.3.2. Relações entre Arduino, Matemática e produção do conhecimento científico	221
6.4. Contribuições da Robótica Educacional para a Aprendizagem Dialógica	226
6.4.1. A percepção dos alunos do trabalho dialógico.....	226
6.4.2. As dificuldades enfrentadas durante o trabalho dialógico.....	228
6.4.3. Aspectos que (des)favoreceram a Aprendizagem Dialógica.....	229
6.4.4. Robótica Educacional: um ambiente para Aprendizagem Dialógica	234
6.4.4.1. Através do Diálogo igualitário.....	235
6.4.4.2. Através da inteligência cultural.....	237
6.4.4.3. Através da transformação de si e do contexto	240
6.4.4.4. Através do desenvolvimento de habilidades.....	243
6.4.4.5. Através da criação de sentidos	247

6.4.4.6. Através da solidariedade	249
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	253
REFERÊNCIAS	261
Apêndice A – Perguntas do Questionário <i>Online</i>	274
Apêndice B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.	276
Apêndice C – Roteiros dos EFRE	281
Anexo A – Esquema e o programa para robô seguidor de linha	320
Anexo B – Programa Q0946-Sketch1	324

1. INTRODUÇÃO

O avanço científico e tecnológico ocorrido nas últimas décadas produziu transformações radicais na sociedade contemporânea. As tecnologias se encontram subjacentes a essas mudanças, atribuindo novos sentidos e potenciais a uma cultura social emergente. O conhecimento produzido atualmente cresce exponencialmente. Em dois anos se produz mais informações que em todo período anterior da história da humanidade (Gómez, 2015). Esse vertiginoso avanço científico e tecnológico tem impacto na cultura, no *modus operandi* dos sujeitos e nas suas formas de pensar e fazer.

Do ponto de vista da informação e da comunicação, hoje, as pessoas têm facilmente acesso ao conhecimento e a redes sociais digitais, nas quais pode compartilhar informações, atividades e projetos, sem limitações geográficas, temporais ou institucionais. Desta forma, as tecnologias contribuem tanto para a disponibilização da informação quanto para a produção e difusão do conhecimento de toda a humanidade (Sales, 2018, p. 80).

No contexto dessa sociedade, cada vez mais os estudantes têm acesso à internet e a uma avalanche de informações, de forma muito mais atrativa que aquela compartilhada na escola, que ainda se mantém imersa num ensino transmissivo e dogmático dos conteúdos, veiculado como verdades absolutas e inquestionáveis. A Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua – PNAD Contínua: Acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal 2023 aponta que, 97,6% dos estudantes da rede privada utilizaram a Internet em 2023, enquanto na Rede Pública de ensino esse percentual foi de 89,1% (IBGE, 2024). Esses dados apontam para a importância que têm ou podem ter as tecnologias como potencializadoras do ensino e da aprendizagem, contribuindo com a formação e a Educação de crianças, jovens e adultos.

A importância das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) foi vivenciada, de forma mais intensa, no início do meu doutorado, em 2021, em razão das restrições enfrentadas, desde 2020, devido à crise de saúde pública, caracterizada pela Organização Mundial de Saúde (OMS), como uma pandemia, causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2) responsável pela COVID-19¹. Uma das medidas utilizadas para diminuir a transmissão do vírus foi o distanciamento social. Com isso, escolas e universidades precisaram se adaptar e muitas passaram a realizar suas atividades de forma *online*. A comunicação presencial entre professores e estudantes foi interrompida abruptamente, sendo necessária a imersão nas diferentes formas de comunicação que o Ensino Remoto Emergencial² possibilitava.

As demandas criadas pelo cenário emergencial da pandemia evidenciaram desafios e possibilidades no uso das TIC nas situações de ensinar e aprender. Num primeiro momento, destacou-se, tanto para professores/as como para alunos/as, dificuldades como: falta de equipamentos (computadores, *notebooks*, *tablets*, *smartphones*); conexão com internet de qualidade; espaço físico adequado (ambiente reservado e silencioso, mesa de trabalho, cadeira adequada, dentre outros); habilidade para uso das plataformas de comunicação tecnológica, a exemplo do *Google Meet*, *Microsoft Teams*, *Zoom*.

Apesar desses desafios, o uso das TIC possibilitou a continuidade das atividades acadêmicas de muitas instituições de ensino, que passaram a utilizá-las como forma de sobrevivência institucional e continuidade do processo de ensino e aprendizagem. Nesse contexto, as TIC viabilizaram a oferta das disciplinas obrigatórias, bem como as optativas, do meu doutorado, que foram realizadas por meio de aulas síncronas em plataformas de webconferência. O contato com colegas,

¹ Site da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS). Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>. Acesso em: 06 de jun. 2021.

² Mudança temporária de ensino, que se caracteriza pela substituição das aulas presenciais para modos alternativos, diante da impossibilidade de reunião de estudantes e/ou professores a um local físico, devido a situações em que não é seguro manter discentes e docentes em uma escola. O acesso ao ensino pode ser disponibilizado de diversas formas, como por exemplo: plataformas educacionais, aplicativos de mensagens e rede sociais, canais televisivos, rádio, atividades dirigidas em formato multimídia, impressa, dentre outras (Hetkowski; Nascimento; Araújo, 2020, p. 202).

professores, secretaria acadêmica, coordenação do curso e instituição foi estritamente virtual. Os encontros com a orientadora também seguiram no formato *online*. A incerteza sobre realização ou não de uma pesquisa de campo de forma presencial provocou reflexões sobre alternativas *online* para viabilizar a investigação. Contudo, a vacinação da população contra a COVID via Sistema Único de Saúde (SUS) possibilitou em 2022 o retorno às atividades presenciais. Viva à Ciência! Viva o SUS!

No entanto, o acesso às TIC pelos estudantes não ocorre da mesma forma em relação ao uso do computador e do celular. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2024), em 2023, enquanto 72,1% dos alunos da rede privada acessavam a Internet pelo computador, entre os estudantes da Rede Pública esse percentual era de apenas 29,9%. Ainda que esse quadro não seja o mesmo em relação ao celular, já que 99,0% dos estudantes da rede privada tinham telefone móvel celular para uso pessoal, ao tempo em que 97,3% dos estudantes da Rede Pública³ possuíam esse recurso. Essa informação revela que a portabilidade, conectividade, acessibilidade (preço mais acessível), o avanço na capacidade de computação dos smartphones, dentre outros, tornou esse dispositivo popular em praticamente todas as classes sociais.

Pode-se destacar também os desafios em relação à aprendizagem, tanto de caráter teórico como metodológico; para o desenvolvimento de habilidades e competências por parte de professores/as e alunos/as para atuar frente a realidade posta. Essas mudanças, intempestivas e compulsórias, ampliaram o desejo da pesquisadora de investigar sobre relações que podem ser estabelecidas entre as TIC e a aprendizagem dos estudantes.

No entanto, as relações entre as TIC e a educação não iniciaram no contexto da pandemia, são anteriores a ela. Nas últimas décadas, muitas tecnologias aplicadas à educação e ao ensino foram objetos de investigações, a exemplo da apropriação dos potenciais das tecnologias digitais (Hetkowski, 2004; Hetkowski e Alves, 2012;

³ Em 2021, segundo o IBGE, 93,2% dos estudantes da rede privada tinham telefone móvel celular para uso pessoal, enquanto apenas 69,2% dos estudantes da rede pública possuíam esse recurso.

Lima Jr, 2005; Nascimento e Hetkowski, 2009; Sales e Nonato, 2012; Sales, 2015), jogos digitais (Alves, 2008, 2013, 2015; Rezende, 2015), *M-learning*⁴ (Batista, 2011; Coutinho *et al.*, 2020), entre outros.

A partir dessas investigações, pode-se perceber que as TIC não necessariamente encaminham a constituição de uma cultura produtora de rupturas com o paradigma escolar ainda vigente, o qual se mantém centrado no ensino, muitas vezes utilizando as TIC numa perspectiva instrumental, nem sempre atentando para uma efetiva aprendizagem dos estudantes. Esses aspectos demandam um repensar das TIC no processo educacional para além dessa perspectiva instrumental, conforme enfatiza Hetkowski e Dias (2019, p. 16), uma vez que, como "uma prática que se desenvolve em contextos reais, as TIC, dentro dos espaços escolares, requerem uma perspectiva crítica à prática pedagógica dos professores".

Assim, o uso das TIC de forma reflexiva, participativa e com uma intencionalidade formativa, associado a metodologias que favoreçam o protagonismo dos/as alunos/as, pode ser potencializador de uma Aprendizagem Dialógica, na medida em que possibilitam a motivação e o desenvolvimento da autonomia do estudante. Ao mesmo tempo, pode contribuir para a diversificação de estratégias de ensino e democratização do acesso às tecnologias, cada vez mais necessárias na Sociedade em Rede.

A diversificação de estratégias de ensino perpassa pelo uso das tecnologias na escola com reverberação na prática pedagógica. Uma prática pedagógica que é complexa, porque demanda uma articulação de saberes multirreferenciados (Fróes Burnham, 1993), que se estabelece a partir de relações entre conceitos e significados produzidos, circunscritos a distintos contextos socioculturais. Nessas circunstâncias, se procura superar a dicotomia estabelecida no atual modelo de educação entre as "palavras da escola" e as "palavras da vida" (Freire, 2021).

⁴ Campo que engloba tecnologias sem fio e computação móvel permitindo que a aprendizagem possa ocorrer em qualquer tempo e lugar. (Batista, 2011).

Nem sempre a diversificação de estratégias e o uso das tecnologias vêm acompanhados de uma participação ativa dos estudantes, ainda que, se bem utilizadas, sob uma perspectiva construtivista e dialógica, essas estratégias podem favorecer substancialmente essa participação, na medida em que não se mude apenas a forma de ensinar, mas também o método.

No entanto, esse repensar não se reporta apenas à prática pedagógica isolada de mudanças institucionais e de políticas públicas mais amplas. É necessário repensar as políticas públicas de valorização dos/as professores/as, bem como de introdução das TIC no espaço de sala de aula e de investimentos que possam assegurar a democratização do acesso às tecnologias na educação (Hetkowski, 2004). Isso perpassa pela implantação de políticas públicas que ultrapassem processos de alfabetização tecnológica até investimentos na infraestrutura do país, reformas no ensino e mudanças na cultura presente na escola, eminentemente assentada na transmissão de conteúdos, centrada na figura do professor em detrimento de uma participação mais efetiva do estudante e do desenvolvimento de competências e habilidades.

Nesse contexto da inserção e do uso das TIC na educação se encontra a Robótica Educacional (RE), assumida nessa tese como um ambiente de aprendizagem que pode ser trabalhado em uma perspectiva transdisciplinar, no qual é possível explorar junto com o(a)s aluno(a)s conteúdos de Matemática, Física, Geografia, Educação Ambiental, Computação, Eletrônica, entre outros, articulando saberes, despertando interesse por ciência e tecnologia, desenvolvendo competências e habilidades que podem ser agregados à sua vida.

A RE possibilita atividades que motivam e integram educandos/participantes de diferentes faixas etárias, utilizando elementos conectados com a Cultura *Maker*⁵, que estimula: o “faça você mesmo” em contraposição ao “comprar pronto”; estimula a criatividade no (re)aproveitamento e ressignificação de insumos; proporciona o

⁵ Movimento que se iniciou na década de 90 e se fortaleceu na primeira década do século XXI pelas mídias digitais, através de conteúdos do tipo “Faça Você Mesmo” (*do it yourself* = DIY), “mão na massa” (Lobato, 2018).

espírito de colaboração e o trabalho em equipe; a compreensão do erro como parte do processo; o uso de saberes cotidianos; dentre outros.

Essas características favorecem o processo formativo, especialmente no Ensino Médio, que demanda determinadas habilidades e aprendizagens que façam sentido na e para a vida dos/as estudantes. Contribuindo assim, para a formação de sujeitos capazes de ler, interpretar, compreender, participar e transformar sua realidade. Ou seja, contribui para formar cidadãos(ãs) na contemporaneidade.

A Robótica Educacional também se insere no contexto de complexidade da prática pedagógica. Um ambiente complexo (Morin, 2000a; 2000b) porque: usa diferentes linguagens; usa abordagens e ferramentas interdisciplinares, polissêmicas; trabalha com a transversalidade e a interdisciplinaridade, congregando saberes multirreferenciados de diferentes campos do conhecimento; possibilita não trabalhar exclusivamente com o desenvolvimento de habilidades sob uma perspectiva apenas instrumental, mas também com conteúdos, conceitos e relações afetivas.

Consequentemente, a Robótica Educacional associada a Educação Matemática se constitui também como um ambiente de aprendizagem complexo, porque possibilita: que sejam trabalhados conteúdos matemáticos articulados a outros conteúdos disciplinares, agregados à vida dos sujeitos; diversificar estratégias e recursos no ensino; ir além dos conteúdos e do desenvolvimento de habilidades perpassando pelo conhecimento e aplicação de conceitos teóricos. Uma perspectiva de formação na qual se trabalha a Matemática não como algo descontextualizado, abstrato, teórico e acadêmico, mas como algo aplicado, que prepara para a vida, produzindo sentidos para o/a aluno/a (Charlot, 2013).

A perspectiva de competências e habilidades no Ensino Médio foi instituída desde a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Brasil, 1996). Posteriormente, foi regulamentada através dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e têm sido enfatizadas atualmente pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), na qual se coloca como uma competência geral a ser desenvolvida nos estudantes pela escola básica a de “compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas

diversas práticas sociais” (Brasil, 2018, p. 9). No entanto, pouco se observam mudanças significativas no chão da escola que favoreçam ou estimulem a ruptura com a cultura escolar centrada, eminentemente, nos conteúdos.

Ainda assim, entendemos que escola deve oportunizar ao(à) aluno(a) o desenvolvimento de habilidades através da articulação entre teoria e prática. Nesse sentido, a instituição escolar brasileira, mesmo com todas as dificuldades que enfrenta nas Redes Públicas de Ensino, “não pode se isentar das possibilidades que a tecnologia digital proporciona, colaborando de forma efetiva para o Capital Cultural dos seus sujeitos” (Hetkowski; Dias, 2019, p. 13). Portanto, torna-se importante realizar pesquisas sobre perspectivas teórico-metodológicas que favoreçam o uso das TIC na Educação Básica, em especial a Robótica Educacional.

No entanto, há uma carência de pesquisas nessa área, como aponta alguns pesquisadores, a exemplo de Oliveira e Lins (2014) quando afirmam que a Robótica Educacional aplicada especificamente ao Ensino de Matemática não é ainda muito discutida no cenário acadêmico brasileiro. Já Silva Jr, Leão e Lins (2017), realizando uma análise na literatura das teses brasileira sobre Robótica Educacional aplicada ao ensino de ciências, evidenciaram que, apesar da sua relevância, ainda existe uma baixa produção nacional, poucos grupos de pesquisa consolidados e aspectos teórico-metodológicos que necessitam ser melhores explicados, principalmente no sentido de problematização de saberes específicos a ensinar no âmbito da Robótica Educacional.

Sob esse aspecto é importante compreender como se encontra a Robótica Educacional articulada ao ensino de Matemática e/ou a Educação Matemática. Desta forma, realizou-se uma breve histórico sobre o que tem sido produzido nas pesquisas realizadas no Brasil nos últimos anos.

Inicialmente, na década de 1980, algumas universidades brasileiras, como a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) deram os primeiros passos para a introdução da Robótica na educação brasileira, sendo que

os primeiros projetos estavam atrelados ao sistema *Lego-Logo*⁶. Com o intuito de investigar o uso da linguagem *Logo* na educação e adequá-la à realidade do Brasil, formaram-se alguns grupos de pesquisa em universidades brasileiras (Campos; Libardoni, 2020).

Em 1996 foi publicada a primeira dissertação sobre Robótica Educacional, segundo dados do Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Depois disso, segundo essas mesmas fontes o próximo trabalho só apareceu em 2002, o que deixou um intervalo de cinco anos sem novas produções acadêmicas nesse campo. A primeira tese de doutorado foi produzida em 2006, corroborando que as pesquisas sobre o tema são recentes no país. Além disso, temos poucas produções, principalmente, no que se refere a teses de doutorado que relacionem Robótica Educacional e Educação Matemática, revelando a importância de novas pesquisas sobre o tema.

No intuito de conhecer as contribuições das pesquisas já desenvolvidas e identificar lacunas que possam orientar a investigação em uma direção que seja relevante para o processo de ensino e aprendizagem da Matemática e, conseqüentemente, para uma Sociedade em Rede e a Educação em geral, realizou-se uma breve revisão da literatura, tomando como referência dissertações e teses que abordem relações entre Robótica Educacional e Matemática, defendidas no período de 2015 a julho de 2022, disponíveis no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES⁷ e na BDTD⁸.

Para tanto, foi feita uma busca utilizando os descritores “Robótica Educacional” e “Matemática”, ligados pelo operador booleano AND durante a qual se selecionou

⁶*Lego-Logo* sistema de *hardware* e *software* para desenvolvimento de robótica e automação por crianças, adolescentes e adultos. Baseia-se em um conjunto de peças *Lego* para montagem de dispositivos e um conjunto de comandos *Logo* para desenvolvimento de programas que controlam os dispositivos.

⁷Disponível em: <<https://catalogodeteses.capes.gov.br/>>. Acesso em 01/08/2022.

⁸Disponível em: <https://bdtd.ibict.br/>. Acesso em 01/08/2022.

apenas os estudos cujo título referia-se à Matemática e/ou a algum conteúdo de Matemática, sendo encontrados 28 (vinte e oito) Dissertações – sendo 21 (vinte uma) de mestrado profissional e sete de mestrado acadêmico – e apenas duas Teses de doutorado.

Nesse levantamento, constatou-se que a maioria dos estudos foram realizados nas regiões Sul e Sudeste, com alunos do Ensino Fundamental, utilizando material do Kit Lego®. Entre as temáticas investigadas identificamos: ensino de Matemática; formação de professores de Matemática; Construcionismo, e; Aprendizagem. Também identificamos algumas teorias de Aprendizagem utilizadas, tais como: Aprendizagem Significativa, Aprendizagem Inventiva e Aprendizagem Colaborativa. O conteúdo matemático mais abordado foi Geometria Plana, mas alguns estudos abordam Funções, Lógica, Trigonometria, entre outros.

No intuito de filtrar mais os resultados, considerando a natureza dessa pesquisa de doutorado acadêmico, optou-se por seguir estudando as duas teses e as sete dissertações de mestrado acadêmico. A seguir, Quadro 1, com as teses selecionadas:

Quadro 1 – Teses selecionadas nesse estudo.

Título	Autor/Orientador	Local Ano	Palavras-Chaves
Experiência com robótica educacional no estágio-docência: uma perspectiva inventiva para formação inicial dos professores de matemática.	Autor: SILVA, Marcos Roberto da Orientador: Arlindo José de Souza Júnior.	Uberlândia 2020	Aprendizagem inventiva; Formação Inventiva; Autopoiese; Recurso Tecnológico; Educação Matemática Inventiva
Estudo de aula de matemática com robótica educacional na formação inicial do professor de matemática.	Autora: SOUZA, Christiane da Fonseca Orientadores: Arlindo José de Souza Junior e João Pedro Mendes da Ponte	Uberlândia 2021	Robótica educacional; Estudo de aula; Formação inicial de professores; Estágio supervisionado; Conhecimento profissional

Fonte: Elaborado pela autora (2022) a partir de dados da CAPES e da BDTD.

A tese de Silva (2020) investigou as experiências de Licenciandos em Matemática da Universidade Estadual de Goiás durante a organização e o desenvolvimento do estágio-docência em Matemática com o uso da Robótica Educacional, utilizando kits de robótica *LEGO® MINDSTORMS® Education EV3*⁹, com o objetivo de analisar se essas práticas se constituíram como experiências de aprendizagem inventiva. Sua análise aponta que a relação dos professores estagiários de Matemática com os dispositivos robóticos provocou a invenção de problemas, a invenção de mundos e a invenção de si mesmos, concluindo, que foram verificadas experiências de aprendizagem inventiva nos estagiários. Segundo o autor, os dispositivos robóticos, propiciaram aos estagiários o uso de conhecimentos matemáticos para produzirem subjetividades e experimentarem os efeitos de uma auto-formação-inventiva. Concluindo que a Robótica Educacional favorece a ideia de que uma Educação Matemática Inventiva pode ser praticada durante o uso inventivo dos conhecimentos matemáticos no meio educacional.

A tese de Souza (2021) também aborda a formação inicial de professores de Matemática e investigou como o estudo de aula com Robótica Educacional, a partir de atividades práticas de ensino durante as ações do ROBOMAT¹⁰, com alunos do Ensino Médio, pode contribuir para a formação dos futuros professores no contexto do Estágio Supervisionado. Possibilitou o desenvolvimento de conhecimento didático dos futuros professores em três vertentes: 1) reconstrução e aprofundamento de alguns conteúdos matemáticos para o ensino; 2) condução de aulas centrada nos alunos, favorecendo que os estagiários compreendessem o pensamento matemático dos alunos e o modo como aprendem, e; 3) desenvolvimento de conhecimento sobre

⁹ Terceira geração de kit de RE produzido pela Lego® *Education*, o bloco inteligente programável EV3 que compõe o kit controla motores e sensores utilizando o Software *LEGO MINDSTORMS Education EV3*. Disponível em: <https://le-www-live-s.legocdn.com/sc/media/files/user-guides/ev3/ev3_user_guide_ptbr-239a9c0ea7115a07ad83d3ce7dff6773.pdf>. Acesso em 10 ago. 2022.

¹⁰ ROBOMAT: construindo cenários de Matemática com Robótica Educacional. Universidade Federal de Goiás, 2017– Projeto que tem como objetivo motivar e despertar o interesse dos alunos e professores da Educação Básica para o ensino e aprendizagem Matemática por meio da contextualização e do uso das tecnologias na sala de aula, utilizando os Kits *Lego Mindstorms Education NXT*. (Souza, 2021).

planejamento de aulas, construção de tarefas investigativas e exploratórias de Matemática com os robôs, potencializando a aprendizagem dos alunos. A autora destaca também que a apropriação por parte dos professores da Robótica Educacional se constitui como uma prática pedagógica que favorece professores e alunos assumirem novos papéis; o aluno, como protagonista do processo, e o professor como mediador, criando ambientes ricos e favoráveis para a aprendizagem, contribuindo para uma nova perspectiva da identidade docente desses estagiários.

Dando seguimento ao estudo, segue Quadro 2, com título, autoria e orientador, local e ano, além das palavras-chave das dissertações de mestrado acadêmico selecionadas, organizadas por ordem alfabética do autor(a):

Quadro 2 – Dissertações selecionadas nesse estudo

Título	Autor(a)/Orientador(a)	Local Ano	Palavras-Chave
A ROBÓTICA COMO ALTERNATIVA PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO INFANTIL: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	Autora: DESIDERIO, Rosimere Cleide Souza. Orientador: Paulo Sérgio Teixeira do Prado.	São José do Rio Preto – SP 2020	Robótica Educacional. Tecnologia. Educação Infantil
ROBÓTICA EDUCACIONAL E O ENSINO DE MATEMÁTICA: UM EXPERIMENTO EDUCACIONAL EM DESENVOLVIMENTO NO ENSINO FUNDAMENTAL.	Autor: GALVAO, Angel Pena. Orientador: José Ricardo e Souza Mafra.	Santarém – PA 2018	Educação; Tecnologia da Comunicação e Informação; Robótica educacional; Matemática.
ESTADO DA ARTE DAS PESQUISAS EM ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE MATEMÁTICA.	Autor: GESSER, Gabriel Jose Orientador: Everaldo Silveira	Florianópolis – SC 2021	Robótica Educacional; Educação Matemática; Estado da Arte; ATLAS.ti
CONTRIBUIÇÕES DA ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA A APRENDIZAGEM DE TRIGONOMETRIA NA 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO DE UMA ESCOLA PARTICULAR DE LINHARES-ES.	Autor: GOMES, Roger da Trindade. Orientador: Lúcio Souza Fassarella.	São Mateus – ES 2021	Educação Matemática. Robótica Educacional. Aprendizagem. Trigonometria.

INSERÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL NAS AULAS DE MATEMÁTICA: DESAFIOS E POSSIBILIDADES.	Autora: MAFFI, Caroline. Orientadora: Thaísa Jacintho Müller.	Porto Alegre – RS 2018	Robótica Educacional. Matemática. Tecnologias. Ensino e Aprendizagem. Problemática.
PROPOSTA DE ATIVIDADES PARA AUXILIAR O ENSINO DE MATEMÁTICA UTILIZANDO CONCEITOS DE PENSAMENTO COMPUTACIONAL E ROBÔ PROGRAMÁVEL.	Autor: PADUA, Yuri Souza. Orientador: Siovani Cintra Felipussi	Sorocaba – SP 2020	Pensamento Computacional; Robótica Educacional; Matemática; Base Nacional Comum Curricular; Ensino Fundamental; Plano de aula
ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO FUNDAMENTAL I: PERSPECTIVAS E PRÁTICAS VOLTADAS PARA A APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA.	Autora: ZILIO, Charlene. Orientadora: Márcia Finimundi Nóbile.	Porto Alegre – RS 2020	Robótica Educacional; Aprendizagem Matemática; Aprendizagem Significativa.

Fonte: Elaborado pela autora (2022) a partir de dados da CAPES e da BDTD

A pesquisa de Desidério (2020) realizou uma Revisão Sistemática, com base em artigos científicos indexados em bases de dados referidas no portal de periódicos CAPES, publicados no período de 2008 a 2018, sobre a Robótica Educacional, com foco nas suas contribuições ao ensino e a aprendizagem da Matemática no contexto da Educação Infantil. Utilizando como descritores: robótica educacional; tecnologia; educação infantil, após aplicar os critérios de exclusão definidos, foram pré-selecionados 53 artigos, após novo filtro 8 (oito) artigos, todos eles internacionais, foram selecionados como amostra da pesquisa. A autora concluiu que as produções nesta área ainda são poucas e afirma que os estudos analisados evidenciaram o desenvolvimento de habilidades matemáticas por meio da Robótica Educacional e indica a importância da inclusão da Robótica Educacional nos currículos escolares.

Galvão (2018) propôs um experimento a partir do uso da robótica para o ensino da Matemática, com alunos do 7º ano do Ensino Fundamental, usando um kit

Arduino¹¹ da *Robocore*¹², discutindo: a importância da tecnologia e sua contribuição para educação; o papel desempenhado pelo professor ao utilizar esses recursos em sala de aula e; a formação desse professor para o uso dessas tecnologias. Segundo o autor os resultados obtidos mostraram que o desenvolvimento do conhecimento das áreas tecnológicas incentiva os alunos para o aprendizado, proporcionando momentos de significativa aprendizagem dentro da disciplina de Matemática, bem como, o desenvolvimento do pensamento crítico. Foram explorados conhecimentos sobre o plano cartesiano, proporção e razão entre tempo e velocidade, Teorema de Pitágoras e Teorema de Tales. O autor também destaca a importância da formação continuada para professores, no intuito destes aprenderem a trabalhar com a plataforma Arduino.

Gesser (2021) buscou identificar, analisar e categorizar as tendências e movimentos das pesquisas acadêmicas brasileiras sobre Robótica Educacional no ensino de Matemática. Para isso, apresentou o Estado da Arte de trabalhos acadêmicos relacionados ao tema, a partir das teses e dissertações defendidas entre 2017 e 2020, disponíveis no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES e na BDTD. O pesquisador utilizou o ATLAS.ti – *Software* de gerenciamento de dados qualitativos (textuais, gráficos, dados, áudio e vídeo), ressaltando que o *software* ajuda na sistematização, mas não realiza a interpretação dos dados. Conforme sua análise: a maioria dos trabalhos foi desenvolvida em escolas públicas; 35% investigaram os professores, 35% investigaram os anos finais do Ensino Fundamental e apenas 13% tiveram como público-alvo os alunos do Ensino Médio; os conteúdos de matemática mais abordados são Geometria e Função; os Kits *Lego® Mindstorms®* são os mais utilizados, entre outros achados.

¹¹ O Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em hardware (placa eletrônica) e software (Arduino IDE – Ambiente de Desenvolvimento Integrado) fáceis de usar. Destina-se a qualquer pessoa que faça projetos interativos. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>>. Acesso em 02 de ago. 2022. É aplicável à Robótica Educacional.

¹² Robocore – Marca de kit Arduino para Robótica Educacional. <http://www.robocore.com.br>.

Sobre as teorias de aprendizagem mais abordadas nos trabalhos estudados, Gesser (2021) destaca a Teoria do Construtivismo (Piaget, 1979), a Teoria Sociocultural (Vygotsky, 2001) e a Teoria do Construcionismo (Papert, 2008). A respeito dos empecilhos para ampliar a difusão da Robótica Educacional nas escolas, o autor aponta a falta de recursos financeiros, de espaço físico adequado, de tempo dos professores para adquirirem os conhecimentos necessários para se sentirem seguros em relação a RE. De acordo com as pesquisas analisadas, o autor aponta a importância e a necessidade da formação de professores acerca do trabalho com a Robótica Educacional com espaço para discussão crítica e troca de experiências, para além de uma formação instrumental. O autor concluiu com base nos trabalhos estudados que por meio da Robótica Educacional é possível desenvolver no aluno competências, habilidades e atitudes relacionadas a: criatividade, coordenação motora, concentração, curiosidade, trabalho em equipe, comunicação, hábito de investigar e pesquisar, senso crítico, comprometimento, autoconfiança, autonomia, protagonismo. Além disso permite explorar conhecimentos sobre eletrônica, programação, raciocínio lógico, pensamento computacional, pensamento matemático e letramento matemático.

A pesquisa de Gomes (2021), realizada com 16 estudantes da primeira série do Ensino Médio, em uma escola particular situada no município de Linhares-ES, utilizando Kits de Robótica Educacional *LEGO Mindstorms EV3*, buscou identificar contribuições do uso da Robótica Educacional como recurso didático para a aprendizagem de Trigonometria, por meio da aplicação de atividades propostas durante as oficinas de RE. Segundo o autor, o ambiente Construcionista proposto por Papert (2008) proporciona práticas investigativas que possibilitam aos alunos utilizarem algo que acabaram de aprender e a resolverem situações com experimentação. A partir da Análise Textual Discursiva (ATD), afirma que foi possível verificar que os alunos compreenderam e souberam utilizar nas atividades com RE os conteúdos trabalhados de Trigonometria. O autor apontou para o desenvolvimento de habilidades como trabalho em equipe, planejamento para a solução de situações do cotidiano e autonomia.

Maffi (2018) analisou a robótica educacional nos processos de ensino e aprendizagem de Matemática, com alunos do oitavo ano do Ensino Fundamental, a professora de matemática da turma e o assistente de Tecnologias Educacionais, usando o Kit LEGO® MINDSTORMS® Education, numa escola particular de uma cidade do interior do estado do Rio Grande do Sul. Em sua pesquisa, usando o método de Análise Textual Discursiva (ATD), a autora apontou contribuições para o protagonismo do estudante e a compreensão do erro como parte do processo de aprendizagem. Em relação à articulação de conhecimentos matemáticos com a robótica, evidenciou que no desenvolvimento das atividades, os estudantes, com a mediação do professor, têm a oportunidade de deduzir propriedades, levantar hipóteses e verificá-las, descobrir padrões e regularidades, entre outras habilidades que são importantes de serem desenvolvidas no Ensino Fundamental. Destacou, ainda, que os estudantes constroem conhecimentos matemáticos por meio da utilização da robótica e que as interlocuções entre os diferentes campos do conhecimento são uma possibilidade para potencializar as aprendizagens, tornando-as mais significativas. Segundo a autora, a robótica educacional contribui para a aprendizagem de conceitos de forma integrada, possibilitando compreender melhor a realidade. Assim, concluiu nos seus estudos que o desenvolvimento da proposta de Educação Tecnológica, por meio da Robótica Educacional, pressupõe novas formas de organização do espaço e do tempo, um olhar específico para a aprendizagem dos conceitos matemáticos, que se apresentam de maneira interdisciplinar.

A pesquisa de Pádua (2020) objetivou colaborar com sugestões de incorporação do Pensamento Computacional e da Robótica Educacional em disciplinas regulares para o Ensino Fundamental 1. Nesse intuito, utilizando a metodologia de estudo de casos-múltiplos quali-quantitativo e a Plataforma Zerobot®¹³, o pesquisador propôs, ministrou e avaliou aulas-atividades, com um robô programável. A dinâmica ocorreu em aulas regulares de Matemática, com a participação dos docentes, para alunos do 5º ano do Ensino Fundamental, em duas escolas da Rede Pública de Sorocaba – SP. As aulas integravam os conceitos do

¹³Plataforma de ensino com uso do Pensamento Computacional: <https://zerobot.com.br> .

Pensamento Computacional ao conteúdo da disciplina regular de Matemática. Ao final do trabalho 18 (dezoito) Planos de Aulas validados pela pesquisa foram disponibilizados. Concluiu que, tanto o pensamento computacional, quanto a Robótica Educacional são partícipes de diversas realidades educacionais pelo mundo, todavia, as barreiras entre as aulas de disciplinas regulares (sobretudo na educação básica) e a robótica ainda não foram completamente transpostas.

Zillo (2020) investigou a interlocução entre a Robótica Educacional e a Aprendizagem Significativa de conceitos da Matemática, através de um relato de experiência da aplicação de oficinas de Robótica Educacional realizadas com estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental, seu estudo buscou também verificar as percepções sobre o tema Pensamento Computacional de professores que atuam no laboratório de Informática e participavam de oficinas de formação continuada. A autora conclui que a Robótica Educacional pode ser eficiente para potencializar a aprendizagem da Matemática, engajando os estudantes de forma lúdica através de experimentações na prática, proporcionando significado aos conceitos abordados e que, de acordo com a percepção dos professores, estes necessitam de formações e orientações voltadas ao desenvolvimento de estratégias pedagógicas com Robótica Educacional.

Entre outras contribuições, as pesquisas analisadas indicam a relevância da RE para: o processo de ensino e aprendizado da Matemática (Galvão, 2018; Gesser, 2021; Gomes, 2021; Maffi, 2018; Souza, 2021; Zilio, 2020); o estímulo ao Pensamento Computacional (Gesser, 2021; Gomes, 2021; Padua, 2020) e; o desenvolvimento de habilidades interpessoais (Desiderio, 2020; Gesser, 2021; Maffi, 2018; Silva, 2020). Entretanto, alertam também para: a necessidade de atenção a formação científico-tecnológica inicial e continuada de professores (Gesser, 2021; Maffi, 2018; Silva 2020, Souza, 2021); a falta de recursos e infraestrutura das escolas e; a carência de políticas públicas de incentivo a implantação da RE nas escolas.

A partir dessa breve revisão de literatura pode-se depreender que as pesquisas sobre Robótica Educacional associadas a Educação Matemática têm sido realizadas em sua maioria no Sul/Sudeste, carecendo de investimentos em outras regiões do

país. Grande parte dos estudos foi realizada no Ensino Fundamental, indicando a necessidade de intensificar estudos voltados para compreender este fenômeno no Ensino Médio da escola básica. As pesquisas se focaram mais na produção de dissertações do que na produção de teses de doutorado, evidenciando uma lacuna sobre a temática Robótica Educacional e Educação de Matemática em nível de doutorado.

Também nessas pesquisas pode-se perceber que a Robótica Educacional tem se mostrado capaz de proporcionar o desenvolvimento de habilidades e competências nos estudantes, indo além de um ensino exclusivamente centrado nos conteúdos de matemática. No entanto, esse desenvolvimento de habilidades e competências tem ocorrido mais sob uma perspectiva instrumental, ou seja, de um saber fazer/utilizar as tecnologias não necessariamente associado a um pensamento crítico sobre elas. Isso aponta para lacunas nas pesquisas em direção a uma investigação da Robótica Educacional como potencializadora de ações que levem a um pensamento matemático, capaz de contribuir para a formação de sujeitos críticos.

Ainda que seja evidenciada a capacidade de favorecer processos de alfabetização tecnológica, o robô, em muitas pesquisas, é utilizado como algo pronto, acabado, como uma "caixa-preta" do conhecimento. Nesses processos pouco se instiga sua montagem, compreensão e aplicação das partes que o compõem. Uma ação que poderia contribuir para o desenvolvimento de processos reflexivos, criativos e inventivos e de busca de sentidos para conteúdos matemáticos na relação do sujeito com o objeto de aprendizagem.

Ademais, tem-se como pressuposto que sensores, atuadores e microcontroladores, comumente usados na montagem do robô, podem ser estudados em montagens isoladas, *pari passu* em cursos de formação em Robótica Educacional, durante as etapas de construção do robô, com a finalidade de se explorar ações de investigação, contextualização e aplicações variadas. Assim, propiciando formas de aprendizagem em situações de ensino no uso de tecnologias do nosso cotidiano e sua relação com a Matemática.

Desta forma, pode-se produzir rupturas com o ensino do robô como uma “caixa preta”, aprimorando o potencial da Robótica na investigação, por parte dos estudantes, de relações matemáticas presentes na ciência, nas formas de produção do conhecimento científico e no cotidiano dos sujeitos, exploradas a partir de montagens variadas envolvendo sensor-microprocessador-atuador. A exemplo de relações lineares estudadas na Matemática investigadas a partir de experimentos realizados em tempo real e que podem ser acompanhadas qualitativamente e quantitativamente, por dispositivos comumente usados na montagem do robô, tais como o Arduino e sensores de movimento, temperatura, dentre outros.

Além disso, corroborando com os achados Gesser (2021), este trabalho também verificou a existência de poucas pesquisas que utilizem as premissas de uma Robótica Educacional Livre – REL (com uso de *hardware* e *software* livres), ou seja, sem o uso de kit proprietário, como por exemplo, o *Lego®*, que tem um custo maior quando comparado aos não proprietários, como o Arduino, o que dificulta o seu acesso e sua popularização na Rede Pública.

O *Lego®* é o kit mais utilizado e conhecido, além disso, possui uma aparência estética colorida e bonita, lembrando de brinquedos de montar, o que chama a atenção das crianças. Contudo, seu custo dificulta a difusão na rede de ensino. Portanto, é importante desenvolver pesquisas voltadas para a RE livre, com o intuito de estimular, difundir e democratizar seu uso. Nesse sentido, o Arduino como microprocessador é uma boa alternativa, pois seu custo é mais acessível.

Porém, se comparado ao *Lego®*, o Arduino requer mais conhecimento de Eletrônica e maior trabalho de manufatura (soldar, parafusar, prender, adaptar etc.). Ainda que isso possa representar uma dificuldade para o/a estudante, pois requer mais prática e tempo de execução, também pode ser considerada uma oportunidade para desenvolvimento de habilidades como: manuseio de ferramentas, desenvolvimento de autonomia, cooperação, coordenação motora, destreza, criatividade, entre outras.

Nesse cenário, essa pesquisa realizou investigações no intuito de contribuir para uma melhor compreensão de como a Robótica Educacional, tendo como base

plataformas livres, como o Arduino, a partir de situações-problemas pode favorecer para a Aprendizagem Dialógica e a Educação Matemática. Nesse sentido, investigou o ambiente proporcionado pela Robótica Educacional como um espaço de aprendizagem que pode favorecer o desenvolvimento de habilidades, a busca de sentidos para os conteúdos de Matemática e sua importância na compreensão de como se produz o conhecimento científico, além de estimular a curiosidade, motivar os alunos para aprender, manusear dispositivos tecnológicos, construir conhecimento de forma criativa e coletiva, articulando a teoria com a prática.

Esse estudo também, se propôs a investigar o potencial da Robótica Educacional em situações de aprendizagem através da articulação de saberes. Desta forma, espera-se contribuir para superar a fragmentação do conhecimento cotidianamente vivida no interior do currículo, trabalhando de forma interdisciplinar, mobilizando conteúdos de Física, Matemática, dentre outros. Do mesmo modo, a investigação explorou como as etapas constituintes: noções de eletrônica; noções de programação e; Arduino, podem ser conectadas para ajudar na compreensão do funcionamento do robô.

Por fim, espera-se que esse estudo possa contribuir para a difusão do conhecimento sobre RE entre professores/as e pesquisadores/as que desejam trabalhar com essa temática, em especial na Rede Pública de Ensino.

1.1 O problema da pesquisa e seus objetivos

Nesta introdução, buscamos entender os diversos desafios que surgem na aprendizagem da Matemática, especialmente ao considerarmos o papel das tecnologias, como a Robótica Educacional. Ficou claro que as TICs têm oferecido cada vez mais recursos que desafiam o método tradicional de ensino, muitas vezes centrado na transmissão de conteúdos de forma fragmentada, apresentando o conhecimento como algo pronto e inquestionável.

O uso das TIC no processo de ensino e aprendizagem, intensificado durante a pandemia, revelou que muito ainda há por ser feito no sentido de se investir em uma democratização do acesso às tecnologias pelos estudantes, assim como sua difusão e implementação na sala de aula. Um processo que demanda uma diversificação de estratégias e uso das tecnologias de forma reflexiva, participativa e integrada, tanto na aprendizagem de conteúdos como no desenvolvimento de competências e habilidades.

Apesar do uso das tecnologias e o desenvolvimento de competências e habilidades estarem presentes no discurso das reformas de ensino, desde os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) até à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), nem sempre se observam mudanças significativas na realidade concreta da escola de Ensino Médio que favoreçam ou estimulem a ruptura com a cultura escolar centrada, eminentemente, nos conteúdos e, em inúmeras situações engessam os temas, os conteúdos e as metodologias em sala de aula.

E é nesse contexto que se insere a Robótica Educacional Livre (REL), com uso de *hardware* e *software* livres, de baixo custo, portanto, mais acessível e viável para implantação na Rede Pública de Ensino, como um ambiente de aprendizagem para a Educação Matemática. Não apenas numa perspectiva instrumental de aplicação do robô como uma “caixa-preta”, mas numa concepção de aprendizagem integrada, interdisciplinar, construtivista e dialógica, na qual os estudantes são convocados para uma participação ativa, a partir de situações-problemas que favorecem a construção de um capital cultural de natureza interdisciplinar.

Nesse sentido, essa investigação apresenta a seguinte propositiva de tese: a Robótica Educacional através de uma perspectiva dialógica, reflexiva e de situações-problemas, instiga os sentidos e significados acerca dos usos de aparatos instrumentais e, favorece a Aprendizagem Dialógica da Educação Matemática junto aos alunos da Rede Pública de Ensino. A expectativa é que a RE, ao articular teoria e prática, através de um aprender fazendo, seja capaz de motivar, contextualizar o ensino, atribuir sentidos aos conteúdos matemáticos, contribuindo para ampliar a

discussão sobre a RE enquanto ambiente de aprendizagem propício à Aprendizagem Dialógica e a Educação Matemática.

A partir da tese formulada, se anuncia como questão de pesquisa: como a Robótica Educacional pode contribuir para uma Aprendizagem Dialógica da Educação Matemática, por alunos do Ensino Médio na Rede Pública de Ensino? Com o desafio de responder a esta questão, a seguir, enunciam-se os objetivos desta pesquisa.

Objetivo geral:

Compreender como a Robótica Educacional pode contribuir para uma Aprendizagem Dialógica da Educação Matemática por alunos do Ensino Médio na Rede Pública de Ensino.

Objetivos específicos:

1. Verificar como a Robótica Educacional, a partir de situações-problemas, pode favorecer o desenvolvimento de habilidades e a aprendizagem da Educação Matemática.
2. Analisar como a Robótica Educacional pode contribuir para um ambiente de Aprendizagem Dialógica potencializando a aprendizagem da Educação Matemática.
3. Investigar como aplicações do Arduino associadas à Matemática possibilitam a compreensão dos alunos sobre o processo de produção do conhecimento científico e de construção de sentidos para a Educação Matemática no Ensino Médio.

Para atender aos objetivos da pesquisa, considerou-se que está é uma Pesquisa em Educação (Gatti, 2012) e optou-se por seguir o método da pesquisa participante (Brandão, 2006; Demo, 2004), na qual, a pesquisadora juntamente com os demais atores estão imersos num processo colaborativo e são autores da pesquisa. O estudo de campo foi realizado com 20 (vinte) alunos/as do Ensino Médio, no Colégio Estadual Governador Lomanto Júnior, escola de tempo integral da Rede Pública de Ensino, por meio de Encontros Formativos sobre Robótica Educacional – EFRE, realizados uma vez por semana, durante o ano letivo de 2023.

Os EFRE foram desenvolvidos numa perspectiva dialógica, desafiando os participantes por meio de situações-problemas. Composto por três blocos: Introdução à Eletrônica; Programação, Arduino e Robótica e; Desafios de Matemática a partir do robô. Apesar do terceiro bloco ter sido dedicado a desafios de Matemática, a abordagem Matemática não ficou restrita a ele. Ela esteve presente ao longo de todos os EFRE, em alguns casos de forma mais evidente, em outros, de forma mais transversal. Procurou-se durante os Encontros evidenciar conceitos e conteúdos de Matemática forma contextualizada, interdisciplinar, articulada a outros saberes e ao cotidiano dos participantes.

Com o intuito de coletar os dados, considerando-se a natureza da pesquisa e o perfil dos participantes dos foram escolhidos os seguintes instrumentos: Questionário *online*; Diário de Bordo; Roda de Conversa e; Fotografias. A análise dos dados foi apoiada na técnica de Análise de Conteúdo de Bardin (1997), desenvolvida em três etapas: pré-análise (coleta dos dados, leitura flutuante, unidade de sentidos); exploração do material (definição de subcategorias e categorias) e; interpretação dos resultados (inferências, análise e discussão). Sempre cotejando com os referenciais, objetivos e a questão da pesquisa.

1.2 Trajetória acadêmica e profissional da pesquisadora e sua implicação com o objeto da pesquisa.

Nessa subseção, procuro evidenciar o meu envolvimento com a docência, a Matemática, a Robótica Educacional e os aspectos que se articularam provocando meu interesse por essa investigação. Esse resgate da minha formação acadêmica e profissional é inspirado na concepção educativa de Freire (2005, p. 84), para quem “[...] olhar para trás não deve ser uma forma nostálgica de querer voltar, mas um modo de melhor conhecer o que está sendo, para melhor construir o futuro”. Peço licença aos leitores para, neste momento, escrever de forma pessoal, utilizando um tempo verbal diferente do encontrado ao longo da tese.

Gostaria de iniciar falando da minha maior inspiração nos estudos e na vida profissional: minha mãe. Mainha foi professora primária (correspondendo hoje ao Fundamental I) de escola pública, a Pró Mariva. Junto com Painho, ela sempre colocou a educação dos cinco filhos como prioridade, mesmo enfrentando dificuldades. Nossa casa era quase como a extensão da escola, Mainha ministrava aulas na escola pela manhã e à noite, no turno da tarde, dava “banca” (reforço escolar). Em casa, havia uma mesa comprida onde sentavam vários alunos (cerca de 5 a 10 alunos) que passavam a tarde lá estudando. Nessa época meu passatempo preferido era brincar de escolinha.

Associado a isso, entre meus interesses da infância/adolescência estavam as revistas de desafios lógicos e leituras sobre curiosidades Matemáticas. Nesse sentido, destaco o famoso livro O homem que calculava, de Malba Tahan, sua maneira envolvente de apresentar problemas de raciocínio lógico através de histórias me conquistou e fez crescer ainda mais meu amor pela Matemática. Essas experiências acabaram despertando em mim a vocação para ser professora de Matemática.

Fui estudante de escola pública e passei por desafios que só quem vivência conhece, mas também tive muitas oportunidades e ótimos professores. Fiz o Ensino Médio na Escola Técnica da Bahia – ETFBA, atual Instituto Federal da Bahia – IFBA, lá fortaleci minha base e terminei o curso decidida a ser professora de Matemática. Em 1993, me formei no curso de Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal da Bahia (UFBA).

Durante minha formação acadêmica, frequentemente, busquei auxiliar os colegas em Matemática, exercendo um papel de monitora informal nos grupos de estudos. Na oportunidade, pude constatar suas dificuldades no que se refere aos conteúdos de Matemática do Ensino Fundamental e Médio, em especial, para interpretar e resolver problemas. Realidade que também pude observar nas aulas particulares que ministrei nesse período.

Depois que concluí a graduação passei dois anos lecionando Matemática para alunos do Ensino Fundamental II (1993 a 1995), em uma escola particular de pequeno porte localizada em um bairro popular de Salvador. Na época, eu ainda não havia

pesquisado sobre Resolução de Problemas, como uma metodologia de ensino, apesar da ebulição de investigações sistemáticas sobre o tema na década de 1990 (Onuchic, 1999, p. 207). Intuitivamente eu já dava ênfase a essa abordagem nas minhas aulas, por acreditar no seu potencial para estimular os estudantes a desenvolverem raciocínio lógico e a resolver questões de maneira mais ativa e envolvente.

Em 1997, iniciei minha carreira como professora de Matemática na graduação, em uma tradicional Instituição de Ensino Superior (IES) de Salvador, onde trabalhei até 2015. Experiência que muito contribuiu para minha formação profissional e aprovação no concurso público, que me possibilitou ingressar na UNEB como docente em 2004. No entanto, minha história na UNEB começou em 1990, quando ingressei como servidora concursada de nível médio, na época ainda era estudante de graduação, depois pedi exoneração. Hoje sou professora da área de Matemática, atuando no Curso de Sistemas de Informação, com dedicação exclusiva (2022) na UNEB. Contudo, no período de 2009 a 2020, lecionei em outra IES da rede privada, também na capital baiana, ministrando disciplinas da área de Cálculo para graduandos de cursos de diversas engenharias.

Com o início da minha carreira de docente em nível superior veio à necessidade de buscar uma pós-graduação. Em 1999, conclui o Curso de Especialização em Engenharia Econômica de Negócios, pós-graduação “Lato Sensu”, com carga horária total de 570h/a. Na oportunidade, fiquei encantada com a disciplina de Metodologia do Ensino Superior, aprendi novas estratégias de ensino que passei a aplicar nas minhas aulas, melhorando meu desempenho e me aproximando mais dos meus alunos. Como sempre gostei de estudar, nos anos seguintes, fiz mais uma especialização e uma segunda graduação em Administração. Compreendendo a importância de realizar um mestrado, em 2009, conclui o Mestrado em Desenvolvimento Humano e Responsabilidade Social, pela Fundação Visconde de Cairu.

Nas IES que lecionei a reprovação em Matemática nos primeiros semestres sempre foi uma preocupação. Em ambas IES privadas, participei de projetos e ações

que ofereciam “curso de nivelamento”, não obrigatório, para alunos com dificuldades em Matemática, bem como, horários para atendimento com o professor ou monitor das disciplinas. Porém, faltava um acompanhamento sistemático para avaliar a eficácia dessas ações. Intuitivamente, posso dizer que observei bons resultados, principalmente, trabalhando em grupos menores, quando se torna possível um acompanhamento mais personalizado. Entretanto, alguns problemas também, como frequência irregular, dificuldade em interpretar problemas e falta de autonomia para desenvolver os estudos de forma independente.

Durante meu percurso como professora nas IES, seja da rede privada ou pública, a fragilidade de parte dos estudantes de graduação com os conteúdos de Matemática Básica, referentes ao Ensino Fundamental e Médio, sempre me inquietou. Essa realidade me instigou o desejo de pesquisar e contribuir para a melhoria dessa formação. Entretanto, compreendendo que se trata de uma questão complexa, que tem muitas nuances. Além disso, faz parte do meu interesse e da minha prática como docente a Educação Matemática e o uso das TIC no processo de ensino e aprendizagem. Desta forma, iniciou meu desejo de pesquisar e fazer um Doutorado em Educação.

Como preparação para o doutorado, devido à aproximação com a discussão em educação e tecnologia, ingressei no Grupo de Pesquisa Geotecnologia, Educação e Contemporaneidade – GEOTEC, liderado pela professora Tânia Maria Hetkowski, vinculado a Linha de Pesquisa 4 – Educação, Currículo e Processos Tecnológicos do Programa de Pós-Graduação em Educação e Contemporaneidade – PPGEduC da UNEB. Oportunizando discussões, leituras e aprendizado.

O GEOTEC desenvolve pesquisas e projetos educacionais voltados a tecnologias e processos formativos, difundindo Ciência e Tecnologia nas escolas da Rede Pública de Ensino do Estado da Bahia. Deste modo, contribui com a formação de jovens pesquisadores, promove discussões, reflexões, ampliando a construção e o uso das TIC. Portanto, cria um ambiente frutífero e favorável ao desenvolvimento da minha pesquisa, fornecendo a base epistêmica desta tese.

Sou fruto da escola pública, apaixonada pela Matemática e pela docência e quando ingressei no GEOTEC já estava claro o meu desejo de desenvolver uma pesquisa de doutorado voltada para Educação Matemática e o uso das TIC na Educação Básica, na Rede Pública de Ensino. A aproximação com a Robótica Educacional aconteceu a partir do convite de um colega do Curso de Sistemas de Informação da UNEB, para participar de um projeto no Núcleo de Pesquisa Aplicada e Inovação – NPAI, foi através desse grupo de pesquisa que iniciei meus estudos em Robótica Educacional. Em 2020, publiquei meu primeiro artigo¹⁴ sobre o tema.

Meu interesse pela Robótica Educacional foi praticamente imediato, devido a minha afinidade com as TIC e as atividades no estilo “mão na massa”. Ademais, por acreditar no potencial dessa abordagem para explorar conteúdos de Matemática numa perspectiva lúdica, contextualizada e alinhada aos princípios da Aprendizagem Dialógica e da Educação Matemática.

No intuito de aprender, adquirir experiência e me aprofundar no tema, acompanhei, durante os anos de 2021 e 2022, as aulas de Robótica, ministradas pelo professor Elton Barreto, colega e pesquisador do NPAI, no Centro Juvenil de Ciência e Cultura (CJCC)¹⁵, com sede Colégio Estadual da Bahia, uma escola pública tradicional de Salvador, também conhecida como Colégio Central. Na ocasião, adquiri kits e ferramentas essenciais à Robótica Educacional, com o objetivo de realizar experimentos, desenvolver projetos e aprimorar as habilidades necessárias ao avanço da pesquisa.

Em 2021, em decorrência do distanciamento social adotado para reduzir a propagação do novo coronavírus (SARS-CoV-2), causador da COVID-19, as aulas

¹⁴ Artigo publicado em parceria com pesquisadores do NPAI, “Robótica Educacional: construção de uma dinâmica a partir do Robô Ardu”, publicado em 2020, na Revista Sodebrás, disponível em: <https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.15.2020.179.71>. Acesso em: 21 jul. 2024.

¹⁵ “Iniciativa da Secretaria de Educação do Estado da Bahia, os Centros Juvenis de Ciência e Cultura (CJCC) têm como objetivo promover a ampliação da jornada escolar e a diversificação do currículo dos estudantes. O projeto é voltado ao 9º ano do Ensino Fundamental e ao 3º ano do Ensino Médio por meio de atividades lúdicas em ambientes interativos que unem temáticas culturais e científicas modernas”. Disponível em: <https://movinovacaonaeducacao.org.br/iniciativas-inovadoras/centro-juvenil-de-ciencia-e-cultura-cjcc-salvador-ba/>. Acesso em: 21 jul. 2024.

aconteceram de forma virtual, uma vez por semana, via *Google Meet*¹⁶. A turma era composta por dezoito alunos, do 9º ano do Ensino Fundamental II à 3ª série do Ensino Médio, matriculados na Rede Pública de Ensino do Estado da Bahia. Como as aulas eram *online*, não houve restrição geográfica e alguns alunos eram do interior do estado. As aulas *online*, representavam um desafio a proposta de atividade no estilo “mão na massa”, mas também, uma oportunidade de explorar o simulador Tinkercad, que foi aplicado na minha pesquisa.

Em 2022, com o retorno às atividades presenciais, as aulas de Robótica do CJCC voltaram a acontecer no Colégio Central. A turma de quinze alunos era formada por estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental II à 3ª série do Ensino Médio, matriculados em diversas escolas da Rede Pública de Ensino, na cidade de Salvador, no turno matutino e frequentavam as aulas de Robótica uma vez por semana, no turno da tarde. A vivência de observação das aulas e a parceria com o professor de Robótica, foram importantes para meu desenvolvimento na temática e na pesquisa.

Ainda no início de 2022, o Centro de Pesquisa em Arquitetura de Computadores, Sistemas Inteligentes e Robótica – ACSO, da UNEB, anunciou que iria fazer uma formação em Robótica para um grupo de dez alunos do Ensino Médio, através de um projeto de Iniciação Científica Júnior – IC-Jr. Entrei em contato com os pesquisadores responsáveis, que são meus colegas de colegiado, e firmei mais uma colaboração. Acompanhei ao longo do ano a formação desses estudantes, que acontecia uma vez por semana, no espaço do ACSO, no Campus I, da UNEB.

Em 2023, a UNEB, através do ACSO, ficou responsável pela organização da Competição Brasileira de Robótica (CBR), maior competição de robótica e inteligência artificial do Brasil, que foi realizada de 07 a 12 de outubro, no Centro de Convenções de Salvador. Em razão da parceria com ACSO, trabalhei na organização do evento, ficando responsável para coordenação dos voluntários. A vivência nesse evento foi inspiradora, pela oportunidade de imergir em um ambiente fértil e colaborativo, com

¹⁶ Ferramenta de videoconferência criada pelo Google. Ela permite fazer chamadas de vídeo e reuniões *online*, com áudio e vídeo, além de compartilhar a tela e usar recursos de colaboração.

muitos estudantes e pesquisadores da área de Robótica. Foi gratificante ver os alunos do IC-Jr, que acompanhei a formação, participando da competição e representando muito bem a Bahia.

A imersão nas aulas de Robótica, seja na parceria com o NPAI, no CJCC ou com o ACSO, acompanhando os alunos do IC-Jr, favoreceu a minha formação em Robótica, bem como, a minha ambientação com alunos do Ensino Médio, público-alvo desta pesquisadora. Exercer esse deslocamento de professora de universidade para pesquisadora-observadora na formação de alunos da Educação Básica, contribuiu para o planejamento e desenvolvimento da pesquisa de campo.

Por fim, a afinidade com a Educação Matemática, a Robótica Educacional e os princípios da Aprendizagem Dialógica, bem como, o desejo de contribuir com a Educação Básica gratuita, motivaram o desenvolvimento desta pesquisa. Para isso, contei com a valiosa colaboração de pesquisadores do NPAI e do ACSO. Em especial, destaco a importância do grupo de pesquisa ao qual faço parte, o GEOTEC, comunidade científica e colaborativa, que contribuiu decisivamente para fundamentar, referenciar e clarificar o objeto da pesquisa.

1.3 Estrutura da tese

A tese está estruturada em seis seções. A primeira seção, apresenta a Introdução na forma de uma problemática na qual se procura contextualizar o problema da pesquisa, a partir do que se enuncia a questão da pesquisa, o objetivo geral e os objetivos específicos, assim como a trajetória acadêmica e profissional da pesquisadora e sua implicação com o objeto de pesquisa, além da estrutura da tese.

Na segunda seção, discute-se aspectos da Sociedade em Rede que se encontram relacionados ao objeto da pesquisa. Uma sociedade interconectada, na qual se encontram presentes as tecnologias e suas influências na construção de racionalidades e paradigmas que orientam as práticas sociais. Para tanto, se fez uma análise do movimento do pensamento científico da Modernidade à Pós-Modernidade;

bem como, o conceito de Sociedade em Rede e seus impactos para a educação, tanto para as comunidades de conhecimento como para a Aprendizagem Dialógica.

Na terceira seção se discute a concepção de Aprendizagem Dialógica no contexto da Sociedade em Rede a partir dos princípios que a fundamentam, tais como: diálogo igualitário, inteligência cultural, transformação, dimensão instrumental, criação de sentidos, solidariedade e igualdade de diferenças.

Na quarta seção, aborda-se o Ensino de Matemática e a Educação Matemática, na qual se apresenta uma breve discussão sobre os documentos PCN e BNCC e seus impactos para o processo de ensino e aprendizagem em Matemática, reflexões a respeito do Ensino de Matemática e da Educação Matemática, bem como, o conceito de robô, robótica e Robótica Educacional, além de considerações sobre as relações entre a Robótica Educacional e a Matemática.

A quinta seção, apresenta os procedimentos metodológicos da pesquisa, envolvendo: o método, o caminho da pesquisa e seu suporte teórico; o *lócus* e os sujeitos da pesquisa; as etapas e procedimentos adotados para a pesquisa de campo; os instrumentos de registros das informações e observações realizadas durante a pesquisa; a metodologia utilizada para análise dos dados e; o detalhamento dos EFRE, incluindo a Matemática de emergiu durante o percurso, os materiais utilizados e um resumo dos Encontros.

A sexta seção aborda a análise e discussão dos dados, realizada com base na técnica de análise de conteúdo de Bardin (1977). Nesta seção são apresentados os dados na forma de categorias, estruturadas em três dimensões, envolvendo as contribuições dos encontros sobre: Introdução à eletrônica; `Programação Arduino e montagem do robô; Aplicações do robô e do Arduino e relações com a educação matemática e com o processo de produção do conhecimento científico e, por fim, a contribuição da Robótica Educacional para a Aprendizagem Dialógica.

Finalmente, na sétima seção apresenta-se as considerações finais a partir da análise dos resultados, assim como sugestões e expectativas de trabalhos futuros. Por fim, são apresentadas as referências.

2. SOCIEDADE EM REDE E A EDUCAÇÃO

Essa seção será dedicada a discussão sobre os desafios da educação na Sociedade em Rede. Compreende-se que as práticas sociais existentes na escola derivam das concepções que se tem de ciência ou de ensino, tanto por parte do pesquisador na produção do conhecimento, como por parte do professor na construção do conhecimento.

Nesse sentido, serão abordados os paradigmas de ciência moderna e pós-moderna, suas características e consequências para a educação e para a sociedade atual. Posteriormente, busca-se compreender o impacto desses paradigmas no contexto de uma Sociedade em Rede e suas implicações para o aparelho escolar. Evidentemente que, dentro da discussão sobre a Escola Básica circunscrita ao contexto de uma Sociedade em Rede, se inserem a reflexão sobre as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e seu impacto para a aprendizagem, o que será abordado na sequência.

2.1 O Conhecimento Científico: da Modernidade à Pós-Modernidade

Durante muito tempo, o conhecimento da humanidade foi guiado por princípios religiosos pautados nas crenças e nas espiritualidades. Com a modernidade, a busca da verdade através da razão, passou a se constituir como o norte para a construção do pensamento da Ciência Moderna. Um dos marcos na construção dessa forma de pensamento está na obra de Descartes (2004) na qual se privilegia a razão como condição essencial para construção do pensamento cartesiano que, por questões de tempo e do interesse de uma pesquisa em educação, aqui será abordado numa perspectiva reflexiva de natureza mais epistemológica, ainda que se reconheça a ampla dimensão e alcance do método cartesiano e do pensamento moderno.

Ao enunciar seu método analítico, Descartes (2004) estabelece alguns preceitos lógicos, dentre os quais considera: primeiro, que jamais se deva aceitar

como verdadeira qualquer coisa que não se conheça a sua evidência como tal; segundo, ser necessário dividir cada dificuldade a ser examinada em tantas partes quanto possível fosse para resolvê-la; terceiro, organizar os pensamentos dos mais simples para os mais complexos. Na verdade, trata-se de um guia que procura nortear as ações de investigação com vistas a se buscar um conhecimento da natureza de forma mais aprofundada e rigorosa (Descartes, 2004).

Neste modelo, a ênfase é dada à Matemática como forma de linguagem. Para Santos (2010, p. 26-27) "a matemática fornece à ciência moderna, não só o instrumento privilegiado de análise, como também a lógica da investigação". Dessa forma, a matemática instrumentaliza a ação de que o conhecimento verdadeiro, na visão modernista, será aquele que for obtido através da quantificação que, por sua vez, vai assegurar o necessário rigor da ciência. Como consequência desse pressuposto, passa-se a considerar como irrelevante para a ciência todo aquele fenômeno cuja natureza não possa ser mensurada, quantificado.

Outra vertente que alicerça as bases para compreensão do pensamento modernista consiste na perspectiva empirista de Hume (2016), na qual se assume que o conhecimento é construído a partir das nossas percepções das coisas e dos fenômenos com os quais nos relacionamos no mundo. Assim, para este autor, o homem é um ser social e racional, sendo seu conhecimento formado a partir da experiência humana e que será validado na medida em que se tenha a universalização do método matemático e que se assumam os critérios de um método que auferem rigor à ciência.

Se, por um lado, o empirismo é criticado pela demasiada importância que credita ao conhecimento técnico e prático, por outro, o método cartesiano abriu as portas para uma visão fragmentada do conhecimento tanto na pesquisa como na instituição escolar. Como consequência do modernismo tivemos a naturalização de um *modus operandi* na ciência orientado para um determinado modelo de produção do conhecimento que considera as objetividades em detrimento das subjetividades, a razão em detrimento às emoções, o sujeito cognitivo em detrimento da pessoa que,

na sua própria natureza, articula de forma inseparável o pensar, sentir e agir (Moraes; De La Torre, 2004).

A Ciência Moderna procurou submeter tudo ao exame crítico da razão e à experimentação, movida pela crença de que o mundo é passível de transformação pela intervenção do homem. O método cartesiano, alicerce do pensamento modernista, repercutiu tanto nas formas de pesquisar como de ensinar, que terminaram sendo regidas por uma lógica disciplinar, na qual se assume como pressupostos a busca de uma objetividade e de uma universalidade do conhecimento como condição para garantia da sua validade de acordo os critérios estabelecidos nos postulados do estatuto epistemológico da ciência moderna.

Assim, a lógica orientadora do conhecimento, ditada por uma ordem religiosa à qual todos deveriam se submeter, foi substituída por uma lógica pautada na razão humana que, aos poucos, vai construindo o próprio estatuto epistemológico da ciência moderna na qual prevalece a razão em detrimento da emoção. Uma nova ordem que vai se instituindo de forma homogeneizadora e reguladora de processos e práticas políticas, econômicas e sociais.

Essa lógica cartesiana vai se estender às ciências sociais, nas quais se insere o campo da educação, uma vez que parecia ser possível e necessário estudar os fenômenos sociais a partir dos pressupostos de racionalidade mecanicista estabelecidos para as ciências naturais, desde que se mantivesse a neutralidade do observador e se reduzisse os fatos às dimensões externas, possíveis de serem observáveis e mensuráveis. Para Santos (2010), essa extensão ocorreu de duas formas diferentes. A primeira consistiria em se aplicar, na investigação dos fenômenos sociais, todos os princípios epistemológicos que norteavam o estudo dos eventos da natureza. A segunda, consistiria em reivindicar um estatuto epistemológico e metodológico próprio e distinto para as ciências sociais (Santos, 2010).

Para Nagel (1961), as ciências sociais carecem de teorias explicativas que possibilitem a abstração do real para posteriormente buscar, de forma metodologicamente controlada, evidências empíricas adequadas. Tais ciências não podem estabelecer leis universais, dado que os fenômenos sociais são condicionados

historicidade e culturalmente. Além disso, as ciências sociais não conseguem promover previsões confiáveis, uma vez que o comportamento humano é suscetível à modificação em função do conhecimento adquirido acerca dele. Os fenômenos sociais possuem natureza subjetiva e, por essa razão, não podem ser plenamente captados pela objetividade do comportamento. Por fim, as ciências sociais não se caracterizam pela objetividade plena, uma vez que o cientista social não consegue isentar-se, no ato da observação, dos valores que permeiam sua prática geral, assim como sua atuação enquanto pesquisador.

A reivindicação de um estatuto epistemológico e metodológico próprio para as ciências sociais advoga ser impossível superar esses obstáculos, uma vez que a investigação sobre a ação humana tem uma natureza radicalmente subjetiva e, dessa forma, ao contrário dos fenômenos analisados pelas ciências naturais, não pode ser enclausurada pelos mesmos critérios epistemológicos. Esta reivindicação inclui também a crítica de que o comportamento humano não pode ser compreendido apenas a partir de características exteriores e objetiváveis. Mas, ao contrário, tem em vista como desafio a obtenção de um conhecimento intersubjetivo, descritivo e compreensivo, cujos instrumentos de obtenção dos dados se identificam mais com métodos de investigação qualitativa (Santos, 2010). Distante, portanto, daquele conhecimento investigado nas ciências naturais de natureza objetiva, explicativa, regido por leis rígidas, mecânicas e imutáveis.

É oportuno salientar que a exploração dessas diferenças epistemológicas e metodológicas relativas ao método de investigação é fundamental para a compreensão do objeto de estudo que se coloca neste projeto de pesquisa, uma vez que a Robótica Educacional não será explorada aqui apenas numa perspectiva cognitiva e conteudista, mas numa vertente que procura articular o pensar, sentir e agir dos sujeitos, razão e emoção, objetividade e subjetividade, sujeito e pessoa. Daí porque será necessário continuar nossa reflexão em torno desse movimento nos quais se caracterizam os binômios modernidade/pós-modernidade, objetividade/subjetividade, razão/emoção, com vistas a clarificar melhor conceitos que possam iluminar uma análise mais à frente de um objeto difuso tal como se colocam aqueles resultantes da investigação no campo do ensino e aprendizagem.

No campo da Filosofia, Nietzsche (1988) traz a crítica ao método disciplinar baseado na razão vista como algo absoluto. Procura mostrar que o conhecimento não é algo estático, idealizado, mas, ao contrário, é algo vivo, situado e datado, histórico, ligado ao mundo concreto e, portanto, dialético. Isso significa que o conhecimento é relativo, contextualizado e, por mais que queiramos, não pode ser enclausurado num mundo mecânico, previsível, de formas rígidas, puras e abstratas idealizadas pelo homem. Para esse autor, as verdades são históricas, transitórias e escorregadias que, na maioria das vezes, escapam aos ditames da universalidade e objetividade. Daí porque pouco importa o conhecimento na sua forma verdadeira concebida originalmente, mas no seu movimento de revelação na medida que se encarna nas vidas dos indivíduos e vai se reconstruindo como um hipertexto.

Porém, a ruptura com o pensamento moderno e a aproximação entre os estatutos epistemológicos de investigação/produção científica terminou advindo mais do próprio ambiente no interior da lógica cartesiana e disciplinar da ciência moderna, no qual – é importante lembrar – se assumia como caminho para a verdade, a busca do rigor, da certeza e da mensuração. Para Santos (2010), é exatamente no ambiente das ciências naturais, a partir de certo momento histórico, que se começa a perceber as falhas do modelo empírico-cartesiano. Os maiores exemplos dessas rupturas ao modelo epistemológico dominante vêm da Física, tida como uma ciência exata, a partir da qual são gerados desequilíbrios às suas crenças e concepções, através de princípios enunciados tais como de indeterminação, incerteza e relatividade, evidenciados por alguns cientistas nas relações com o objeto científico investigado.

Para Santos (2010), a crise do paradigma dominante da ciência moderna resultou do próprio avanço no conhecimento científico que ele favoreceu. Um dos elementos que favorece essa crise adveio da teoria da relatividade, na qual Einstein conclui que não é possível verificar, ao mesmo tempo, a velocidade e a simultaneidade de acontecimentos distantes, mas apenas defini-la. Dessa forma, cai por terra o pensamento de que só através do rigor da medição é possível se chegar à verdade. Do mesmo modo, Heisenberg e Bohr (princípio da incerteza) demonstraram, na mecânica quântica, que não é possível, ao mesmo tempo, observar e medir um objeto sem nele interferir, rompendo com a necessária independência da relação entre

sujeito objeto preconizada no modelo dominante. Esse princípio demonstra uma estreita relação de interferência do sujeito no objeto ao observá-lo.

Muitos outros exemplos poderiam ser trazidos nesse sentido, tais como o princípio da imprevisibilidade oriundo da teoria das estruturas dissipativas de Prigogine (2006), no qual se estabelece que em sistemas abertos, os fenômenos não são previsíveis pois estão submetidos a processos de auto-organização, cujo caminho depende da própria história de cada sistema analisado. Esses, dentre outros inúmeros exemplos que poderiam ser citados, contribuíram para a produção de rupturas nas concepções, princípios e formas de pensar do modelo dominante da ciência Moderna, pautados na separação entre sujeito/objeto, razão/emoção, partes/todo. Ou, conforme explicita Santos (2010, p. 48):

Em vez da eternidade, a história; em vez do determinismo, a imprevisibilidade; em vez do mecanicismo, a interpenetração, a espontaneidade e a auto-organização; em vez da reversibilidade, a irreversibilidade e a evolução; em vez da ordem, a desordem; em vez da necessidade, a criatividade e o acidente.

Essas rupturas abrem caminhos para profundos questionamentos, das práticas sociais, circunscritas no arcabouço teórico e metodológico da ciência moderna. Ao mesmo tempo, vislumbram espaços de transição entre o modelo dominante e o pensamento científico oriundo de um modelo emergente que passou a ser denominado de pós-modernidade, no qual se inserem contextos, inclusive epistemológicos, que possibilitam ao homem compreender e atuar no âmbito de uma racionalidade mais plural e complexa, de natureza fenomenológica, que articule razão e emoção, sujeito e objeto do conhecimento, cognição e emoção. A pós-modernidade convoca os sujeitos a se despedirem dos lugares conceituais, teóricos, epistemológicos e metodológicos que foram construídos ao longo de todos esses anos com base na certeza, no mecanicismo lógico, na segmentação do conhecimento e na mensuração como formas de validação do conhecimento científico.

As bases para construção desse paradigma emergente são apontadas por Santos (2010) e consideradas, aqui nessa pesquisa, como fundantes do pensamento que nos orienta para a investigação da Robótica Educacional. Segundo o autor, a construção do novo modelo de racionalidade emergente passa pela necessidade de

se compreender que todo conhecimento científico-natural também é um conhecimento científico-social, ou seja, toda ciência é uma ciência social porque é produzida por homens concretos, de forma histórica, situada e datada.

Do mesmo modo, enfatiza o autor, é necessário se compreender que todo conhecimento é, ao mesmo tempo, local e total, é parte e todo, o que demanda o cientista transitar, permanentemente, entre a especialização e a generalização; de que todo conhecimento é autoconhecimento, sendo necessário ver, mas também se ver vendo, estreitando as fronteiras entre sujeito e objeto do conhecimento; de que todo conhecimento científico visa constituir-se em senso comum, sendo necessário ao pesquisador se abrir e dialogar com outras formas de conhecimento, inclusive oriundas do senso comum, que orientam e conferem sentido à vida e as práticas sociais vividas (Santos, 2010).

Estas características do pensamento emergente demandam transgressões metodológicas possíveis à produção de rupturas com as formas de ver, capturar e analisar o fenômeno sob uma perspectiva fenomenológica. Demanda olhares teóricos e metodológicos que tragam para as ciências naturais as necessidades de instrumentos de investigação dantes utilizados pelas ciências sociais, ao tempo que direciona as pesquisas no campo da educação para se aprofundarem na captação das subjetividades, como condição para revelação do eu, incitando o sujeito a falar de si.

O movimento do conhecimento, numa perspectiva epistemológica conforme descrito anteriormente, nos possibilita melhor compreender seu impacto nas escolas que até hoje, enfrenta dificuldades para produzir rupturas com um ensino alicerçado nas bases do pensamento da Ciência Moderna. Ou seja, um ensino fragmentado, organizado na forma de disciplinas, centrado exclusivamente nos conteúdos em detrimento do desenvolvimento de habilidades e competências, que desconsidera os estudantes como sujeitos históricos e, portanto, como capazes de atuar ativamente no processo de construção do conhecimento escolar, além de serem compreendidos como sujeitos estritamente cognitivos. Um ensino que ocorre através de conteúdos veiculados de forma transmissiva, nem sempre preocupado com processos de

contextualização, motivação ou de busca de sentidos (Charlot, 2013) para os estudantes, ou ainda que se articulem ao desenvolvimento de competências, favorecendo uma formação mais integradora que articule o pensar, sentir e agir.

Por outro lado, esse movimento também nos possibilita compreender as dificuldades apresentadas pela escola em superar a influência do paradigma dominante da ciência moderna, propondo ações interdisciplinares, articulando saberes, desenvolvendo habilidades e competências para além do ensino de conteúdos, despertando professores e estudantes para uma relação que valorize os sentimentos e as emoções no processo de ensino e aprendizagem. Além das dificuldades de se desenvolver um ensino inclusivo atendendo as diversidades e singularidades, inclusive do ponto de vista da inclusão digital que será objeto do foco de estudo desta pesquisa, a ser abordado posteriormente.

2.2 Sociedade em Rede e impactos na Educação

Na seção anterior vimos que o conhecimento pode ser compreendido, numa perspectiva epistemológica, sob a ótica de duas correntes de pensamento antagônicas que terminam constituindo paradigmas que se tornam bases para práticas sociais, tanto do pesquisador como do professor. Estamos nos referindo ao paradigma dominante pautado na racionalidade cartesiana, conhecido como modernismo e o paradigma emergente, denominado de pós-modernismo que propõe rupturas à racionalidade anterior e busca parâmetros para sua superação. Vimos também que esses paradigmas têm um impacto para a escola influenciando diretamente concepções e práticas sociais nela presentes, seja de forma consciente ou inconsciente.

Um dos desafios que se coloca agora, neste referencial teórico, é compreender na Contemporaneidade esses movimentos que circunstanciam a Sociedade em Rede e suas implicações na dinâmica dos espaços da escola, especificamente a Educação

Básica, foco dessa pesquisa. Evidentemente que, dentro da discussão sobre a Escola Básica, se insere a reflexão sobre a aprendizagem, que será abordada na sequência.

2.2.1 A Sociedade em Rede

Atualmente, a sociedade vem sofrendo profundas alterações decorrentes do fenômeno da globalização e da revolução das tecnologias da informação e comunicação. No bojo propulsor dessas transformações podemos destacar a globalização das atividades econômicas, as formas de organização do tecido social em rede e o delineamento de uma cultura virtual emergente. Uma transformação que se transversaliza e se difunde em todos os níveis da sociedade, transformando concepções e práticas sociais. Ao mesmo tempo em que avançam também fenômenos de identidade coletiva e movimentos de singularidade cultural e do controle das pessoas sobre suas próprias vidas e ambientes (Castells, 1999b).

Esta transformação ocorrida na sociedade se constitui como uma tendência histórica, na qual "as funções e os processos dominantes na era da informação estão cada vez mais organizados em torno de redes" (Castells, 1999a, p.565), que passam a constituir a nova morfologia social de nossas sociedades, cuja difusão lógica (das redes) termina por modificar os processos produtivos e as experiências (práticas sociais), assim como o poder e a cultura. A presença na rede ou a ausência dela e a dinâmica de cada rede em relação às outras são fontes cruciais de dominação e transformação de nossa sociedade. O conceito de rede é compreendido, como:

[...] um conjunto de nós interconectados. Nó é o ponto no qual uma curva se entrecorta. [...] são estruturas abertas capazes de expandir de forma ilimitada, integrando novos nós desde que consigam comunicar-se dentro da rede, ou seja, desde que compartilhem os mesmos códigos de comunicação [...] um sistema aberto altamente dinâmico suscetível de inovação sem ameaças ao seu equilíbrio (Castells, 1999a, p. 566).

Assim, para Castells (1999a, 1999b) a Sociedade em Rede, em termos simples, é uma estrutura social baseada em redes operadas por tecnologias de comunicação e informação fundamentadas na microeletrônica e em redes digitais de computadores que geram, processam e distribuem informação a partir de conhecimento acumulado nos nós dessas redes.

O termo Sociedade em Rede tem sido, muitas vezes, caracterizado e difundido como Sociedade do Conhecimento, termo que Castells (1999b) discorda por entender que o conhecimento sempre se constituiu como elemento central de todas as revoluções das sociedades historicamente construídas. Um movimento que difere agora, no entanto, pelo fato de que o conhecimento atualmente tem como base a microeletrônica, e se veicula através de redes tecnológicas que, por sua vez, fornecem novas capacidades a uma velha forma de organização social: as redes.

Concordarmos com o autor e nos interessa nesse momento continuar com nossa reflexão no corpo teórico assentada no conhecimento e no seu movimento no interior da sociedade, por entendermos a necessidade de estabelecer a conexão com nosso objeto de pesquisa: a Robótica Educacional, o conhecimento escolar e a aprendizagem dos alunos. Uma vez que o contexto de investigação que se encontra relacionado a um conhecimento em rede, cujo pressuposto para sua compreensão se fundamenta nos princípios e características da Sociedade em Rede.

As características da Sociedade em Rede se manifestam: na forma de aspectos econômicos, uma vez que estes têm sido fortemente afetados pelos fenômenos da globalização e da revolução das tecnologias da informação e comunicação; na transformação da sociabilidade humana, considerando que os usuários da internet podem ser potencialmente mais sociáveis e se envolverem em interações variadas usando as redes sociais; na transformação da área da comunicação, como um espaço público de potencialidade cognitiva, já que as pessoas, ao receberem informações podem desenvolver seus pontos de vista a partir do processamento de sinais da sociedade como um todo (Castells, 1999a).

2.2.2 Sociedade em Rede, tecnologias e cognição

A concepção de tecnologia nessa tese é assumida como um processo criativo e transformador

[...] através do qual o ser humano utiliza-se de recursos materiais e **imateriais** [grifo nosso], ou os cria a partir do que está disponível na natureza e no seu

contexto vivencial, a fim de encontrar respostas para os problemas de seu contexto, superando-os (Lima Jr., 2005, p. 15).

Assim, a tecnologia não se restringe a suportes materiais ou apenas a formas de fazer humanas que podem ser assimiladas e reproduzidas, uma vez que é compreendida numa perspectiva histórica e complexa na qual o homem interage com a realidade, transformando-a, ao tempo que transforma a si mesmo e os outros com quem convive, inventando e se reinventando nesse contexto. Ou, como sintetiza Lima Junior (2005), um processo produtivo, criativo e transformativo, ao qual acrescentamos também como encharcado de subjetividades.

Assim, é no interior dessa Sociedade em Rede que se inserem as tecnologias, muitas vezes vistas como potencializadoras da cognição humana, em razão de se ter como premissa que, nesse contexto, os dispositivos tecnológicos podem atuar, ora como elementos instituintes, ora como elementos instituídos dessa/pela cognição (Lima Jr., 2005). Ou seja, são capazes de transformar aspectos cognitivos dos sujeitos e ao mesmo tempo serem transformados pela cognição humana.

Cognição que, na Sociedade em Rede, é construída por um binômio sujeito-coletividade, na qual cada indivíduo atua como portador de uma cultura biológica, histórica e contextual (estabelecida coletivamente), sendo capaz de ressignificar os conceitos herdados a partir dos seus interesses e interações sociais que, por sua vez, vão interferindo na capacidade de organização e instituição histórico-social da ecologia cognitiva do ser humano (Lévy, 1993).

Um contexto em que o pensamento vai se constituindo a partir de uma rede na qual "neurônios, módulos cognitivos, humanos, instituições de ensino, línguas, sistemas de escrita, livros, tecnologias e computadores se interconectam", ao tempo que transformam e traduzem as representações (Lévy, 1993, p. 135).

2.2.3 A construção compartilhada do conhecimento na Sociedade em Rede

Assim, nesse processo de interação com o outro e consigo mesmo, mediada pela linguagem, a informação se converte em conhecimento na medida em que o

sujeito vai atribuindo significados à informação. Isso equivale a dizer que a informação é ressignificada pelo contexto humano, uma vez que a construção de sentidos está no sujeito e na sua capacidade de interpretar a informação e não na informação em si mesma (Bonilla, 2002).

Desta forma, a sociedade contemporânea, funcionando na perspectiva de uma Sociedade em Rede, é assentada em uma estrutura complexa que envolve muitas informações, novos meios e formas de comunicação e de organizações sociais. De mesmo modo, em uma nova base material de natureza tecnológica, essa sociedade tece profundas transformações sociais, políticas, culturais, num processo complexo e interativo através de estruturas em redes. Nesse contexto, as Tecnologias da Informação e da Comunicação têm papel fundamental e vêm contribuindo para a construção de uma cultura digital e um ciberespaço, que consiste em uma infraestrutura material e um universo de informações, no qual circulam as pessoas que interagem/alimentam esse sistema (Lévy, 1999).

Enquanto vão interagindo e se apropriando desses espaços, as pessoas podem ir se estruturando em comunidades do conhecimento ou comunidades de aprendizagem, ou seja, comunidades que atuam como espaços de trocas, de interações, de aprendizagem e de elaboração coletiva. Comunidades que podem se caracterizar também como comunidades de aprendizagem uma vez que as pessoas possam ser levadas a refletir sobre suas próprias práticas, experiências, concepções, vivências e relações, transformando-se e transformando o outro (Bonilla, 2002).

Isso posto, na Sociedade em Rede, a construção do conhecimento acontece de forma compartilhada, deixa de ter o atributo de ser uma produção individual oriunda de pessoas que atuam na relação sujeito-objeto do conhecimento de forma isolada. Mas, ao contrário, passa a ser resultante de uma ampla interação entre seres humanos – que atuam como sujeitos aprendentes – e sistemas cognitivos artificiais, mobilizados pelas TIC. Em outras palavras, a rede de interconexões, a partilha do conhecimento, as trocas de experiências, dentre outras interações, favorecem processos de cooperação cognitivas que instrumentalizam ações na direção da construção do sujeito aprendente (Assmann, 2000).

Desta forma, as comunidades de conhecimento ou de aprendizagem podem atuar como espaços colaborativos potencialmente favoráveis para o desenvolvimento de aprendizagens dialógicas e de processos de construção do conhecimento, cujo foco será objeto de interesse e reflexão teórica nesta pesquisa. Uma vez que se assume como pressuposto que a Robótica Educacional, se utilizada como objeto de investigação na perspectiva de um ensino/aprendizagem construtivista, pode provocar as interações que potencializam a aprendizagem colocando na emergência o sujeito cognoscente.

3. APRENDIZAGEM DIALÓGICA NA SOCIEDADE EM REDE

Neste contexto do referencial teórico, passa a ser importante a compreensão do significado de Aprendizagem Dialógica; um conceito que pode ser visto a partir do pensamento de Freire (2005) na medida em que este propõe, em contraposição a um ensino transmissivo e heterônomo, a ideia de uma aprendizagem pautada na ação dialógica que se consubstancia a partir do estímulo à curiosidade epistemológica e à reconstrução da cultura.

É oportuno salientar que tanto Aubert *et al.* (2010) quanto Flecha (2009), autores que tratam da Aprendizagem Dialógica, utilizam o conceito Sociedade da Informação no lugar de Sociedade em Rede¹⁷, conceito que optamos em utilizar na tese. Portanto, para ser fiel a esses autores, nesta seção, utiliza-se o termo Sociedade da Informação.

A Aprendizagem Dialógica se insere numa perspectiva da realidade, nela a realidade não está determinada apenas pelos sistemas e nem oriunda exclusivamente da ação de pessoas ou grupos, mas é resultante de uma contínua relação de interação entre estes. É nessa relação entre sujeitos e sistemas que Habermas (1999a; 1999b) descreve como relações entre sistemas e o mundo da vida, nas quais o conhecimento tácito e as experiências comuns possibilitam os sujeitos a comunicarem entre si, buscarem um entendimento mútuo e coordenar suas ações através de um processo interativo na sociedade.

Giddens (2003) enfatiza que as estruturas (ou sistemas) não surgem do nada, mas são criadas e reproduzidas a partir dos sujeitos nas relações que estabelecem entre si e com o mundo. Essa concepção dual de sociedade, entre as pessoas e, entre as pessoas e as instituições, ocupa cada vez mais um lugar central na Sociedade em Rede e tem importantes implicações para as concepções de educação e aprendizagem. Inclusive aquelas que serão assumidas como vertentes dessa pesquisa, tal como a adoção da Aprendizagem Dialógica como instrumentalizadora

¹⁷ Nessa tese entendemos Sociedade da Informação como sinônimo de Sociedade em Rede.

da ação de investigação que se pretende fazer sobre as potencialidades do uso da Robótica Educacional em situações de ensino e aprendizagem.

A Aprendizagem Dialógica valoriza o papel da subjetividade, das interações e do diálogo, assumindo-os como elementos que podem favorecer o processo de construção do conhecimento (Aubert *et al.*, 2010). Apesar de recorrer a outras concepções de aprendizagem, como a teoria construtivista, assume a interação entre os estudantes no processo de ensino e aprendizagem como ideia central, na qual o professor tem um papel de mediador e procura explorar níveis superiores de aprendizagem. Um processo de criação dialógica do conhecimento com a intenção de se alcançar a maior compreensão possível a respeito do objeto ou da realidade estudada.

A Aprendizagem Dialógica é uma das possibilidades geradas pela contemporaneidade nos processos educativos, foi desenvolvida e pautada nos fundamentos teóricos de Habermas (1999a; 1999b) e Freire (2005). Tem como objetivo promover a máxima qualidade das aprendizagens nas situações educativas, podendo ser compreendida como resultado de interações que se produzem no diálogo igualitário, no qual as pessoas utilizam-se de argumentos em condições de igualdade em busca de um consenso.

Ao apresentar em seu livro *Aprendizaje Dialógico em la Sociedad de la Información* os sete princípios da Aprendizagem Dialógica, Aubert *et al.* (2010) partem do pressuposto de que nem todas as interações comunicativas conduzem aos níveis máximos de aprendizagem. Do mesmo modo, pode-se depreender que nem todos os diálogos superam as desigualdades educativas.

Assim, considera que a Aprendizagem Dialógica se produz em espaços dialógicos igualitários, nas quais se reconhece uma inteligência cultural em todas as pessoas que são orientadas para uma transformação tanto dos seus níveis prévios de conhecimento como do contexto sociocultural em que vivem. Uma modalidade de aprendizagem que se efetiva a partir de interações que se articulam a uma aprendizagem instrumental, que contribua para a criação de sentidos e que seja conduzida por princípios solidários, nos quais a igualdade e a diferença sejam, ao

mesmo tempo, valores que retroalimentem e enriquecem o processo formativo (Aubert *et al.*, 2010).

Nesse sentido, passa a ser importante compreender, na pesquisa, os princípios que fundamentam a Aprendizagem Dialógica, tais como: diálogo igualitário, inteligência cultural, transformação, dimensão instrumental, criação de sentido, solidariedade e igualdade de diferenças.

3.1 O princípio do diálogo igualitário

Ao defender o princípio do diálogo igualitário, Aubert *et al.* (2010) postulam que as sociedades atuais demandam cada vez mais o uso do diálogo nas relações, tanto sociais como pessoais, em substituição a formas de proceder instituídas pelo poder, como aquelas de natureza patriarcal. Na perspectiva desses autores, essas ações dialógicas terminam contribuindo para uma maior democratização da sociedade e da vida das pessoas, ao contrário daquelas instituídas e de natureza autoritária nas quais, o uso do poder, através da violência física ou simbólica, termina por aumentar os conflitos e as desigualdades.

Assim, o diálogo igualitário considera que a participação e contribuição das pessoas ocorre em função da validade de seus argumentos, e não a partir de posições de poder que ocupam, assumindo como pressuposto básico a substituição do argumento da força pela força dos argumentos num processo que ocorre de forma desierarquizado. Um processo aberto de diálogo que envolve todos os participantes, não para que cada um possa impor sua opinião a partir no posto de poder que ocupa, mas para ouvir, falar e discutir, com base em argumentos, numa busca coletiva pelo estabelecimento de consensos (Habermas, 19991; 1999b).

A esse respeito, Flecha (2009), assinala que no diálogo igualitário, professor e aluno aprendem mutuamente, uma vez que o “motor” de construção da aprendizagem não é a concepção de um saber construído exclusivamente de forma heterônoma (centrado no professor), na medida em que se assume também como premissa que

todas as pessoas podem construir interpretações com base em seus argumentos pautados no processo dialógico igualitário.

Para tanto, o autor procura se apoiar em fundamentos da Ciências Sociais e das Ciências da Educação, mais especificamente nos trabalhos de Habermas (1999a; 1999b) que oferecem aportes teóricos para organizar as relações humanas com base no consenso estabelecido a partir de uma racionalidade comunicativa e nos trabalhos de Freire (2005), que orientam sobre como trabalhar com o diálogo utilitário em situações de desigualdade.

Sob esse aspecto, o autor nos chama a atenção para quatro tipos de ações que nos ajuda a pensar as relações educativas, quais sejam: teleológica, regulada por normas, dramatúrgica e comunicativa. Na ação teleológica o professor procura atingir determinados objetivos ou propósitos, escolhendo a melhor forma de fazê-lo. Na ação regulada por normas, professores e alunos atuam como membros de um grupo que tem valores em comuns, tal como valorizar a importância dos conhecimentos acadêmicos. Na ação dramatúrgica, os participantes do processo de ensino e aprendizagem se colocam em cena diante da turma. Já na ação comunicativa, que atua como um dos pressupostos teóricos da Aprendizagem Dialógica, se assume que as pessoas (incluindo professor, aluno e a comunidade ao seu entorno) são capazes de linguagem e ação. Portanto, capazes de atuar nas relações interpessoais através de um diálogo igualitário em busca de consensos desenvolvidos a partir da argumentação, em prol da melhoria da aprendizagem.

3.2 Inteligência cultural

Aubert *et al.* (2010) afirmam que nem todos os saberes que precisamos para enfrentar e resolver problemas postos são oriundos do que denomina de inteligência acadêmica, ou seja, inteligência resultante de conhecimentos adquiridos exclusivamente no contexto escolar. Enfatizando ainda que, muitas vezes, no processo de ensino e aprendizagem, necessitamos de outros saberes, como os

culturais, e de outras habilidades, como aquelas de natureza comunicativas que são adquiridas nos espaços vivenciados pelas pessoas na sociedade, para além do ambiente acadêmico. Os autores denominam esse conjunto de saberes de inteligência cultural e enfatizam sua importância para o processo de ensino e aprendizagem.

Assim, quando nos isolamos na academia, imersos em uma redoma de vidro, distante da diversidade oriunda dessa inteligência cultural, deixamos de interagir e aproveitar muitos saberes que existem na comunidade e que poderiam ser úteis no contexto escolar. Para esses autores, quando utilizamos,

El concepto de inteligencia, que se limita a reconocer sólo las habilidades y conocimientos que se adquieren como producto de la escolarización, estamos segregando a un buen número de personas que disponen de otros saberes culturales que son imprescindibles para mejorar la calidad educativa en la sociedad de la información (Aubert et al., 2010, p. 176).

Dito isso, passa a ser um desafio para a escola, valorizar os saberes dos estudantes que chegam às instituições de ensino. Nessa perspectiva, o conceito de inteligência cultural, configurado a partir da inteligência acadêmica, inteligência prática e inteligência comunicativa, pode ser muito útil no processo de ensino e aprendizagem, na medida que se passe a considerar também os saberes que estão além da academia, articulados, de uma forma ou de outra, aos alunos.

O conceito de inteligência prática se encontra diretamente associado ao de aprender fazendo e está relacionado à nossa capacidade de interagir e se adaptar ao mundo real, à capacidade de resolver problemas concretos da vida cotidiana. Algo que se aprende observando e dialogando com os outros na própria ação. Para tanto, se tem como premissa de que todas as pessoas, em qualquer idade, têm a capacidade de linguagem e ação. Portanto, a partir disso, podem aprender e se desenvolver nas interações sociais nos diferentes contextos em que vivem.

A inteligência comunicativa que pode ser concebida como aquela capaz de resolver situações nas quais uma pessoa não poderia resolver usando apenas a inteligência prática ou acadêmica. Inclui a habilidade de utilizar a linguagem e outras formas de comunicação para conseguir a ajuda de outras pessoas e de sua

colaboração para resolver um dado problema. Nesse sentido, as habilidades comunicativas interagem com as habilidades acadêmicas e/ou as habilidades práticas.

Assim, o conceito de inteligência cultural vai além dos limites da inteligência acadêmica. Daí porque Aubert *et al.* (2010) propõem que nele sejam contemplados outros saberes, sejam eles de origem acadêmica ou prática. Essa Inteligência cultural é reconhecida em todas as pessoas e deve ser orientada para a transformação dos níveis anteriores de conhecimento e do contexto sociocultural.

3.3 Princípio da transformação

O princípio de transformação (Flecha, 1997) se articula ao princípio de diálogo igualitário e da inteligência cultural assumindo, por sua vez, o pressuposto de que todas as pessoas são capazes de se adaptar e de transformar a si, o outro e o próprio contexto social em que vivem. Uma transformação que advém de processos dialógicos fundados na razão argumentativa (Habermas, 1999a, 1999b), sem que se tenha a imposição de ideias de uns sobre os outros.

Para Flecha (1997), a teoria da ação comunicativa de Habermas (1999a, 1999b) e a teoria da estruturação de Giddens (2003) apontaram para perspectivas concretas de transformação da sociedade através da escola na busca de superação das desigualdades sociais e educativas. Nesse sentido, seria necessário criar na escola ambientes dialógicos, solidários, heterogêneos, nos quais o aluno possa aprender com outras pessoas para além do professor e do contexto da sala de aula. Ao mesmo tempo, Aubert *et al.* (2010) enfatizaram que uma das formas através das quais a Aprendizagem Dialógica pode contribuir para transformar o contexto e os conhecimentos prévios dos alunos consiste em desenvolver aulas inclusivas que ocorram em pequenos grupos heterogêneos.

Nessas situações de ensino assume-se como premissa que, quando se parte de que um determinado aluno sabe fazer por si só (que se encontra ao nível de um

desenvolvimento real), colocá-lo em contato dialógico com outro aluno que possa contribuir para elevar o seu conhecimento prévio (porque possui um maior nível de desenvolvimento potencial) termina atuando como uma condição que favorece um ensino transformador, ou seja, através da perspectiva de um diálogo igualitário e heterogêneo pode-se induzir uma zona de um desenvolvimento proximal que beneficia a todos (Vygotsky, 2001; Aubert *et al.*, 2009).

Sob essa perspectiva, a escola passa a ser considerada como um ambiente favorável para a produção de conhecimentos quando baseada em interações dialógicas horizontalizadas e, ao mesmo tempo, heterogêneas, na medida em que que envolvem alunos e professores, mas também a comunidade numa perspectiva de transformação de si, do outro e da sociedade. Um movimento capaz de provocar mudanças possíveis em todas as pessoas envolvidas no processo, cujos efeitos, pode beneficiar toda a sociedade.

3.4 Dimensão Instrumental

A dimensão instrumental, envolve conhecimentos e habilidades que são considerados necessários para serem adquiridos, sendo parte integrante da própria Aprendizagem Dialógica. Apoia-se nos fundamentos da racionalidade comunicativa de Habermas (1999a, 1999b), do mesmo modo que se ampara no conceito de reflexividade de Giddens (2002) na compreensão de mundo e na legitimidade dos conhecimentos populares. Daí a importância de se buscar a articulação entre conhecimentos populares do nosso cotidiano aos conhecimentos acadêmicos comumente ministrados nas instituições escolares.

Apesar das posturas tradicionais considerarem que o excesso de diálogo na sala de aula e a democratização da escola terminam por prejudicar a aprendizagem técnico e científica, é importante enfatizar que os processos dialógicos não se opõem a aprendizagem instrumental, mas, ao contrário, a incluem e a aperfeiçoam. Isso significa que para atingir, através do diálogo, uma mudança pessoal e social, não

necessariamente tem que descartar a aprendizagem técnica e científica. Até mesmo porque, a aprendizagem de conteúdos instrumentais é imprescindível para romper com a exclusão social dos alunos menos favorecidos. Na verdade, o que a Aprendizagem Dialógica se opõe é à colonização tecnocrática da aprendizagem (Flecha 1977).

Em outras palavras, contrapõe-se à possibilidade de um esvaziamento da reflexão sobre o fazer, que necessita ser pensado criticamente, juntamente com as pessoas que vivenciam o processo dialógico de ensinar e aprender. E não somente a partir de especialistas que, muitas vezes, se encontram distantes dos interesses presentes nos contextos sociais emergentes onde ocorre a aprendizagem e que, na maioria das vezes, terminam por administrar interesses de uma minoria dominante.

A dimensão instrumental considera que todos são capazes de desenvolver habilidades comunicativas, além da aprendizagem de conteúdos e de habilidades acadêmicas. Se intensifica e se aprofunda quando se tem como base o ambiente dialógico, mostrando-se como o melhor instrumento cognitivo para potencializar a aprendizagem na atual Sociedade da Informação. Para Flecha (1997), a interação dialógica entre as pessoas torna emergente diferentes informações. Pode contribuir para a tomada de decisão em muitas escolhas feitas no dia a dia, assim como, ajuda a compreender e atuar nas tarefas, seja nas atividades de estudo ou de trabalho.

Para tanto, passa a ser necessário ensinar conteúdos instrumentais complexos para as pessoas menos favorecidas. Bem como, lutar por uma educação que contribua para superar a desigualdade de tal forma que esses sujeitos possam ascender socialmente. Nesse sentido, é preciso motivar os alunos para que se impliquem nos processos de aprender e ensinar, posto que *“implicarse em una determinada actividad de aprendizaje resultan precisamente de participación en actividades que son valoradas en el contexto social y cultural dos estudiantes”* (Aubert *et al.*, 2010, p. 202).

Do mesmo modo, pode-se estimular as pessoas no seu natural desejo de conhecer que, para Freire (2015), é um interesse universal pelo conhecimento, descrito por esse autor como uma curiosidade epistemológica nata. Para Aubert *et al.*

(2010), independentemente da sua cultura ou do nível acadêmico da sua família, os alunos têm curiosidade para descobrir a origem das coisas, conhecê-las e apreendê-las o que, em tese, facilita a Aprendizagem Dialógica.

A Aprendizagem Dialógica, por sua vez, também é potencializada em situações de ensino favorecidas através de interações heterogêneas, nas quais os alunos podem interagir entre si, com outros alunos de níveis de aprendizagem diferentes do seu, com pessoas adultas da comunidade, assim como com o próprio professor. Nesse processo interativo, os alunos tornam-se capazes de resolver problemas com o outro que certamente não conseguiriam resolvê-lo sozinhos. Por outro lado, os alunos mais experientes, ao explicar o que sabem aos seus companheiros, reafirmam o que foi aprendido, atribuindo mais significado e sentido ao conteúdo envolvido, do mesmo modo que, ambos, desenvolvem habilidades comunicativas circunscritas no âmbito da racionalidade comunicativa e da dimensão instrumental (Aubert *et al.*, 2010). Assim, a implicação, a motivação e as interações heterogêneas terminam atuando como condições fundamentais para que os alunos possam exercitar processos de Aprendizagem Dialógica e serem incluídos com êxito na Sociedade da Informação.

3.5 Criação de sentidos

Este princípio se articula aos anteriormente analisados e, segundo Flecha (1997), encontra-se relacionado à nossa capacidade de desenvolver nas relações entre as pessoas, assim como, nos sonhos e sentimentos que podem ser gerados a partir delas. Para esse autor, nesse processo, todos nós podemos sonhar e sentir, auferindo sentido à nossa existência.

A Aprendizagem Dialógica, para Flecha (1997), vivenciada em ambientes comunitários, pode se constituir como um recurso para resgatar a perda de sentido ocasionada ao longo dos tempos na nossa sociedade. Nos quais, os sistemas dominantes foram impondo valores e colonizando os seres humanos, destituindo-os

de sentidos. Na sociedade Industrial, os sistemas burocráticos foram dominando os sentidos do homem no seu mundo do trabalho, político, social e espiritual. Na Sociedade da Informação, os sistemas informatizados procuraram controlar todas as vertentes da existência humana, impondo novos sentidos e ameaçando converter a vida humana em um produto oriundo mais da evolução técnica do que da própria natureza humana (Flecha, 1997).

Assim, a comunicação, através da perspectiva dialógica, passa a ser um dos meios para as pessoas vivenciarem e resgatarem sua própria existência recriando sentidos. A partir do diálogo igualitário é que podem ser resgatados os sentidos que orientem para novas trocas sociais em direção a uma vida cada vez mais menos alienada. A educação tem um papel crucial nesse sentido; o da construção de espaços de comunicação entre os alunos, no lugar de espaços para se calar.

Espaços que podem ser oportunizados pela mediação didática, mas que devem ser dirigidos pelas próprias pessoas, nos quais os alunos é quem criam os meios, as mensagens e os sentidos para o seu fazer e aprender. E, a partir das interações, vão criando linguagens para uma emergência de sentidos construídos a partir das tessituras sociais, em contraposição aos sentidos impostos pelas linguagens desenvolvidas nos sistemas burocráticos e informatizados da Sociedade da Informação. Espaços que possibilitam um permanente diálogo colaborativo entre o conhecimento pedagógico e o conhecimento sobre o cotidiano visando o enriquecimento mútuo dos saberes adquiridos (Flecha, 1997).

No entanto, para Aubert *et al.* (2010), o diálogo igualitário necessita estar aliado à força dos argumentos como forma de superação dos argumentos da força. Muitos professores procuram resolver, sem êxito, problemas na sala de aula baseados em modelos autoritários. Ou, nas palavras dos próprios autores *“la fuerza para recuperar la convivencia y el sentido reside en el poder de los argumentos que se dan en relaciones dialógicas”* (Aubert *et al.*, 2010, p.217). Um aspecto que é favorecido atualmente, uma vez que diante da quantidade de informações existente. Somos cada vez mais capazes de apresentar argumentos frente às opções que temos nos

diferentes âmbitos que vivenciamos, seja pessoal, profissional ou social, com o objetivo de tomarmos decisões.

Para esses autores, na Sociedade da Informação, as ações sociais e educativas que mais mobilizam são aquelas que se encontram atentas à criação de sentidos. As interações que criam sentido são aquelas em que os participantes compartilham, num diálogo igualitário, o mundo da vida. No entanto, a maioria das instituições educativas tem uma cultura que pouco privilegia a busca de sentido para os menos favorecidos que nelas se encontram. Consequentemente, esses alunos pouco se identificam com essa cultura hegemônica. E essa distância contribui para a perda de sentido da educação, não só porque os códigos culturais são diferentes, mas também porque se está se transmitindo e valorizando a cultura dominante de uma forma de fazer que termina por desqualificar a cultura das minorias. O contrário da lógica desse modo de funcionamento passa ser então um desafio para a instituição escolar.

Ao mesmo tempo, os processos de burocratização e tecnificação dificultam uma comunicação mais fluida entre os profissionais acadêmicos e a sociedade civil. Essa cultura termina por estabelecer obstáculos para entendimento e participação da comunidade nos processos educativos, o que seria fundamental para melhoria da aprendizagem dos alunos. Para os autores Aubert *et al.* (2010), uma das formas de superar esse caráter hegemônico da escola seria os professores formarem criticamente os estudantes, indo além do ensino de conteúdos. Desta forma, ajudando-os a perceberem o currículo oculto que está posto. Isso significa formar os alunos para que sejam capazes de refletirem sobre os conteúdos e os ressignificarem, assim, reelaborando e emitindo sua própria opinião e interpretação. Uma ação que se contrapõe às aprendizagens tradicionais baseadas na assimilação, memorização e reprodução do conhecimento que, muitas vezes, ocorre esvaziada de sentidos.

3.6 Solidariedade

A solidariedade se articula aos princípios vistos anteriormente. Para fundamentá-la, Flecha (1997) se apoia nas perspectivas humanistas da teoria da ação comunicativa de Habermas (2001a, 2001b) e nos fundamentos de uma educação libertária de Freire (2005). Desta forma, sustenta que na Aprendizagem Dialógica a solidariedade emerge nos espaços de reflexão coletiva, nos quais, se estabelecem as condições para o diálogo utilitário. Uma condição para se enfrentar e superar as teorias reproducionistas que, ao longo dos tempos, se limitaram a compreender a sociedade, mas pouco apresentaram propostas na perspectiva da sua transformação em direção a um mundo melhor.

Na medida em que desenvolvemos uma aprendizagem alicerçada no diálogo igualitário, estabelecida a partir da confiança, das capacidades e motivação dos participantes, eles terminam se remetendo às suas experiências e vivências, revelando formas de enfrentamento e superação dos problemas, ao mesmo tempo em que demonstram capacidade para refletir, dialogar transformar a si e ao outro (Flecha, 1997).

No entanto, quando observamos o nosso cotidiano escolar, comumente encontramos práticas educativas e avaliativas que se alicerçam numa ideologia de exclusão inerente ao sistema capitalista de produção, centradas no individualismo, na exclusão escolar e na competitividade. Práticas pautadas exclusivamente na meritocracia, que vão excluindo alguns, na medida em que vão selecionando os mais competentes. Desta forma, vamos incorporando valores que nos tornam desiguais, menos humanos e menos solidários.

Para Aubert *et al.* (2010), toda ação que almeja ser educativa tendo como base uma Aprendizagem Dialógica, que visa a superação das desigualdades, tem que necessariamente se basear na solidariedade. No entanto, salienta que, apesar de participarmos no nosso cotidiano de muitas ações solidárias para as quais somos constantemente convocados, ainda assim, essa prática da solidariedade não é

radicalizada e muito menos explorada no nosso processo de ensinar e aprender na perspectiva de construção do conhecimento.

Ser solidário significa querer para todas as pessoas as mesmas oportunidades e, conseqüentemente, os mesmos direitos que se tem para si. Para Aubert *et al.* (2010), o professor é solidário quando atua como um intelectual, conforme apregoa Giroux (1997), denunciando injustiças, criticando os tratamentos desiguais do sistema de ensino, proporcionando um ensino crítico aos estudantes. Bem como, propondo, atuando e colocando a teoria na ação em uma perspectiva coletiva e proativa de transformação social. Também é solidário quando procura atuar de forma dialógica com os alunos e com os colegas de profissão, construindo espaços dialógicos, interagindo com a comunidade e com outros ambientes de aprendizagem.

Assim, o professor é um elemento fundamental para promoção da solidariedade na aceitação do outro, de outras culturas e de pessoas com diferentes níveis sociais e educacionais. Uma solidariedade que ultrapassa os limites da sala de aula e da escola podendo se estender à própria comunidade, na medida em que bibliotecas digitais, as aulas e materiais didáticos digitais possam ser disponibilizados para o acesso de indivíduos que se encontram fora das instituições educativas. Rompendo assim com a estrutura de redoma de vidro e com o muro de afastamento entre escola e sociedade que se sustenta no monopólio de um acesso restrito apenas às pessoas com expertise em educação.

A solidariedade não consiste apenas no acesso de todos à escola ou à universidade, mas a garantia de que todos tenham nestes espaços um ensino de qualidade. Quando se consegue congrega no mesmo ambiente de aprendizagem pessoas de diferentes culturas, falando diferentes linguagens, oriundas de diferentes classes sociais e de diferentes níveis econômicos, gêneros e renda, certamente se melhoram as relações entre elas, a sua aprendizagem e o sentimento de solidariedade. Para Aubert *et al.* (2010), os efeitos dessa dinâmica podem ser observados a partir da melhoria das relações interpessoais, diminuição de conflitos e aumento da solidariedade entre as pessoas no convívio escolar.

3.7 Igualdade de diferenças

Flecha (1997) defende a igualdade de diferenças como um princípio que se orienta tendo como base maior o acesso universal aos direitos humanos, uma vez que, para esse autor, a Aprendizagem Dialógica compreende que não há igualdade se não houver o respeito às diferenças de cada um. Portanto, a igualdade não se opõe a pluralidade cultural, pelo contrário, ela a incorpora integralmente. A compreensão de igualdade, em vista disso, contrapõe-se aos processos de padronização e homogeneização dos indivíduos, bem como à concepção reducionista de que a igualdade possa limitar-se à igualdade de oportunidades.

Nesse sentido, as políticas públicas através de reformas curriculares que visam integrar todos os alunos, podem contribuir para o fracasso escolar daqueles que não se adequam aos ditames curriculares impostos pelas instituições educativas, especialmente, quando essas reformas desconsideram os interesses e o repertório cultural diverso de cada pessoa (Flecha, 1997).

A Aprendizagem Dialógica procura superar as concepções de aprendizagem, desenvolvidas ao longo dos tempos, que o autor considera como obsoletas, tais como, o objetivismo e o construtivismo. O objetivismo se centra exclusivamente nas capacidades docentes, bastando que o professor tenha conhecimento do conteúdo específico a ensinar, assim como habilidades na seleção de métodos, estratégias, técnicas e recursos para ensinar. Desta forma, se procura dar ênfase aos conteúdos, independentemente do que pensa, sente e deseja o aluno.

Por sua vez, o construtivismo procura reduzir o foco da aprendizagem a um processo individualizado de construção do conhecimento. Sendo exigido do docente a capacidade de investigação de diferentes caminhos para a formação de significados e das necessárias intervenções, visando a sua melhoria. A expectativa que se tem é que os estudantes possam, a partir de uma mesma explicação do professor, ser capazes de construir diferentes significados. Para tanto, o autor critica as perspectivas conservadoras, procurando desqualificar as falácias de muitos discursos que se dizem igualitários.

A Aprendizagem Dialógica procura aperfeiçoar a concepção construtivista na medida em que considera que a construção de significados não depende apenas da intervenção do professor, mas envolve também, um conjunto formado por outras pessoas e contextos que se encontram relacionados ao processo vivenciado pelo sujeito cognoscente. Daí a importância de se vincular o desenvolvimento cognitivo ao entorno sociocultural dos indivíduos, ao mesmo tempo que é necessário interagir e transformar o contexto social em que se encontram os alunos para melhorar sua aprendizagem.

Sob esse aspecto, passa a ser importante respeitar as diferenças, considerando-se que cada participante do diálogo é diferente dos demais, tem suas próprias opiniões, leituras e interpretações. Portanto, não podem ser enquadrados numa camisa de força, para que seja adequado, estandardizado, padronizado, por força de um currículo ou formação homogeneizadora. Uma vez que, a verdadeira igualdade que inclui é aquela que garante o direito das pessoas às suas diferenças.

Contribuindo para o pensamento anteriormente explanado a partir de Flecha (2009), Aubert *et al.* (2010) acrescentam, nesse sentido, que apenas o reconhecimento da diferença, por si só, não é suficiente para produzir mais igualdade. Para que a educação numa Sociedade da Informação possa servir a todas as pessoas, é necessário que ela seja orientada por princípios igualitários, condição que favorecem a construção e aperfeiçoamento da democracia e fortalecimento da capacidade de organização da sociedade civil.

Aubert *et al.* (2010), inferem que o professor tem dificuldades para lidar eficazmente com toda a diversidade da realidade trazida pelo alunado. Antes da sua formação como professor, ele vivenciou uns vinte anos dentro da escola. Continua se formando dentro da escola porque a universidade também é uma escola. E começa sua vida profissional ingressando na instituição escolar onde permanece até se aposentar. Toda essa trajetória homogênea, ocorre, muitas vezes, numa redoma de vidro distante da diversidade presente na realidade da sala de aula vivenciada com seus alunos. A partir dessa análise, os autores sinalizam que:

En la actual sociedad de la información, una profesión muy homogénea con un alumnado cada vez más diverso, sólo tiene dos posibles salidas: o cada vez más conflicto, desmotivación, y pérdida de sentido, o el reconocimiento, de que “solo y solas no podemos” y hacer un trabajo conjunto y serio con familiares y otros agentes educativos que, entre otras aportaciones, nos proveen de una mayor diversidad (Aubert et al., 2010, p. 230).

Nessa perspectiva, para o autor, a heterogeneidade na educação e na sala de aula, legitimada a partir da diversidade cultural linguística, social e econômica dos estudantes, não deve ser vista apenas como uma questão de justiça social, mas também como uma condição que visa a melhoria da qualidade da aprendizagem. Um processo no qual os estudantes passam a vivenciar uma riqueza de interações e uma variedade de experiências e pontos de vista.

Para tanto, é necessário a reafirmação e fortalecimento de políticas de ações afirmativas que contribuam para perspectivas de formação, através das quais os estudantes possam atuar em uma sociedade cada vez mais multicultural, procurando atender aos interesses e às necessidades atuais da sociedade, onde todas as pessoas têm o direito de ser e viver de forma diferente e, ao mesmo tempo, serem tratadas com respeito e dignidade.

A partir dos pressupostos discutidos anteriormente, depreende-se que a Aprendizagem Dialógica pode se constituir como um ambiente privilegiado para investigação no campo da Robótica Educacional. Uma vez que, nele, se pressupõe que todos os estudantes possam estabelecer relações de aprendizagem mais horizontalizadas e democráticas (princípio do diálogo igualitário). Sendo capazes de adquirir conhecimentos, de forma autônoma, a partir de fontes variadas para além da relação aluno-professor (princípio da inteligência cultural). De serem capazes de transformar-se, transformando o seu entorno (princípio da transformação). De desenvolver habilidades comunicativas, além daquelas relacionadas exclusivamente à aprendizagem de conteúdos, passando a incluir também o desenvolvimento de habilidades (princípio da dimensão instrumental).

Esses, dentre outros princípios que consubstanciam a Aprendizagem Dialógica, podem instrumentalizar a pesquisa para obtenção de dados que atentem para uma investigação que buscou privilegiar as intersubjetividades, a aprendizagem,

o desenvolvimento de habilidades e a articulação entre razão e emoção na relação sujeito-sujeito e sujeito-objeto do conhecimento. Tal abordagem, se insere em situações de ensino no contexto de uma sociedade cuja informação se fluidifica em rede e provoca a pesquisadora a procurar evidenciar relações entre a Robótica Educacional, Aprendizagem Dialógica e a Educação Matemática. A seguir, o próximo passo consiste em aprofundar esse referencial teórico, procurando compreender como a Educação Matemática se situa neste contexto teórico de compreensão do objeto da pesquisa.

4. ENSINO DE MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Considerando que já nos referimos anteriormente aos impactos da Sociedade em Rede na Educação, faremos agora uma abordagem reflexiva sobre as reformas ocorridas no cenário brasileiro, a partir da década de 90, e a sua relação com o ensino de Matemática e, principalmente, com a Educação Matemática, cuja natureza se aproxima mais com o objeto da pesquisa.

O ensino de Matemática, assim como o ensino de outras disciplinas presentes no currículo do Ensino Médio da Escola Básica, sofreu fortes impactos nas últimas décadas, tanto do ponto de vista das transformações que se operacionalizaram na chamada Sociedade em Rede, como pelas mudanças através das reformas do final da década de 1990, tais como: Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM, Brasil (2000a) e Base Nacional Comum Curricular – BNCC, Brasil (2018).

Impactos dos PCNEM para o ensino de matemática, em tese, podem ser observados a partir de documentos do Ministério da Educação, a exemplo dos Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio: Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Brasil (2000b), que aqui será representada pela sigla PCNEMmat. Neste documento se considera que a matemática pode ser vista como um componente para construção da cidadania, uma vez que pode possibilitar a apropriação de conhecimentos científicos e tecnológicos comumente presentes numa Sociedade em Rede. Um conhecimento onde os conteúdos matemáticos não podem ser vistos apenas como um produto pronto, acabado, neutro e imutável, mas como um processo histórico, contextualizado, aplicável e em permanente movimento, cuja apreensão possibilitará ao estudante compreender e transformar sua realidade.

A Matemática, sob a ótica desta referência, também se encontra associada à capacidade de levar o estudante a estabelecer relações e conexões, entre os próprios conteúdos matemáticos, entre as disciplinas e com a vida, produzindo rupturas com um ensino fragmentado e ministrado através de compartimentos estanques. Nesse sentido, a expectativa que se tem é que a seleção e organização de conteúdos devam

voltar-se para enfatizar relevância social da Matemática, e a sua contribuição para o desenvolvimento intelectual do estudante.

Assim, os PCNEMmat procuraram auferir sentido aos conteúdos matemáticos para o/a estudante como forma de se fazer uma transição de um ensino baseado na memorização – abstrato e centrado em conteúdos restritos e circunscritos a uma matemática pura, isolada e distante da realidade e da vida dos estudantes – para uma Matemática aplicada – preocupada com o desenvolvimento de habilidades e competências e atenta à formação para a cidadania –, que considerasse o estudante como um ser ativo na relação com a construção do conhecimento matemático. Essa perspectiva de transição perpassa por algumas tendências da Educação Matemática, como resolução de problemas, modelagem Matemática, etnoMatemática e inclusive pela relação com as tecnologias e com outras disciplinas do currículo de formação.

No entanto, as críticas aos PCN desvelaram que esses parâmetros, na verdade, poderiam estar trazendo uma imposição, de natureza ideológica, de adequação da escola pública a uma nova ordem econômica neoliberal, visando atender pura e simplesmente ditames do mercado circunscritos a uma ótica de produção pós-taylorista (Pirani; Caluzi, 2005). Uma lógica que pode ser vista como consubstanciada a partir de documentos da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e que procura se instituir apropriando-se e revestindo no seu ideário de teorias da aprendizagem, inclusive a vygotskyana, conforme destaca Duarte (2001).

Depreende-se, nessa pesquisa, que os PCN precisam ser analisados criticamente, mas não radicalmente em sua totalidade. Que interessa, como em qualquer processo dialético, no qual se instaura a educação, analisar prós e contras das reformas, procurando-se enfatizar aquelas ações que podem ser utilizadas sob os interesses dos trabalhadores e das camadas menos favorecidas da sociedade em prol de sua emancipação, ao tempo que se critiquem as demais incorporadas de formas de controle e dominação, ideologicamente iluminadas pelas perspectivas neoliberais.

Ações tais como a democratização do acesso ao saber, inclusive tecnológico; a instauração de um processo de pensar sobre o que se faz e não apenas saber fazê-lo, o que implica no desenvolvimento do pensamento crítico, da articulação de saberes e de habilidades e competências, para além do interesse restrito e alienante do mercado. No entanto, a forma como tem se instaurado as reformas no Brasil, construídas de cima para baixo, a partir de especialistas, instituídas como um "dever ser" para os sujeitos a elas se sujeitarem (Macedo, 2007) ocorre sem tempo hábil para a construção de processos sócio-históricos e culturais, nos quais professores e estudantes participem como sujeitos ativos na construção da sua própria história.

Se por um lado, os PCN se constituem um documento importante para uma análise do impacto para o ensino de Matemática, por outro, tem-se a Base Nacional Comum Curricular – BNCC, proposta em 2017. A concepção da BNCC desde o seu nascedouro veio como promessa de ser um "conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento" (Brasil, 2018, p.7).

Na BNCC se procura, de maneira geral, nortear os currículos e conteúdos mínimos necessários para uma formação básica comum, em consonância com o que determina a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) de 1996. Para Schiavo (2021), a BNCC veio ao encontro de algumas necessidades do ensino de Matemática, uma vez que os seus professores vivenciam atualmente uma quebra de paradigmas, tendo que reinventar práticas que promovam o ensino de uma Matemática contextualizada e o protagonismo dos estudantes.

Outro aspecto que fundamenta a BNCC é o pensamento proativo no sentido de colocar a teoria na ação, ou seja, apostando no desenvolvimento de competências e habilidades dos estudantes concomitantemente ao ensino de conteúdos. Sendo que, no Ensino Médio, na área de Matemática e suas Tecnologias, tem-se como expectativa de que os estudantes:

[...] devem consolidar os conhecimentos desenvolvidos na etapa anterior e agregar novos, ampliando o leque de recursos para resolver problemas mais complexos, que exijam maior reflexão e abstração. Também devem construir

uma visão mais integrada da Matemática, da Matemática com outras áreas do conhecimento e da aplicação da Matemática à realidade (Brasil, 2018, p. 471).

No tocante ao acesso e apropriação das tecnologias, assumido como foco dessa pesquisa, a BNCC procurou ampliar as habilidades centradas nos estudantes, inclusive, inserindo a tecnologia como meio natural de aprendizagem, tanto na modelagem como na resolução de problemas. Para tanto, se prevê que o aluno deverá ser capaz de:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (Brasil, 2018, p.9).

Do mesmo modo, o desenvolvimento de competências para o trabalho em grupo, exercício da autonomia, assim como para o trabalho cooperativo e colaborativo, também são enfatizadas pela BNCC (Gesser, 2022). Competências que podem ser potencializadas através do uso das tecnologias digitais da informação e comunicação e que já foram demonstradas nessa tese, através da breve revisão de literatura realizada na parte introdutória, como resultantes de atividades na escola relacionadas ao uso da Robótica Educacional. Assunto que será retomado mais à frente na discussão específica sobre a esse tema.

Assumindo uma perspectiva mais crítica à BNCC, Pinheiro (2020), assinala que, após duas décadas sob a égide dos PCN,

os processos de ensino e aprendizagem de toda formação do aluno e do professor foram ‘presenteados’, e ‘engessados’ dentro da Base Nacional Curricular Comum (BNCC, 2016), onde se encontra uma perspectiva baseada em tendências que são acríticas, clássicas e tecnicistas (Pinheiro, 2020, p. 117).

Tendências que a autora procura argumentar ao longo do texto. Na verdade, a BNCC termina se constituindo como uma intervenção mais radical no currículo e na vida da escola nos últimos tempos. Com um texto às vezes genérico, sem uma devida orientação para procedimentos metodológicos e de avaliação para execução do que se propõe, distante de uma formação de professores, inicial e continuada, que ainda se encontra em movimento sob a égide das Diretrizes Curriculares Nacionais – DCN.

A BNCC parece ser factível a um fracasso histórico como a que ocorreu com a também compulsória Lei 5.692/71¹⁸, que teve que ser flexibilizada ao longo dos tempos na sua intenção inicial. Se por um lado continua apostando no desenvolvimento de competências, na formação para a autonomia e para a cidadania, por outro, desmantela a cultura e a vida acadêmica no interior da escola que ainda estava se reorganizando após os PCN com seus impactos para a Escola Básica e das DCN com impactos para a formação de professores.

A partir de uma leitura crítica da BNCC, pode-se depreender que a sua natureza compulsória, à qual todos têm que obedecer, termina se caracterizando como mais um "dever ser" imposto aos professores e à Sociedade pelo Estado, com o agravante da redução de carga horária para algumas disciplinas. Além de mudanças profundas na organização curricular para o Ensino Médio da Escola Básica e de uma falaciosa formação para o trabalho, cujos recursos para sua execução não têm se apresentado de forma contundente. Como consequência, se antevê uma precarização do trabalho docente e um sucateamento da escola pública que terá dificuldades em assumir seu papel na preparação, com qualidade, dos estudantes oriundos de camadas sociais menos favorecidas frente a um mercado e interesses propedêuticos de uma sociedade cada vez mais competitiva (Brasil, 2018).

Em relação ao ensino de Matemática, a BNCC procura estabelecer uma ênfase a aspectos utilitaristas dos conteúdos em detrimento ao desenvolvimento da capacidade de abstração e de elaboração do raciocínio lógico. Não há uma clareza, do ponto de vista metodológico quanto a uma orientação para os professores colocarem na prática o discurso da Matemática de forma interdisciplinar, contextualizada e histórica. Ou seja, por exemplo, como fazer a aplicação de ideias matemáticas em contextos não matemáticos, reais, nas interfaces com outras disciplinas?

¹⁸ Criada no governo militar a Lei 5.692/71 Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, tinha como principal objetivo a profissionalização do 2º grau. Foi revogada pela Lei 9394/96.

Ainda sob esses aspectos, também pouco se observa na BNCC, na perspectiva de uma visão integrada, sistêmica e complexa, uma preocupação com mudanças na formação de professores para atender essas novas demandas de um ensino por projetos, por resolução de problemas, contextualizado e interdisciplinar, que se preocupe com o processo e não apenas com o produto, dentre outras. Também fica de fora a perspectiva de mudanças e adequações nos sistemas de avaliações no país a exemplo do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade) de forma que fiquem concatenados com esse espírito de mudanças provocados pelas BNCC.

Essas reflexões trazem para o bojo da discussão na Matemática um esforço intelectual que já vinha se fazendo em torno da distinção entre Ensino de Matemática e Educação Matemática. Uma reflexão que se torna necessária para finalizar esta seção, uma vez que a pesquisa, com foco na Robótica Educacional, pela sua natureza, tem uma aproximação natural com esta última forma de expressão do pensamento matemático, conforme veremos a seguir.

A Educação Matemática é um campo de conhecimento complexo que integra "atividades exercidas em diferentes instituições com a finalidade de tratar dos valores existentes na produção histórica e social do saber matemático" (Pais, 2018, p.403). Nesse sentido, a Educação Matemática,

[...] toma como ponto de partida o cuidado com o aluno, considerando sua realidade histórica e cultural e possibilidades de vir-a-ser; cuidado com a Matemática, considerando sua história e modos de manifestar-se no cotidiano e na esfera científica; cuidado com o contexto escolar, lugar onde a educação escolar se realiza; cuidado com o contexto social, onde as relações entre pessoas, entre grupos, entre instituições são estabelecidas e onde a pessoa educada também de um ponto de vista matemático é solicitada a situar-se, agindo como cidadão que participa das decisões e que trabalha participando das forças produtoras (Bicudo, 1999a, p. 7).

O conceito apresentado pela autora revela a natureza contemporânea de uma formação Matemática que vai além da preocupação com os conteúdos matemáticos. Além disso, ela está conectada: ao sujeito ontológico; ao esperar; à contextualização dos conteúdos; ao ambiente e ao contexto sociocultural; à cidadania; às fissuras do sistema que podem promover transformação social. É nessa perspectiva de Educação Matemática que está pautada essa pesquisa.

Atualmente as tendências das pesquisas no campo da Educação Matemática de acordo com Valente (2016, p.17) têm reunido “diferentes vertentes de trabalho que incluem as tecnologias, a resolução de problemas, o uso da história, a matemática escolar inclusiva, a modelagem matemática, a formação dos educadores matemáticos dentre outras”. Desse modo, as pesquisas abordam tanto assuntos relacionados ao ensino de Matemática, como assuntos de natureza ética e antropológica, tal como a formação de professores. Isto porque a Educação Matemática não se limita aos espaços formais do ensino, mas também aos ambientes informais, ou seja, atua “de diferentes modos: na rua, na escola, nas teorias, na cultura, no currículo, na legislação, na política educacional, na mídia, na multimídia” (Bicudo, 1999b, p. 26).

Conforme exposto ao longo da tese, o objeto de investigação desta pesquisa, que tem como foco a aprendizagem de alunos do Ensino Médio através do uso da Robótica Educacional, se encontra relacionado à vertente da Educação Matemática. Isto porque a Robótica Educacional assume no processo de ensino e aprendizagem dimensões complexas que extrapolam a transmissão de conteúdos, promovendo uma busca de sentidos para esses conteúdos, através da sua aplicação, contextualização e desenvolvimento do pensamento crítico matemático.

Dessa forma torna-se necessário compreender nesta etapa final do referencial teórico, a Robótica Educacional, no tocante ao seu conceito, características, possíveis relações com a aprendizagem, inclusive de Matemática e com o desenvolvimento de habilidades e competências, conforme será visto na próxima subseção.

4.1. Robótica Educacional e Educação de Matemática

O termo Robótica vem da palavra robô que foi adaptada da expressão tcheca *robota*, que significa trabalho forçado. Para Russell e Norvig (2013), robô é um agente físico, que executa tarefas manipulando o mundo real. Nesse contexto, Robótica é a ciência que estuda o projeto, a construção e a operação de robôs (Oliveira, 2007). Um conceito que pode ser visto de forma mais ampliada como uma vertente de educação

tecnológica que trata de sistemas complexos compostos por partes mecânicas que podem ser automatizadas através do comando de circuitos integrados (microprocessadores) e inteligência computacional.

Atualmente, o conceito de robótica tem se ampliado para a ciência que estuda as máquinas dotadas de inteligência artificial. Ao longo dessa subseção, serão apresentados alguns conceitos de Robótica Educacional encontrados em dissertações e teses, com a finalidade de fazer uma discussão crítica a esse respeito.

A Robótica Educacional (RE), também conhecida na literatura como Robótica Pedagógica (RP), pode ser concebida como uma "atividade de montagem e programação de robôs, com a intenção de explorar e vivenciar aprendizagens" (Oliveira, 2007, p.50). De forma mais ampla,

Robótica Pedagógica ou Educacional refere-se ao conjunto de processos e procedimentos envolvidos em propostas de ensino e de aprendizagem que utilizam os dispositivos robóticos como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento. Dessa forma, as discussões sobre Robótica Pedagógica não se restringem às tecnologias ou aos artefatos robóticos e cognitivos em si, nem ao ambiente físico, onde as atividades são desenvolvidas, e sim às possibilidades metodológicas de uso e de reflexão das/sobre tecnologias informáticas e robóticas nos processos de ensino e de aprendizagem (César, 2013, p. 55).

Para Pontes (2010), a Robótica Educacional pode ser desenvolvida a partir de sucatas ou de kits de montagem contendo servomotores, sensores, microcontroladores e *softwares* que possibilitam programar alguma ação proposta. Uma ação que pode facilitar a democratização do acesso às tecnologias por camadas menos favorecidas que se encontram presentes nas escolas públicas.

A Robótica Educacional se constitui como um ambiente de aprendizagem no qual o aluno aprende os princípios da robótica, a montagem do robô, aspectos de automação e o uso de dispositivos (sensores e atuadores) que podem ser controlados por microprocessadores, além do *software* e linguagem de programação (Silva, 2009).

Sob esse aspecto, a Robótica Educacional é defendida como uma atividade de ensino capaz de potencializar a aprendizagem uma vez que se mostra capaz de levar o estudante a se inserir no campo das Tecnologias Digitais da Comunicação e Informação – TDIC, não apenas como mero usuário, mas também com a capacidade

de desenvolver habilidades e competências no manuseio de dispositivos e ferramentas tecnológicas (Simondom, 2007). Do mesmo modo, pode aprender conceitos articulados de forma interdisciplinar relacionados à Matemática, Física (Mecânica, Eletrônica, Eletricidade), Ciências da Computação, assim como contribuir para enfrentar e resolver problemas, inclusive do seu cotidiano, dentre outros.

No entanto, essas habilidades não se restringem apenas à dimensão cognitiva, mas inclui também a dimensão relacional. Dimensão que envolve a capacidade para trabalhar com o outro, com o pensamento divergente, habilidades para aprender a ser, a se relacionar, a trabalhar em equipe e de forma colaborativa. Para Monereo e Pozo (2009), aprender a cooperar, aprender a se comunicar, aprender a empatizar são desafios enfrentados na escola inserida numa Sociedade em Rede. Desafios que demandam: políticas públicas de investimento nas escolas e na formação de professores/as; tempo adequado para professores/as junto com os/as coordenadores/as pedagógicos/as possam articular e planejar as atividades; professores/as que exerçam uma mediação do processo de ensino e aprendizagem pautada na dialogicidade, e; papel ativo de estudantes no processo de ensino e aprendizagem. Em consonância com esses desafios e demandas está o ambiente de aprendizagem proporcionado pela RE que favorece ao estudante essa ação e interação com o outro.

Também se pode acrescentar à Robótica Educacional a sua capacidade em estimular prática criativas. Isto porque ao estimular o sujeito cognoscente a ser desafiado para o ato de construção, de montagem de um robô ou inúmeras possíveis aplicações utilizando os microcontroladores, estimula-se também para desencadear um processo de aprendizagem criativa através do qual Le Breton (2003), denomina de "metáfora fundadora".

Essas práticas criativas podem ser compreendidas, de forma mais ampla na sociedade, no contexto de uma *práxis* criativa na qual o homem, na sua vida social, ao interagir com a natureza, com as coisas e cousas do seu entorno, pode atuar na relação com o objeto de aprendizagem transformando e transformando-se. Para Vázquez (2011), a *práxis* criativa se encontra associada à própria natureza da

produção ou autocriação do próprio homem no enfrentamento de novos problemas, situações inusitadas e novas necessidades, a partir das quais termina inventando, criando ou propondo novas soluções.

Conforme se pode perceber, a Robótica Educacional pode contribuir para a aprendizagem da Matemática, inclusive, através do desenvolvimento de habilidades e competências. Competências que, para Pozo e Echeverria (2009) podem auxiliar no desenvolvimento da capacidade do estudante em pensar de forma complexa, de analisar e resolver problemas, o que concorre para a formação de sujeitos críticos e autônomos. Competência que pode ser compreendida como uma capacidade do sujeito utilizar todos seus recursos pessoais e profissionais, envolvendo conhecimentos, habilidades, experiências e atitudes para enfrentar e resolver uma tarefa em um contexto definido (De Acedo Lizarraga, 2010).

Algumas competências que podem ser associadas ao uso da Robótica Educacional na aprendizagem da Matemática se encontram dispostas na Base Nacional Comum Curricular, tais como: valorizar os conhecimentos historicamente construídos, exercitar a curiosidade intelectual e recorrer a abordagem própria das ciências, compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética, exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, agir pessoalmente e coletivamente com autonomia.

Do mesmo modo, também pode-se atribuir à Robótica Educacional a capacidade de potencializar a aprendizagem de conteúdos de Matemática, conforme evidenciado em estudos apoiando-se nas teorias de aprendizagem de Piaget, Vygotsky, Papert, Wallon e outros. Isto porque pode oportunizar uma participação mais efetiva dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem (Oliveira, 2007), motivar e incorporar o lúdico no ambiente escolar (Guarenti, 2015), dentre inúmeros outros motivos, inclusive, aqui já expostos.

No entanto, o desafio que se coloca para a academia é de ampliar e aprofundar as pesquisas no sentido de clarificar melhor a compreensão de como a Robótica

Educacional, seguindo os princípios da Aprendizagem Dialógica, pode inovar no ensino de Matemática, promovendo uma Educação Matemática.

Além disso, é necessário considerar o contexto da Sociedade em Rede, interconectada pelas TIC, no qual se encontra a Robótica Educacional – circunscrita a um espaço cada vez maior, decorrente do vertiginoso avanço científico e tecnológico atual – e a aprendizagem da Matemática, compreendida com algo complexo, que demanda múltiplas articulações de saberes frente a um objeto cada vez mais multirreferenciado (Fróes Burnham, 1993).

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1 O Método é Vivo

Para construir a proposta metodológica parte-se do pressuposto que “pesquisar em educação significa trabalhar com algo relativo a seres humanos ou com eles mesmos, em seu próprio processo de vida”. (Gatti, 2012, p. 12). Portanto, ao desenvolver uma pesquisa em educação é necessário considerar as pessoas envolvidas no processo em uma perspectiva ontológica, pensar nesses sujeitos em suas singularidades a partir de suas próprias histórias de vida.

A pesquisa em educação no Brasil teve início no século XX, mas para compreender a metodologia inicialmente adotada, precisamos retornar ao século XIX, quando a modernidade difundiu um modelo hegemônico de ciências, baseado nas ciências físicas e naturais, com métodos quantitativos, rechaçando pesquisas que não seguissem esse modelo. Segundo Santos (2010), o modelo de ciência concebido na modernidade estabelece uma distinção entre a ciência e o conhecimento comum, entre os campos do humano (social) e da natureza, promovendo uma ruptura entre as ciências.

Contudo, no século XX, sob essa influência, considerando a falta de uma epistemologia própria, as ciências humanas e sociais, na busca de reconhecimento científico, se fundamentaram nas ciências físico-naturais adotando seus métodos de pesquisas. Consequentemente, as pesquisas em educação, seguindo o mesmo caminho das ciências humanas e sociais, mantiveram os antigos, homogêneos e quantitativos modelos.

O rigor dos pressupostos epistemológicos e metodológicos das ciências físico-naturais, tomados de forma hegemônica como verdadeiros promove a exclusão dos elementos de subjetividade, invalidando e não reconhecendo outras formas de pensar, deixando à margem outros saberes, tais como, os conhecimentos populares, leigos e indígenas (Santos, 2010). Entende-se, nesse contexto, o rigor como a rigidez

de objetividade imposta por esse modelo caracterizado pela quantificação, tanto na coleta de informações, quanto na sua análise, baseada em dados estatísticos para confirmação de uma tese. A ênfase em números ou em informações conversíveis em números, característica das pesquisas quantitativas, pode ser útil em algumas pesquisas educacionais, mas sem dúvida, não é adequada a todas as situações. As pesquisas em educação envolvem a subjetividade e os saberes das pessoas envolvidas no processo.

O não reconhecimento desses saberes contribui com a legitimação de práticas de dominação e subserviência e com o silenciamento de sujeitos historicamente subjugados. Nesse sentido, é preciso superar a hierarquização de conhecimentos e experiências que possam resultar na invalidação de conhecimentos por serem originários do senso comum (Santos, 2010). A dominação e o silenciamento histórico dos sujeitos colonizados, demandam um novo olhar decolonizador no sentido de buscar outras “ciências” e outras formas de fazer pesquisa nas escolas. É necessário tentar compreender os anseios desses indivíduos até então silenciados e possibilitá-los soltar a voz, se expressarem, contribuindo assim com as aberturas/fissuras do sistema que os oprime, para que se possa esperar em uma sociedade mais justa.

A ausência de espaço para a subjetividade e conflitos, promoveu críticas de diferentes naturezas a adoção do modelo quantitativo pela pesquisa educacional e “[...] as análises com dados quantitativos foram praticamente banidas de nossos estudos.” (Gatti, 2012, p. 33). Houve o reconhecimento de que o modelo “fechado” não serve para as pesquisas em educação, pois nas escolas, onde fluem diferentes sujeitos ontológicos e singulares existem situações e problemáticas não quantificáveis, que requerem outra abordagem. Porém, em algumas pesquisas educacionais os números, as estatísticas, as avaliações e outros elementos que envolvem quantificação são necessários para compreender o contexto da escola, da vida dos sujeitos para além da escola e principalmente, para embasar e definir políticas públicas para a educação.

Como contraponto desse modelo quantitativo, surge a pesquisa qualitativa que se apresenta, em meados do século XX, como uma alternativa às pesquisas humanas e sociais, porém não houve um processo de transformação, de apropriação das novas perspectivas, de nível de abrangência, mas sim, um movimento de adesão, de forma acrítica e com pouco domínio dos métodos e técnicas de investigação, bem como, da sua adequação à teoria transplantada. Segundo Gatti (2010, p. 34), “É fundamental o conhecimento dos meandros filosóficos, teóricos, técnicos e metodológicos da abordagem escolhida”.

Não pretendemos discutir a dubiedade entre método quantitativo e qualitativo, mas concordamos com Santos (2010) e Wallerstein (2013) sobre a necessidade de fundamentar uma crítica a base epistemológica que sustenta o modelo de ciência consolidado na modernidade, que promoveu o divórcio entre as ciências. Para esses autores é essencial pensar organicamente as ciências e as humanidades, assumir uma postura mais dialógica e hermenêutica, colocando em pauta a construção de uma nova base epistêmica que reunifique as estruturas de saber, superando divórcio entre filosofia e ciência.

Nessa pesquisa não se faz necessário enfatizar antinomias, mas privilegiar os aspectos filosóficos e teóricos que fundamentam o objeto de pesquisa e, favorecem a construção de uma abordagem crítica-dialética dessa pesquisa. Portanto, para alicerçar a base epistemológica dialoga-se com Freire (1996, 1997, 2005), Giddens (1991), Imbernón (2000), Rigal (2000), Hetkowsky (2004), Nascimento e Hetkowsky (2009), Hetkowsky e Dias (2019), Santos (2010), Castells, (1999a, 1999b, 2005) e Lévy (1993, 1999) para falar sobre educação e contemporaneidade na Sociedade em Rede. Com D'Ambrosio (1986, 2012, 2020) e; Bicudo (1999a, 1999b) para refletir sobre Educação Matemática e Ensino de Matemática. Com Papert (2008), César (2013), Silva (2009) e Souza (2021) para abordar a Robótica Educacional. Com Freire (1996, 1997, 2005), Habermas (1999a; 1999b), Vygotsky (2001), Flecha e Tortajada (2000) e Aubert *et al.* (2010) para discutir sobre Aprendizagem Dialógica e; com Gatti (2012), Freire (1996, 1997, 2005) e Brandão (2006) no intuito de tecer nossa abordagem metodológica de Pesquisa em Educação.

Busca-se essa base epistêmica crítica-dialética, para ajudar a compreender as potencialidades da Robótica Educacional como aliada do processo de ensino e aprendizagem, com intencionalidade de desenvolver habilidades matemáticas essenciais a uma vida plena no contexto da Sociedade em Rede. Essa perspectiva está alinhada com a escola crítico-democrática idealizada por Rigal (2000) para o século XXI, denominada por ele como a “outra escola”, aquela que tem um papel importante “[...] na formação de cidadãos, como sujeitos políticos, para uma democracia substantiva que os exige protagonistas, ativos e organizados: formar governados que possam ser governantes” (Rigal, 2000, p. 189).

Nesse sentido, a escola deve oferecer aos estudantes a oportunidade de experienciar metodologias de ensino e aprendizagem diversificadas, nas quais esses sujeitos possam participar de forma mais ativa, exercendo protagonismo no intuito de estimular habilidades interpessoais como comunicação, criatividade e colaboração, que contribuem para a emancipação e autonomia, fomentando transformação social.

Em relação à formação científico-tecnológica, a “outra escola” deve dar conta não apenas da velocidade vertiginosa do desenvolvimento da ciência e tecnologia, mas também do fato de que ele está cada vez mais concentrado e mais desigualmente distribuído; portanto, incrementa as distâncias entre países centrais e países dependentes (Rigal, 2000, p. 189).

A desigualdade entre países centrais e países dependentes, citada pelo auto, também foi discutida por Wallerstein (1974), a partir do Moderno Sistema-Mundo, onde ele chamou de países centrais (ricos, tecnologicamente desenvolvidos e com oferta de mão-de-obra altamente qualificada) e países periféricos (pobres, de produção primária e baixa qualificação da mão-de-obra). Essa segregação caracterizada principalmente por fatores econômicos, analogamente, pode ser transportada para a realidade do sistema educacional no Brasil, onde a concentração de renda e o desequilíbrio econômico-social também são traduzidos em desigualdade educacional.

Na Educação Básica, da Rede Pública de Ensino, os parcos investimentos e a ineficácia ou inexistência de políticas públicas aumentam a diferença na formação científico-tecnológica em comparação a Rede Privada de Ensino. Fato que pode ser observado por meio do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), que

no ano de 2023 foi de 4,1 para o Ensino Médio da Rede Pública e 5,6 para a Rede Privada¹⁹. Essa conjuntura reflete nas oportunidades de acesso à universidade, ao emprego, ou seja, na vida desses sujeitos. Evidenciando a existência de “centro” e “periferia”, no sistema educacional brasileiro. Essa divisão entre “centro” e “periferia” corrobora com a desigualdade social, dificultando sua mobilidade e retira, de muitos jovens, a esperança de quebrar esse ciclo vicioso. Mas esse sujeito ontológico da “periferia” e da falta de oportunidades tem garantido pela Constituição Federal Brasileira de 1988 o direito à educação pública gratuita e de qualidade.

Esse cenário, nos motiva como pesquisadora a fazer esse deslocamento de sujeito pertencente a uma Instituição de Ensino Superior (IES) – centro científico e homogêneo, para a escola pública – periferia do sistema educacional, onde estão as brechas para a constituição e criação de uma “outra escola”, a qual surge das necessidades dos alunos e da comunidade e não das narrativas das ciências “fechadas”. Não se trata de confrontar conhecimento científico e saber popular, mas reconhecer a importância de ambos, combiná-los por meio de um processo dialógico, gerando conhecimento. Dessa forma, exercendo a educação na perspectiva libertadora de Freire (2005) empoderando a comunidade escolar, que constitui um “nó” na rede da nossa Sociedade em Rede. Fortalecer esse nó é aproveitar as brechas e fissuras do sistema, contribuindo para a transformação social.

São diversos os problemas enfrentados na Rede Pública de Ensino, tais como, falta de equipamentos, de conectividade, de bibliotecas, e especialmente, estrutura física adequada, que proporcione conforto e bem-estar. Há situações em que falta o básico à comunidade escolar, como por exemplo: merenda escolar, papel higiênico, água potável e segurança. Em relação ao fator humano: falta de formação continuada aos professores/as, de concurso e contratação de professores/as, para reduzir a necessidade de contratação em regime especial, sem vínculo efetivo. Segundo Rigal

19 Dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP, 2023. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiaGVhZGZlZS00NmE0LTkwNjUtZjI1YjMyNTVhZGY0liwidCI6IjI2ZjczODk3LWM4YWMtNGIxZS05NzhmLWVhNGMwNzc0MzRiZiJ9>. Acesso em: 20 jul. 2025.

(2000), não cabe à escola corrigir essas distorções, mas ela pode criar consciência sobre ela.

Considerando o exposto e em consonância com a afirmativa de Gatti (2010, p. 43) o “Método é ato vivo, concreto, que se revela nas nossas ações, na nossa organização do trabalho investigativo, na maneira como olhamos as coisas do mundo”. Assim, a metodologia dessa pesquisa foi sendo tecida a partir de três aspectos fundantes: 1) trata-se de uma Pesquisa em Educação; 2) teve a intenção de contribuir como ação de transformação social e; 3) contribuir para a formação de um sujeito político e participativo.

Considerando que essa é uma Pesquisa em Educação, com potencial de transformação social, desenvolvida com alunos do Ensino Médio da Rede Pública de Ensino, faz-se necessário refletir sobre o papel dinâmico, dialético e a princípio sem *script* dos alunos, sujeitos dessa pesquisa. Como afirma Brandão (2006, p. 6) é preciso “‘dar a voz’ e deixar que de fato ‘falem’ com as suas vozes” esses sujeitos e, de fato ouvi-los e entender seus anseios, medos e o contexto em que se encontram, respeitando-os como cidadãos que possuem suas próprias histórias de vida, visões de mundo, gostos e expectativas diversas. Sobre esse aspecto, a partir dos fundamentos da pesquisa participante, os alunos foram convidados a colaborar com a construção da proposta de Encontros Formativos sobre Robótica Educacional, envolvendo a Educação Matemática, numa perspectiva de Aprendizagem Dialógica.

Nesse processo de escuta, confiar e ceder o protagonismo são essenciais, como afirma Brandão (2006, p. 51-52):

Na pesquisa participante parto de um duplo reconhecimento de confiança no meu “outro”, naquele que procuro transformar de “objeto de minha pesquisa” em “co-sujeito de nossa investigação”. Devo confiar nele, tal como na observação participante, na qualidade de meu interlocutor, aquele que no dizer de si-mesmo, desenha para mim os cenários de vida e destino que pretendo conhecer e interpretar. Mas devo ir além, pois devo criar com ele e em seu nome (bem mais do que no meu próprio) um contexto de trabalho ao ser partilhado em pleno sentido, como processo de construção do saber e como produto de saber conhecido e posto em prática através de ações sociais de que ele é (ou deveria ser) o protagonista e, eu sou (ou deveria ser) o ator coadjuvante.

Nesse contexto, essa pesquisa identifica-se com a abordagem da Pesquisa Participante (PP), pois, “[...] uma pesquisa é 'participante' não porque atores sociais populares participam como coadjuvantes dela, mais porque ela se projeta e realiza desdobres através da participação ativa e crescente de tais atores” (Brandão, 2006, p. 28).

Assim, o processo da investigação foi sendo construído a partir da participação dos alunos e da pesquisadora de forma ativa e efetiva por meio dos Encontros Formativos sobre Robótica Educacional – EFRE. Para tanto, buscou-se por meio da interação, um convívio de respeito e confiança entre os sujeitos da ação (pesquisadora e alunos), em todo o processo da investigação.

A pesquisadora, inicialmente, procurou conhecer a dinâmica da escola, participando de algumas atividades, descritas mais adiante nesse trabalho, a fim de conhecer e vivenciar o ambiente escolar, bem como, conhecer os alunos que participariam da pesquisa, compreendendo seus anseios e perspectivas sobre as atividades de investigação. Buscou-se durante o processo investigativo escutar os alunos, motivando-os no sentido de deixar fluir a comunicação e o diálogo, visando construir juntos conhecimentos e colocá-los na prática, sobre aspectos da Matemática e do cotidiano, por meio não só robô, mas de todo processo até a sua construção. Desta forma, os encontros foram sendo desenvolvidos em um ambiente afetivo e interativo, possibilitando o protagonismo dos alunos.

Compreende-se que esse processo requer imersão e engajamento da pesquisadora no *lôcus* da pesquisa, buscando integrar-se à comunidade pesquisada, sendo coparticipe da comunidade escolar, estabelecendo relação de confiança e afeto. A partir desta integração tornou-se possível compartilhar conhecimentos e saberes, em via de mão dupla, na construção de uma rede, progressivamente estabelecendo uma relação sujeito-sujeito.

A relação tradicional de sujeito-objeto entre investigador-educador e os grupos populares deve ser progressivamente convertida em uma relação do tipo sujeito-sujeito, a partir do suposto de que todas as pessoas e todas as culturas são fontes originais de saber e que é da interação entre os diferentes conhecimentos que uma forma partilhável de compreensão da realidade social pode ser construída através do exercício da pesquisa. O conhecimento

científico e o popular articulam-se criticamente em um terceiro conhecimento novo e transformador (Brandão, 2006, p. 40).

A integração com a comunidade pesquisada, a relação sujeito-sujeito e a articulação de um conhecimento novo e transformador são características da PP e foi objetivo dessa pesquisa. Além disso, realizar uma PP requer da pesquisadora compromisso com a ética, cuidado com a comunidade e com os sujeitos envolvidos, sem perder de vista o suporte teórico que sustenta o estudo e a construção do conhecimento.

Ademais a PP “[...] deve passar pelo teste da cientificidade, não mais de modo positivista, mas dialético” (Demo, 2004, p. 106). De acordo com esse autor, considerando aspectos formais a pesquisa participante precisa ser: coerente – deve ter começo meio e fim, com conceitos bem definidos e conclusões concatenadas; sistemática – o tema tem que ser tratado com profundidade; consistente – portanto, necessita sobreviver a contra argumentações; original – ou seja, carece de inovação, não apenas reproduzir o já conhecido; objetivada – isto é, deve captar a realidade da melhor maneira possível, evitando preconceitos e ceder a desejos e angustias, e; discutível – em outras palavras, que possa ser discutido, argumentado, contra-argumentado, permitindo revisões, melhorias e até mesmo superações.

Nesse sentido, durante a pesquisa de campo, vivenciou-se conflitos, contradições, dilemas e possibilidades que foram sendo trabalhados ao longo da investigação. Um exemplo disso foi o instrumento de investigação Diário de Bordo, que precisou passar por adaptações para incentivar os alunos a escreverem. Foi necessário pensar em alternativas para captar dos participantes sua experiência, percepções, sentimento e outros aspectos referentes aos EFRE. Situações que exigiram da pesquisadora reflexões e ações para tentar superar uma realidade: a dificuldade da escrita. Por isso, foi importante revisar o instrumento de pesquisa, superando desafios que estão postos na realidade escolar por meio do diálogo, da escuta atenta e do afeto, sem impor ou desrespeitar a vontade dos alunos.

Portanto, a construção da base epistemológica que fundamenta essa investigação, aliada a compreensão da realidade escolar, *lócus* da pesquisa, a

imersão da pesquisadora nesse processo, junto com os sujeitos da escola no trabalho de campo, favorece a construção de conhecimento.

Esse conhecimento novo e transformador, resultado desse aprendizado dialógico, em rede, é o legado da pesquisa para a comunidade pesquisa-transformada, para a pesquisadora-transformada e para a todas as pessoas que terão acesso aos achados dessa pesquisa.

5.2 *Lócus* e Sujeitos

É importante destacar que a realização dessa pesquisa requer uma rede de apoio, que vai além da pesquisadora, orientadora, coorientador e participantes do *Lócus*. Nesse sentido, destaco a valiosa contribuição do Grupo de Pesquisa GEOTEC, um grupo dialético, engajado e colaborativo, formado por pesquisadores da educação, na sua maioria professores envolvidos com a Rede Pública de educação e com formação em diversas áreas.

Algumas reuniões do GEOTEC são reservadas para que seus participantes apresentam suas propostas de pesquisa ou suas pesquisas em desenvolvimento, esse momento de socialização é muito fecundo para o grupo e, principalmente, para o pesquisador responsável que nesse processo dialógico tem a oportunidade de ouvir críticas e sugestões de vários pesquisadores com formação acadêmica, experiências profissionais e vivenciais de mundo, diversas. Portanto, o GEOTEC é um coparticipante dessa investigação.

A escolha do *Lócus* está associada ao desejo da pesquisadora de contribuir com a comunidade da localidade na qual mora há mais de 25 anos, bem como, ao entendimento de que a carga horária pensada para o projeto da pesquisa de campo não seria viável no tempo regular de aula, já preenchido com as disciplinas. Nesse sentido, uma escola de tempo integral seria a melhor opção, pela possibilidade de realizar os encontros no turno da tarde, após as aulas regulares. A partir destas diretrizes, iniciou-se a busca pelo *lócus* da pesquisa que culminou com a visita ao

Colégio Estadual Governador Lomanto Júnior, durante uma itinerância organizada pelo GEOTEC. Na qual foi possível conhecer a escola e sua dinâmica de funcionamento, destacando seu potencial para o desenvolvimento da pesquisa. Então, iniciou-se o diálogo com a Direção no intuito de firmar a parceria. A seguir, será apresentada a Escola, *lócus* da pesquisa.

Lócus: Colégio Estadual Governador Lomanto Júnior

A pesquisa de campo foi realizada em parceria com o Colégio Estadual Governador Lomanto Júnior, escola de tempo integral da Rede Pública de Ensino, localizada na Rua Prof. Souza Brito, s/n - Itapuã, Salvador - BA, 41640-380, a Figura 1 apresenta uma foto atual da fachada da escola e a Figura 2, sua localização. Fundada em 07 de março de 1964, na época possuía 134 alunos matriculados e seis salas de aula. Foi a primeira escola do bairro a oferecer o curso de “ginásio”, pois até então só havia escolas primárias nas proximidades, e em 1966 passou a ofertar os cursos de Contabilidade e Magistério, para o 2º grau²⁰, ou seja, sua história é de grande importância para a educação da comunidade local.

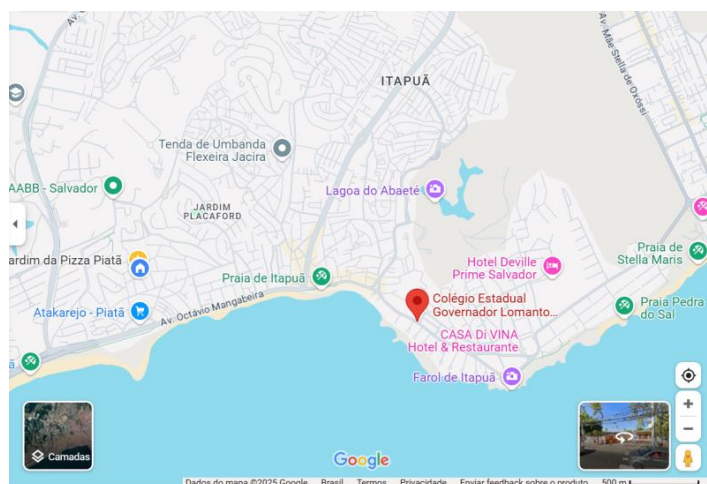
Figura 1 – Fachada do Colégio Estadual Governador Lomanto Júnior



Fonte: Google Maps (2025).

²⁰ Informações no site do ITAPUÃCITY, projeto de empreendedorismo social, desenvolvido no intuito de divulgar a riqueza histórica e cultural do bairro de Itapuã. Disponível em: <https://www.itapuacity.com.br/colégio-lomanto-junior-promove-a-educacao-ha-50-anos-em-itapua/>. Acesso em: 20 mai. 2024.

Figura 2 – Localização do Colégio Estadual Governador Lomanto Júnior



Fonte: Google Maps (2025).

Figura 3 – Pátio interno do Colégio Estadual Governador Lomanto Júnior



Fonte: Google Maps (2025)

Atualmente, trata-se de uma escola de Ensino Médio, na qual, durante a pesquisa de campo, em 2023, estudavam 579 alunos, sendo: 248 alunos no 1º ano (07 turmas); 180 alunos no 2º ano (05 turmas) e; 151 alunos no 3º ano (04 turmas). Como escola de tempo integral, o horário regular das aulas inicia às 07:30h e finaliza às 15h. Após esse horário, a escola oferece aos seus alunos, que se inscrevem de forma opcional, diversos cursos e oficinas, tais como, Teatro, Música, Artes, Basquete, Vôlei, Futsal, Caráter, Jiu-jitsu, Dança, Trabalho de áudio visual e Podcast. Cada um desses cursos e oficinas acontecem uma ou duas vezes por semana, das 15h às 17h, ou seja, após as aulas regulares. Além disso, segundo a direção do colégio, os alunos

são estimulados a frequentarem o espaço escolar mesmo nos finais de semana e nas férias escolares, para prática de esportes, reuniões de grupo e/ou ensaios relacionados as atividades que participam.

Os diversos cursos e oficinas ofertados aos alunos contribuem para a possibilidade de formar jovens com saberes que estão além da formação acadêmica curricular tradicional. Criando um ambiente fértil para debater temas atuais, despertar talentos e vocações, gerar engajamento social, numa perspectiva contemporânea de formação para cidadania. Dessarte, a comunidade escolar é formada por jovens que vivenciam a escola, produzem e consomem manifestações culturais e artísticas, adquirindo e compartilhando saberes diversos.

Durante o ano letivo que participei da comunidade acadêmica através da pesquisa de campo, presenciei algumas atividades protagonizadas pelos próprios alunos, como a gravação de um Podcast, um ensaio do grupo musical, participei de uma roda musical realizada frequentemente no final da tarde, às sextas-feiras. Essas experiências me deixaram encantada com a “vibração” da escola e com o comprometimento e talento dos alunos. O que me fez refletir sobre a forma de trabalhar com os alunos, no sentido da trocar de experiências e de como estimular a sua participação.

Outro aspecto observado foi a infraestrutura da instituição. O Colégio mantém uma conta no Instagram²¹, na qual compartilha notícias sobre atividades e projetos desenvolvidos na escola, assim como, alguns dos projetos, que são frutos dos cursos e das oficinas ofertadas, também possuem conta de divulgação dos seus trabalhos no Instagram, a saber: Cia de Teatro ORÍ²²; Lomanto News²³; Podcast JovemDiz²⁴; Artes plásticas Lomanto²⁵; Sol Maior²⁶, a música como portal para o

²¹ Disponível em: <https://www.instagram.com/colégiolomanto/>. Acesso em: 10 set. 2024.

²² Disponível em: <https://www.instagram.com/oriteatro/>. Acesso em: 10 set. 2024.

²³ Disponível em: <https://www.instagram.com/lomantonews/>. Acesso em: 10 set. 2024.

²⁴ Disponível em: <https://www.instagram.com/jovemdiz/>. Acesso em: 10 set. 2024.

²⁵ Disponível em: <https://www.instagram.com/artesplasticaslomanto/>. Acesso em: 10 set. 2024.

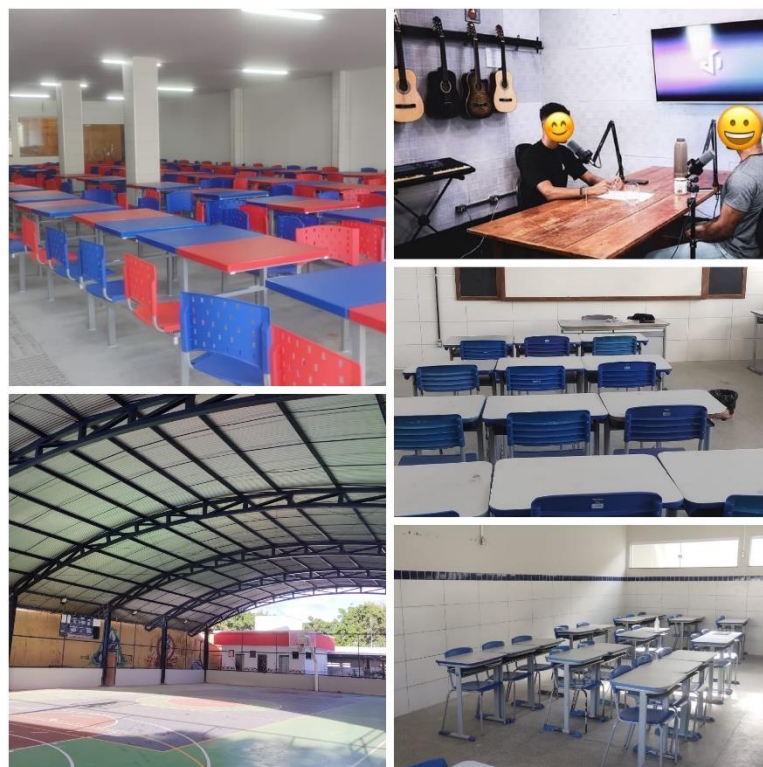
²⁶ Disponível em: <https://www.instagram.com/lomantoemsolmaior/>. Acesso em: 10 set. 2024.

autoconhecimento. Uma rápida visita a estas redes sociais pode ajudar a compreender a dimensão desses projetos e constatar a importância de oferecer uma formação escolar que vai além do currículo básico. Foi aproveitando esse ambiente fértil que se desenvolveu o trabalho de campo desta pesquisa, através dos Encontros Formativos sobre Robótica Educacional – EFRE, que será detalhado mais adiante em “etapas e procedimentos da pesquisa”.

A infraestrutura da escola conta com 16 salas de aula; 1 sala de música; 1 quadra coberta; sanitários; 1 sala de professores; 1 cozinha; 2 refeitórios; 1 sala de esportes; 1 sala de artes; 1 vestiário feminino e 1 vestiário masculino; 1 sala de Educação Física; 1 sala de coordenação pedagógica; 1 sala de oficina; 1 sala de matrícula; 1 secretaria; 2 arquivos mortos; 1 Laboratório de Química (fechado); três salas de áudio (uma de Exata, uma de Humanas e uma de Linguagens); 1 mecanografia; 1 sala de Direção com recepção; 1 sala de Vice Direção; 1 gerência de serviços; 2 almoxarifados; 1 sala de livros; 1 guarita; 2 Auditórios, sendo 1 Interno em funcionamento e 1 externo em reforma; 1 sala de Studio de Atividades Remotas e; 1 Bibliotech²⁷. Todas as salas de aulas, áudio, música, administrativas, a Bibliotech e o auditório possuem ar-condicionado.

²⁷ Espaço utilizado como biblioteca (com poucos livros disponíveis) e sala de estudos (com dez conjuntos mesas redondas com quatro cadeiras), possui Wi-Fi e três computadores de mesa com acesso à internet.

Figura 4 – Espaços da escola



Fonte: Acervo da pesquisadora.

A recepção da direção e a sala da direção também funcionam como espaço de monitoramento, uma vez que possuem TV de 55” conectadas a câmeras de segurança que monitoram alguns espaços. Principalmente, aqueles que possuem equipamentos, tais como, sala de música, sala de áudio, auditório e Bibliotech. A comunidade escolar tem conhecimento do monitoramento e que ele pode ser feito inclusive de forma remota. Não há monitoramento nas salas tradicionais de aula.

Espaço da pesquisa

Após diálogo com o diretor da escola, explicando as demandas do espaço físico e infraestrutura, ele indicou a Bibliotech, Figura 5, como local mais adequado à realização dos encontros e priorizou a disponibilidade dos Chromebooks²⁸ para uso dos alunos durante os EFRE, sendo um Chromebook por aluno, sem necessidade de

²⁸ A escola possuía 22 (vinte e dois) Chromebooks para atender a todos os alunos da escola. A disponibilização para aulas era feita mediante reserva.

compartilhamento. A Bibliotech é uma sala ampla e climatizada, equipada com Wi-Fi, 10 (dez) conjuntos de mesas redondas com 4 (quatro) cadeiras, um púlpito com notebook para o professor, uma TV de 48”, uma caixa de som, três estantes de livros, uma mesa em “L” com uma cadeira, três computadores de mesa com acesso à internet.

Figura 5 – Bibliotech (espaço utilizado nos EFRE)



Fonte: Acervo da pesquisadora.

A pesquisadora solicitou a direção um armário para guardar os materiais da pesquisa, o armário foi colocado ao lado da estante de livros. Nesse armário cada dupla de alunos guardava sua caixa com o seu kit de robótica, além disso, a pesquisadora guardava caixas organizadoras diversas, com componentes eletrônicos, baterias, peças de reposição, multímetros, ferramentas (alicates, chaves de fenda, ...), kits para soldagem. Os alunos tinham livre acesso ao armário para

acessar sua caixa, bem como, para pegar itens de reposição ou ferramentas. A seguir, pode-se visualizar o armário na Figura 6.

Figura 6 – Armário para guardar os materiais da pesquisa.



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Além da infraestrutura física, a pesquisa contou com o apoio de uma funcionária da escola, que era responsável pelo suporte às oficinas e cursos extras ofertados na escola. Ela atendia as demandas de impressão dos roteiros dos encontros, auxiliou na coleta dos TCLE, atendia as demandas relacionadas ao espaço físico, fazia a reserva, entregava e recolhia os Chromebooks quando solicitados.

Sujeitos participantes da pesquisa

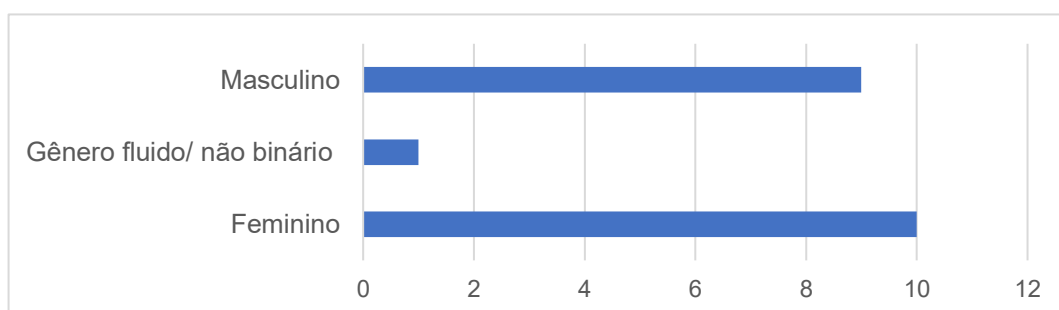
Os sujeitos da pesquisa foram 20 (vinte) alunos²⁹ do Ensino Médio do Colégio Estadual Governador Lomanto Júnior. A população de 20 (vinte) sujeitos, justifica-se considerando 3 (três) aspectos, a saber: 1) a natureza dos Encontros Formativos sobre Robótica Educacional, no estilo “mão na massa”, que requer acompanhamento no uso de ferramentas (ferro de solda, chave de fenda, multímetro, entre outros); 2)

²⁹ Para manter o anonimato da identidade dos alunos-participantes, ao longo da tese utilizou-se nomes fictícios.

os objetivos dessa pesquisa, que tenciona estimular o trabalho colaborativo, numa perspectiva da Aprendizagem Dialógica, com alunos trabalhando em grupos de 2 (dois) ou 3 (três) componentes e cada grupo constrói um robô, podendo chegar ao limite de 10 (dez) robôs, na prática, foram construídos oito robôs, e; 3) o desejo da pesquisadora de acompanhar de forma individualizada estes sujeitos, realizando uma escuta sensível, tentando mitigar seus medos e inseguranças. Diante do exposto, se considerou não ser viável um grupo maior. Por outro lado, levou-se em conta a possibilidade de algumas desistências, o que de fato ocorreu, sete participantes desistiram ao longo do percurso, ocasionando uma diminuição da população pesquisada, portanto, ponderou-se não iniciar com um grupo menor.

A seleção dos participantes considerou como critérios para inclusão: ser aluno do Ensino Médio regularmente matriculado na escola *lôcus* da pesquisa, manifestando seu interesse e disponibilidade para participar voluntariamente da pesquisa (com autorização do responsável, se menor de idade) preenchendo um formulário de inscrição *online*³⁰. Houve 32 (trinta e dois) inscrições, superando o limite de 20 (vinte) participantes, por isso, foi necessário aplicar alguns critérios para exclusão. Nesse sentido, buscou-se formar um grupo com equidade de gênero, diversificação da série escolar, da turma e da idade, nesta ordem. A seguir, apresenta-se o perfil dos participantes, respeitando os critérios previamente estabelecidos.

Gráfico 1 – Gênero dos participantes da pesquisa

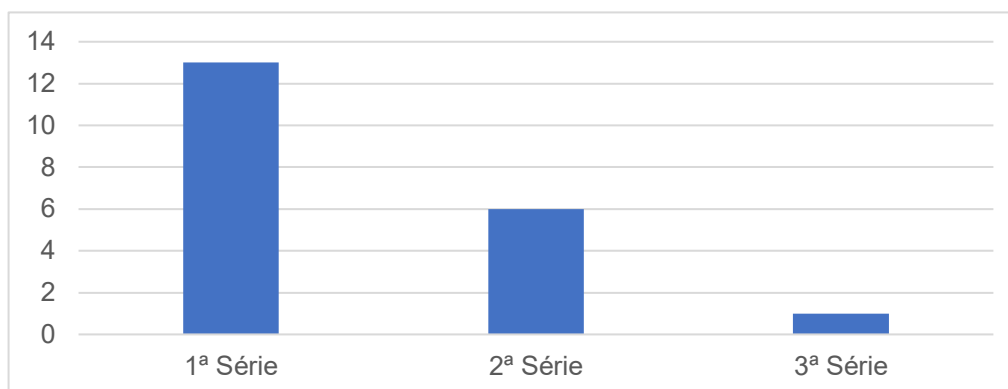


Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados do formulário de inscrição *online*.

³⁰ O formulário de inscrição *online* abordou as questões: nome completo; telefone de contato; idade; sexo; série e turma. Na subseção “Etapas e procedimentos da pesquisa de campo” será detalhada sua metodologia de aplicação.

Contudo, a maioria dos inscritos eram da 1ª série (25 alunos), houve poucos candidatos da 2ª série (6 alunos) e apenas um inscrito da 3ª série. Portanto, os inscritos não selecionados estavam matriculados na 1ª série. O Gráfico 2 resume o quantitativo de participantes por série escolar.

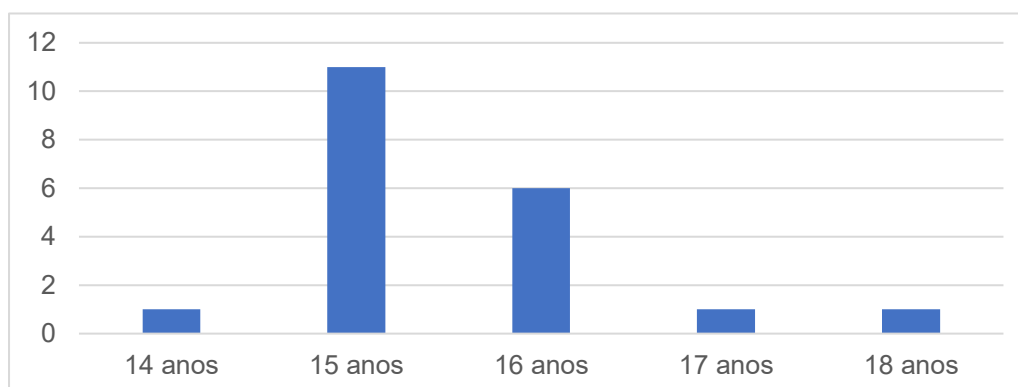
Gráfico 2 – Série escolar dos participantes



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados do formulário de inscrição *online*.

O Gráfico 3 apresenta o quantitativo de alunos por idade.

Gráfico 3 – Idade dos participantes



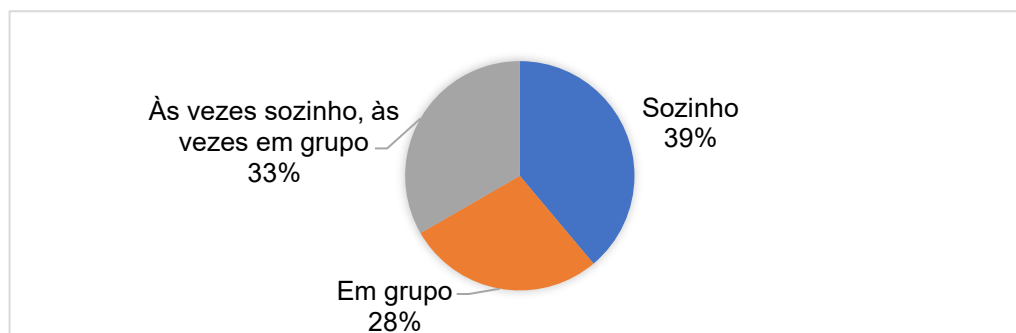
Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados do formulário de inscrição *online*.

Os Gráfico 1, 2 e 3 apresentam as características que influenciaram na escolha dos participantes, contudo, é importante considerar que estes são sujeitos com autonomia, criatividade e responsabilidades. Com saberes que vão além do conteúdo visto dentro dos muros da escola, desenvolvidos por um saber fazer cotidiano, relacionado a seus interesses e necessidades. Esse conhecimento popular, adquirido

por meio da rede familiar, vizinhos, amigos e até mesmo por tutoriais e vídeos *online*, disponíveis em redes sociais e diversas plataformas da internet, a exemplo do YouTube, pode e deve ser aproveitado no ambiente escolar. Um processo dialógico, que permita que esses sujeitos se expressem, tragam suas experiências e colaborem entre si, criando um ambiente favorável à Aprendizagem Dialógica. Assim, os saberes e conhecimentos dos alunos foram considerados e contribuíram para a construção de novos conhecimentos durante os EFRE.

No intuito de “conhecer” melhor os participantes, no primeiro encontro, eles foram convidados a preencher um Questionário *online*³¹ (Apêndice A), com perguntas voltadas a interesses pessoais, relações com as TIC e com a Matemática. O Gráfico 4 aponta para a preferência de boa parte dos participantes em estudar sozinhos, representando um desafio para a pesquisa que propôs ao longo do seu percurso o estímulo ao trabalho colaborativo e ao aprendizado com o outro.

Gráfico 4 – Preferência por estudar sozinho ou em grupo

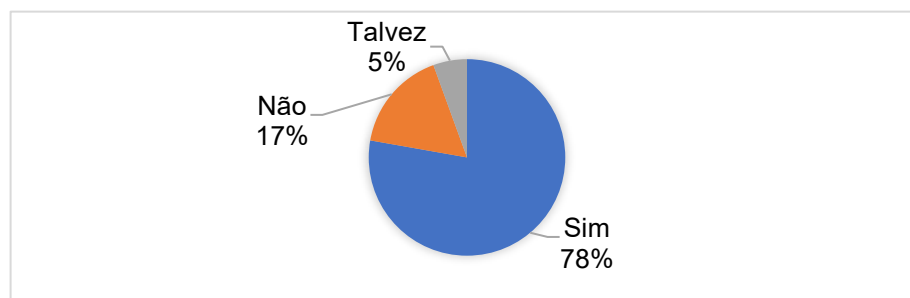


Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados do Questionário *online*.

No Gráfico 5, podemos observar que a maioria dos alunos pretendem dar continuidade aos estudos ingressando em um curso superior, contudo, alguns alunos afirmam não ter desejo em fazer faculdade e apontam como motivação, afirmativas como, “não vejo vantagens em fazer faculdade”; “Não, acho muito tempo e dinheiro” e; “Não, pois não me interessei tanto em alguma área”.

³¹ Detalhado na subseção “Instrumentos de coleta de informações”.

Gráfico 5 – Porcentagem dos participantes em relação ao desejo de fazer faculdade.



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados do Questionário *online*.

Em uma escola de tempo integral, cujas aulas regulares terminam às 15h, no intuito de compreender melhor a disponibilidade de tempo dos participantes, investigou-se se eles fazem ou não cursos extracurriculares oferecidos pela escola, nos outros dias da semana. O Gráfico 6 apresenta, em porcentagem, o quantitativo de participantes que frequentavam cursos extracurriculares ofertados pela escola. Dos que responderam sim, alguns fazem 2 (dois) ou mais, mantendo a semana toda fechada com aulas das 15h às 17h.

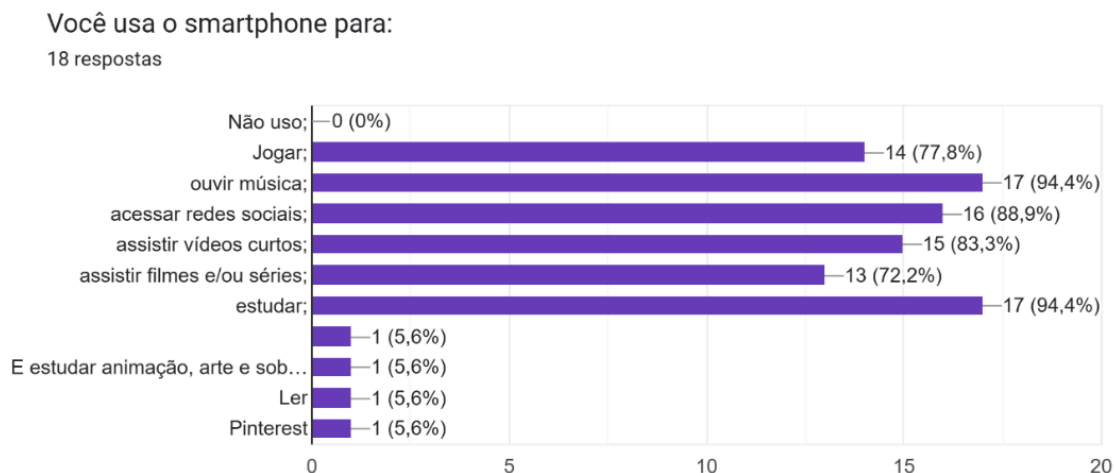
Gráfico 6 – Participação em cursos extracurriculares ofertados pela escola



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados do Questionário *online*.

Sobre a relação com as TIC, todos os 18 participantes que responderam ao questionário afirmaram que possuem *smartphone* e que utilizam essa tecnologia para fins de estudos. Vale lembrar que a pesquisa de campo foi anterior à [Lei nº 15.100/2025](#), que restringe o uso de celulares nas escolas. No Gráfico 7, pode-se visualizar outras preferências para o uso do *smartphone*, indicadas pelos participantes.

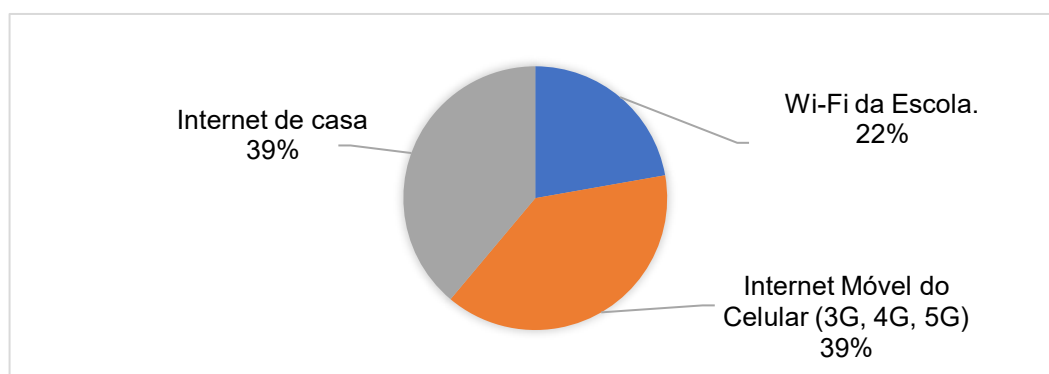
Gráfico 7 – Utilização do *smartphone* pelos participantes



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados do Questionário *online*.

Metade dos participantes afirmam passar o tempo todo conectado à internet, enquanto a outra metade acessam apenas quando estão na escola ou em casa. Além disso, o Gráfico 8, mostra a distribuição dos participantes em relação a rede que mais utilizam para acessar à internet.

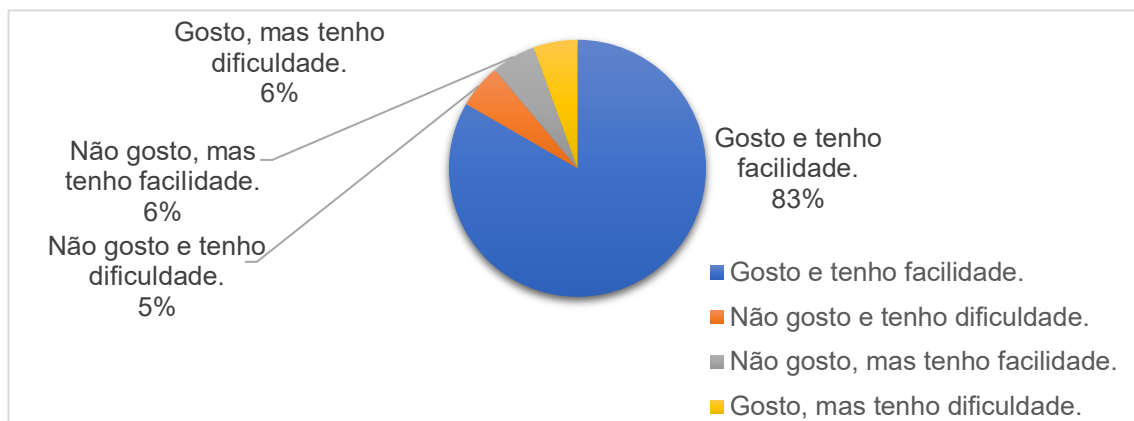
Gráfico 8 – Rede de acesso à internet utilizada com maior frequência pelos participantes



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados do Questionário *online*.

A maioria dos participantes alegaram que gostam e têm facilidade com as tecnologias digitais, como mostra o Gráfico 9, apenas um aluno afirma não gostar e ter dificuldade.

Gráfico 9 – Percepção dos participantes sobre sua relação com as tecnologias digitais



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados do Questionário *online*.

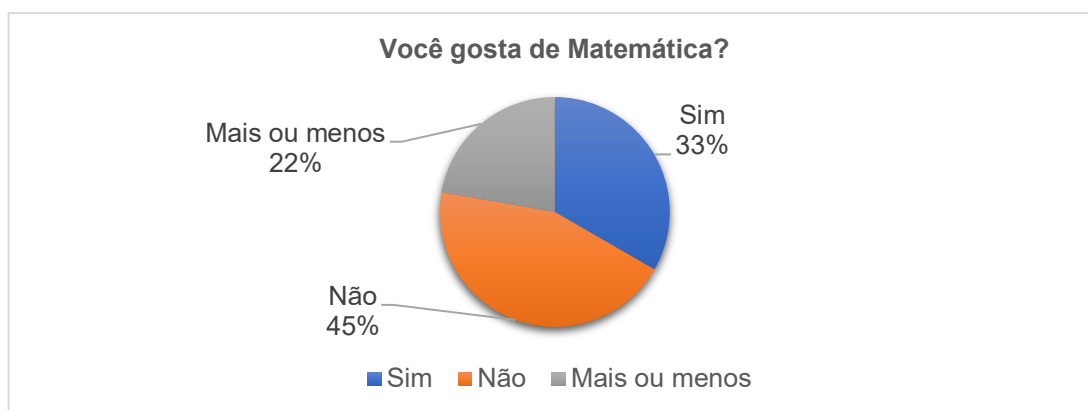
Deve-se considerar também que esses sujeitos possuem sentimentos próprios em relação à Matemática. Na minha vida acadêmica, seja como aluna ou como professora, pude observar que os sentimentos em relação à Matemática são, em boa parte, de amor ou ódio, alguns gostam, mas muitos declaram odiar e não compreender. Esses sentimentos podem estar associados a diversos fatores, como por exemplo: gosto pessoal, já que somos seres diversos e com interesses distintos; simpatia ou antipatia em relação ao/à professor/a, nesse caso, o/a aluno/a pode amar Matemática em um determinado ano e em outro odiar, nesse sentindo, destaca-se a importância da boa relação professor-aluno na sala de aula.

Contudo, um fator que merece destaque como possível motivo para declarações do tipo “eu odeio Matemática” está relacionado à abordagem utilizada no processo de ensino e aprendizagem, colocando a Matemática como algo abstrato, distante do cotidiano, de aplicações práticas e dissociada de situações-problemas que motivem os alunos a aprenderem.

Buscando conhecer a afinidade ou não dos participantes com a Matemática, perguntou-se, “você gosta de Matemática?”. O Gráfico 10, apresenta as respostas a essa pergunta. Observa-se que apenas um terço dos alunos afirmaram gostar de Matemática, enquanto 45% expressam não gostar. Para justificar suas respostas, escreveram: “Nunca gostei, terrível”; “Não, pois tenho dificuldade”; “Mais ou menos, pois acho uma matéria muito complexa e com muitos detalhes”; “Gosto, quando eu

entendo, se eu não entender, vou achar que é um bicho de sete cabeças”; “Sim, desde pequena, gosto de contas e números”; “Sim, amo matemática”.

Gráfico 10 – Afinidade dos participantes com a Matemática



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados do Questionário *online*.

Quando indagados sobre o que achavam da disciplina Matemática, além de, respostas curtas do tipo “horrível” e “legal”, obteve-se expressões, tais como: “É uma matéria complicada, mas que pode ser entendida e fácil, quando se aprende”; “Era bom até envolver letra com número, depois disso virou uma tragédia”; “Não é minha matéria favorita, mas não tenho dificuldade para aprender os conteúdos”; “Amo, é a minha matéria favorita, às vezes eu tenho dificuldade”; “Acho que deveria parar de existir (minha opinião sincera)”; “Eu não suporto, a professora de Matemática que tá fazendo milagre comigo”; “Acredito que seja uma das disciplinas mais importantes para o ser humano”; “Uma matéria que é um paraíso para quem gosta e é bom nela, mas, é a própria definição de inferno para quem não suporta e não é bom nela (eu), mas é uma matéria necessária, infelizmente”.

O perfil desses participantes mostrou que: praticamente não houve uma predominância de gênero, a maioria estava matriculada no primeiro e segundo ano do Ensino Médio e na faixa etária entre 15 e 16 anos. Demonstraram que preferem estudar sozinhos, ainda que possam também trabalhar em grupo e que pretendem continuar os estudos na universidade. A maioria revelou que participavam de atividades extracurriculares na escola, possuíam e utilizavam o smartphone, com acesso à internet, nos estudos. A maioria sinalizou que tem facilidade em lidar com as

tecnologias digitais, mas possuem percepções distintas na relação com a Matemática, que vão desde uma identificação e afinidade até expressões como “eu odeio Matemática”.

Entender melhor quem são os sujeitos da pesquisa ajudou a refletir sobre como agir para facilitar a interação entre eles, as tecnologias e os objetos de aprendizagem, especialmente no campo da Robótica e das tecnologias a ela associadas. Além disso, essa compreensão permitiu compreender melhor suas atitudes e sentimentos em relação à Matemática, objeto de investigação da tese. É oportuno salientar que algumas perguntas do questionário *online* foram descartadas, pois as respostas obtidas pouco iriam contribuir para reflexão sobre o objeto da investigação.

Assim, esses participantes da pesquisa contribuíram com seus posicionamentos, experiências pessoais, sentimentos e desejos durante o processo dos encontros formativos sobre Robótica Educacional, desenvolvidos numa perspectiva dialógica, em um contexto de aprendizagem da Matemática. Dar a voz e vez a esses sujeitos foi fundamental para a construção de um ambiente propício à produção coletiva do conhecimento, propósito dessa investigação.

5.3 Etapas e procedimentos da pesquisa de campo

A pesquisa de campo foi planejada e desenvolvida em uma unidade escolar, no intuito de levantar dados para suscitar reflexões a luz do referencial teórico, e responder à questão objeto desse estudo: como a Robótica Educacional pode contribuir para uma Aprendizagem Dialógica da Educação Matemática, por alunos do Ensino Médio da Rede Pública de Ensino? Concebida na perspectiva de uma investigação de pesquisa participante, e como tal, buscou estabelecer diálogo com a comunidade escolar, logo, não foi estanque e sim realizada num processo contínuo, aberto e flexível. Nesse sentido, absorveu novas ideias, ajustou-se aos desejos e necessidade dos participantes e da comunidade escolar, além disso, considerou as experiências e sugestões trazidas pelos sujeitos da investigação, sob a perspectiva

do conhecimento como produção coletiva e colaborativa. A seguir, o Quadro 3 apresenta, em etapas, um resumo do caminho percorrido para concretizar a pesquisa de campo, as quais, na sequência, serão detalhadas.

Quadro 3 – Resumo das etapas da pesquisa de campo

Etapas da pesquisa de campo	
1ª Etapa	Visita ao Lócus para apresentar a pesquisa à Direção da Escola.
2ª Etapa	Registro e aprovação da pesquisa no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado da Bahia (CEP/UNEB).
3ª Etapa	Planejamento e registro do Projeto de Extensão Encontros Formativos sobre Robótica Educacional – EFRE.
4ª Etapa	Visita a Escola para apresentar e divulgar a proposta de pesquisa à coordenadora pedagógica e aos/as professores/as.
5ª Etapa	Divulgação na escola dos EFRE para o público-alvo.
6ª Etapa	Visita à Escola para apresentar a pesquisa e os EFRE aos alunos interessados e início das inscrições.
7ª Etapa	Definição e divulgação dos sujeitos participantes da pesquisa.
8ª Etapa	Reunião com a família dos participantes e coleta dos Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.
9ª Etapa	Encontros Formativos sobre Robótica Educacional – EFRE.
10ª Etapa	Entrega dos certificados.

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

1ª Etapa – Visita ao *Lócus* para apresentar a pesquisa à Direção da Escola – No primeiro contato com o diretor da escola, dialogamos sobre os objetivos da pesquisa e seus possíveis benefícios à comunidade escolar, sempre buscando transmitir confiabilidade em relação aos compromissos assumidos, respeito a dinâmica da escola, ao seu Projeto Político Pedagógico (PPP) e a comunidade envolvida. O projeto de pesquisa foi recebido com entusiasmo pela Direção do Colégio, na oportunidade, discutiu-se sobre as demandas de infraestrutura necessárias à realização da pesquisa de campo e as possibilidades de atendimento

destas demandas por parte da escola, assim como, as demandas que seriam assumidas pela pesquisadora, essas questões serão detalhadas mais adiante.

Desta forma, marcou-se um segundo contato no qual firmou-se a parceria com a assinatura do termo de autorização institucional da coparticipante, documento necessário à submissão do Comitê de Ética. Neste encontro, ficou acordado que as atividades da pesquisa de campo aconteceriam uma vez por semana, às quintas-feiras, com início em maio e término na primeira semana de dezembro de 2023, das 15h às 17h, horário habitual da escola para atividades extracurriculares. Claro que, condicionado a aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa, etapa seguinte deste processo.

2ª Etapa – Registro e aprovação da pesquisa no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado da Bahia (CEP/UNEB) – Compreendendo a importância de seguir princípios éticos, seja na vida ou no desenvolvimento de uma pesquisa, a pesquisadora respeitou e atendeu as determinações das Resoluções 466/12 e 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde – CNS, que dispõe sobre as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos e sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais, respectivamente. (BRASIL, 2012, 2016). No dia 27/10/2022 o projeto foi cadastrado na Plataforma Brasil e submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado da Bahia (CEP/UNEB) para avaliação e foi aprovado sob número de parecer 5.925.796, em 06 de março de 2023³².

3ª Etapa – Planejamento e registro do Projeto de Extensão Encontros Formativos sobre Robótica Educacional – Após aprovação do projeto de pesquisa no CEP/UNEB, foi elaborado e desenvolvido o Projeto de Extensão Encontros Formativos sobre Robótica Educacional – EFRE, com o propósito de nortear a pesquisa de campo e possibilitar a coleta de informações que forneceram subsídios

³² Consulta Disponível em: <https://plataformabrasil.saude.gov.br/>. Acesso em: 20 mai. 2024.

para análise, discussão e conclusões, a luz do referencial teórico, a fim de atingir os objetivos desta pesquisa.

O Projeto de Extensão EFRE, registrado sob número 25.2023.173, no Sistema de Planejamento e Gestão Universitária – SPGU, da Universidade do Estado da Bahia – UNEB, que foi submetido e aprovado no Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão – NUPE e no Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Campus I – DCET I. A formalização deste projeto de extensão viabilizou a entrega de um certificado de conclusão, carga horária de 60h e chancela da UNEB, aos alunos e as alunas que concluirão a formação com frequência mínima de 75% dos encontros. A possibilidade de uma certificação representou um fator motivacional para os participantes, seus familiares, bem como, para a direção da escola.

4ª Etapa – Visita a Escola para apresentar e divulgar a proposta de pesquisa à coordenadora pedagógica e aos/as professores/as – Essa visita representou um desejo da pesquisadora de estreitar laços com a comunidade escolar e comunicar a seus pares sobre a pesquisa. Contudo, esses atores não são sujeitos dessa pesquisa, ainda assim, considera-se importante o informar a comunidade escolar sobre desenvolvimento do projeto na escola. A visita foi agendada no dia e horário sugerido pela coordenação pedagógica para ter uma audiência maior. Na ocasião, havia cinco professores presentes e a coordenadora pedagógica que foram apresentados ao projeto, tiveram a oportunidade de manusear e ver o robô seguir de linha percorrendo um circuito, tiraram dúvidas e demonstraram interesse no projeto. Entretanto, quando perguntados se gostariam de participar dos EFRE, para futuramente agregar a sua prática pedagógica, disseram que não tinham disponibilidade de tempo. Porém, ressaltaram a importância da pesquisa e manifestaram apoio na divulgação do projeto junto aos alunos, etapa a seguinte do processo.

5ª Etapa – Divulgação na escola dos EFRE para o público-alvo – Para ajudar na divulgação, a pesquisadora elaborou um *folder* com algumas informações gerais sobre a pesquisa para colocação no mural da escola e distribuição entre os alunos. A direção da escola assumiu a tarefa de divulgar e captar os alunos interessados para participarem de uma apresentação no auditório da escola, agendada para o dia

20/04/2023, uma quinta-feira, às 15h, ou seja, após o encerramento das aulas regulares e no mesmo horário que depois seriam realizados os EFRE. A seguir, detalhes desta apresentação.

6ª Etapa – Visita à Escola para apresentar a pesquisa e os EFRE aos alunos interessados e início das inscrições – A difusão da pesquisa e do projeto de extensão EFRE aconteceu no auditório do Colégio para os estudantes que haviam se interessado pela proposta a partir da divulgação. A apresentação contou com a participação de cerca de 40 alunos e alunas do Ensino Médio, a maioria do 1º ano e do sexo feminino. Durante a explanação, foi esclarecido que os EFRE compõem a investigação de campo da pesquisa de doutorado e que, a participação implica na concordância em fazer parte desta pesquisa. Na oportunidade, foram apresentados os objetivos do curso e os conteúdos que seriam abordados.

Os alunos presentes tiveram a oportunidade de assistir à demonstração de um robô seguidor de linha, que percorreu uma trilha que passava entre os participantes, feita com fita isolante diretamente no piso do auditório. A trilha foi montada pela pesquisadora com a ajuda dos próprios alunos que chegaram mais cedo ao espaço. Nesse contexto, puderam manusear o robô e ficaram empolgados em saber que, ao longo dos Encontros, iriam montar e programar um robô seguidor de linha. Foi aberto espaço para perguntas sobre o robô, a pesquisa e a proposta dos EFRE.

Todos os alunos demonstraram empolgação e interesse em relação ao robô, porém, a maioria ficou com receio em relação à Matemática. Foi possível registrar algumas afirmações do tipo “não gosto”, “não sei”, “não aprendo”, “quero distância”, “se for com Matemática não quero”. Porém, também tiveram falas do tipo “quem sabe assim eu aprendo”, “é minha matéria preferida”, “gosto, mas tenho dificuldade”. Essa reação já era esperada, pois reproduz o que vivencio como professora de Matemática no dia a dia em sala de aula. Enquanto alguns alunos manifestam interesse e gosto pela Matemática, a maioria apenas rejeita, e expressa sua visão da Matemática como um “bicho papão”, algo difícil de compreender, de estudar.

Nesse dia, durante a apresentação, foi divulgado um *link* e um *QR Code* para o questionário *online* de inscrição que ficou disponível até o dia 28/04/2023. Sua

divulgação para além dos presentes no auditório ficou a cargo do setor responsável pelo apoio às oficinas ofertadas pelo Colégio. O questionário recebeu 32 solicitações de inscrição, os candidatos tinham idade entre 14 e 18 anos, sendo 68,8% do sexo feminino, 28,1% do sexo masculino, um se identificou como não binário. A maioria, cerca de 75% eram da 1ª série, 22% da 2ª série e 3,2% pertenciam a 3ª série. A maioria, 75% não tinham nenhuma experiência com programação, 25% alegaram ter um pouco de conhecimento básico em programação. A seguir, o processo de definição dos participantes da pesquisa.

7ª Etapa – Definição e divulgação dos sujeitos participantes da pesquisa – Mantendo os critérios estabelecidos no projeto apresentado ao Comitê de Ética, dos 32 (trinta e dois) inscritos foram selecionados 20 (vinte) alunos para participarem dos Encontros Formativos sobre Robótica Educacional. Após a seleção, no dia 05/05/2023, a pesquisadora enviou à escola por e-mail a relação dos participantes, para divulgação. A seguir, conforme prática institucionalizada na escola, que objetiva consolidar a família dos alunos como parte da comunidade escolar, marcou-se para 18/05/2023, às 16:30h, uma reunião com a família dos participantes.

8ª Etapa – Reunião com a família dos participantes e coleta dos Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – Nessa reunião a família teve a oportunidade de conhecer o projeto de pesquisa e a proposta dos EFRE, esclarecer suas dúvidas e falar sobre perspectivas de futuro e anseios em relação a seus filhos, sobrinhos e netos. Na ocasião, aconteceu uma demonstração do robô seguidor de linha, em uma trilha montada no espaço, os presentes tiveram a oportunidade de manusear o robô, alguns componentes eletrônicos e ferramentas que seriam utilizadas ao longo do curso.

Atendendo aos aspectos éticos da pesquisa, distribuiu-se para cada responsável duas vias do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice B), previamente assinadas pela pesquisadora e sua orientadora, que foi lido coletivamente e discutido para dissipar qualquer dúvida. Em seguida, os responsáveis assinaram e mantiveram em sua guarda uma via, entregando a outra à pesquisadora, essa via será mantida em arquivo por 5 (cinco) anos. Como houve

algumas ausências, a escola ficou encarregada de entregar e coletar os TCLE dos alunos cujos representante não estava presentes na reunião, de modo que os documentos foram assinados antes do primeiro encontro com a turma de participantes. Neste aspecto, gostaria de ressaltar a importância do apoio logístico oferecido pela escola, na pessoa da funcionária designada a atender as demandas do nosso projeto.

Durante o encontro, os familiares estavam animados e expressaram seus sentimentos em relação aos EFRE: “essa é uma oportunidade para meu filho aprender coisas que podem ajudar no mercado de trabalho”; “como não tem robótica na escola e eu não posso pagar um curso, fiquei muito feliz”; “eu não sei nada dessas coisas, mas meu filho pode aprender”; “minha neta é muito curiosa, ela mexe em tudo, ela queria muito estudar robótica”; “deveria ter mais parcerias entre escola e universidade, é muito bom para nossos filhos, os jovens precisam disso”; “eu quero que meu filho participe do máximo possível das oficinas ofertadas, quanto mais tempo ele fica na escola, menos tempo ele passa na rua”. Foi possível perceber o cuidado e a preocupação dos responsáveis com a formação dos seus jovens.

No intuito de criar laços e uma relação mais próxima com as famílias, a escola criou, a pedido da pesquisadora, um grupo de WhatsApp³³, com a participação da pesquisadora, dos responsáveis pelos estudantes e um responsável da escola. Esse grupo era utilizado como canal de comunicação, para compartilhar informações sobre o curso e atividades fora do horário previamente combinado.

9ª Etapa – Encontros Formativos sobre Robótica Educacional – EFRE – Com a aprovação do Comitê de Ética em março, iniciou-se a organização necessária, já descrita nas etapas anteriores. Em consenso com a agenda da escola, os encontros iniciaram no final do mês de maio, foram apenas dois antes do início do recesso junino. Contudo, foram importantes para que os participantes: compreendessem a pesquisa;

³³ Aplicativo gratuito que utiliza a internet para enviar e receber mensagens instantâneas e chamadas de voz e vídeo, imagens, documentos e localização, via smartphone ou computador. Disponível em: www.whatsapp.com. Acesso em: 28 mai. 2025.

criassem o perfil próprio nas plataformas Padlet³⁴ e Tinkercad, utilizadas ao longo do curso; realizassem a primeira atividade “mão na massa” e; principalmente, para começar a nós conhecemos, ou seja, “quebrar o gelo”.

Os encontros aconteciam com 2 (duas) horas de duração cada, das 15h às 17h, semanalmente, às quintas-feiras. Eventualmente, por razão de alguma dinâmica escolar (paralisação de professores, semana de provas, evento na escola) não houve o encontro conforme programado. Para compensar esses encontros, por três vezes realizamos um encontro duplo, com pausa para lanche e descanso, a saber, os encontros 8 e 9; 10 e 11; 23 e 24 aconteceram no mesmo dia. Além disso, realizamos dois encontros extras, nas sextas-feiras, os encontros 20 e 22, conforme pode ser observado no cronograma apresentado no Quadro 4. Posteriormente, na subseção dedicada aos EFRE, será apresentada uma breve descrição de cada um dos encontros. A seguir, o cronograma executado dos Encontros Formativos sobre Robótica Educacional – EFRE.

Quadro 4 – Cronograma dos EFRE

Nº do EFRE	Data	Tema
1	25/05/2023	Apresentação do projeto e dos participantes.
2	01/06/2023	Componentes eletrônicos e instrumentos de medição.
3	06/07/2023	Praticando solda de componentes eletrônicos.
4	13/07/2023	Construindo circuitos eletrônicos.
5	20/07/2023	Investigação: tensão x corrente.
6	03/08/2023	Investigando a dialogicidade no aprendizado.
7	10/08/2023	Explorando a Lei de Ohm para construção de gráfico.
8	18/08/2023	Introdução a algoritmos.
9	18/08/2023	Introdução a algoritmos (continuação).
10	24/08/2023	Introdução a programação usando o Tinkercad.
11	24/08/2023	Introdução a programação usando o Tinkercad (continuação).
12	31/08/2023	Programação do Arduino Uno no Tinkercad.
13	21/09/2023	Introdução a Programação – Arduino.

³⁴ Plataforma *online*, com versões gratuita e paga, que permite a criação de mural dinâmico, interativo e colaborativo para registrar, guardar e compartilhar conteúdo multimídia (texto, imagens, áudio, vídeo, hiperlinks).

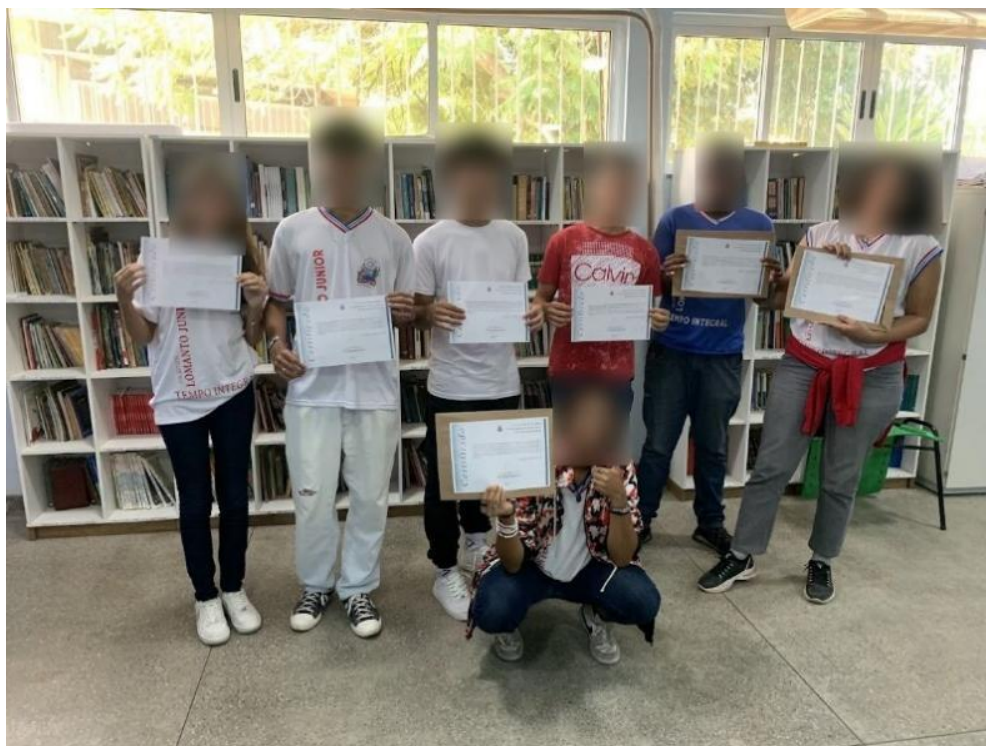
14	28/09/2023	Praticando um pouco mais de solda.
15	05/10/2023	Montagem do robô – parte 1.
16	19/10/2023	Montagem do robô – parte 2.
17	26/10/2023	Montagem e programação do robô – parte 3.
18	09/11/2023	Desafio de Matemática 1: Investigando a relação entre distância e tempo na trajetória linear percorrida pelo robô.
19	16/11/2023	Desafio de Matemática 2: Explorando relações matemáticas na trajetória percorrida pelo robô: ângulos e triângulos.
20	17/11/2023	Ajustando o robô – seguidor de linha.
21	23/11/2023	Desafio de Matemática 3: Explorando relações matemáticas na trajetória circular percorrida pelo robô.
22	24/11/2023	Roda de conversa com alunos IC-Jr./UNEB: Diálogos sobre Robótica Educacional: Trocando experiências.
23	06/12/2023	Workshop: O Arduino e a Produção do Conhecimento Científico nas Ciências Exatas.
24	06/12/2023	Roda de conversa: diálogo com os participantes da pesquisa.

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

10ª Etapa – Entrega dos certificados – No ano seguinte, no dia 07/05/2024, realizou-se mais um encontro com os participantes, desta vez para entregar os certificados daqueles que concluíram os EFRE com frequência mínima de 75%, dos 20 (vinte) participantes que iniciaram o curso, 13 (treze) receberam certificado. No dia da entrega, infelizmente, nem todos puderam estar presentes, por razões diversas, mas o certificado impresso foi deixado na escola para que pudessem buscar a qualquer momento. Além disso, os participantes receberam login e senha para acesso ao certificado disponível *online* no site do SISPROEX³⁵ para emissão/consulta a qualquer tempo. A seguir, a Figura 7 apresenta alguns alunos recebendo o certificado.

³⁵ Sistema da Pró-Reitoria de Extensão da UNEB que auxilia a gestão da extensão, seu planejamento, avaliação, emissão e validação de certificados de atividades extensionistas. Disponível em: <https://www.sisproex.uneb.br/login/index>. Acesso em: 05 mai. 2025.

Figura 7 – Entrega dos certificados de participação nos EFRE



Fonte: Acervo da pesquisadora.

No próximo tópico apresenta-se os instrumentos de coleta de informações, pensados e definidos de acordo com a proposta metodologia da Pesquisa Participante.

5.4 Instrumentos de coleta de informações

Definir procedimentos e instrumentos de coleta de informações que evidenciem ao longo do desenvolvimento da pesquisa o arcabouço teórico necessário para responder ao problema e atingir os objetivos da pesquisa é um desafio. Para tanto, levou-se em consideração uma intrínseca relação com a metodologia da Pesquisa Participante, onde os atores também são autores em consonância com a pesquisadora. Dessarte, buscou-se estabelecer uma escuta permanente, numa perspectiva de diálogo igualitário, de forma que fosse possível evidenciar os sentimentos e as dificuldades encontradas pelos participantes durante os EFRE.

Foram planejados quatro instrumentos para a coleta de informações, quais sejam: 1. Questionário; 2. Diário de Bordo; 3. Roda de Conversa e; 4. Registro fotográfico. Contudo, nos primeiros encontros, percebeu-se que vários alunos não estavam preenchendo o diário de bordo como esperado, sendo assim, em alguns encontros, introduziu-se um complemento do diário de bordo que se denominou “reflexão dialógica” e será mais bem detalhado juntamente com o Diário de Bordo. A seguir, um delineamento de cada instrumento.

5.4.1. Questionário

Para Marconi e Lakatos (2003, p. 201) o questionário é um “instrumento de coleta de dados constituído por uma série de perguntas, que devem ser respondidas por escrito”. Nesse estudo o questionário foi utilizado inicialmente, com a finalidade de coletar dados sobre o perfil dos sujeitos da pesquisa. Com esse instrumento foi possível gerar informações do tipo: série escolar; idade; sexo; participação ou não em outras oficinas/cursos ofertados pela escola; condições de acesso à internet, bem como tentou revelar, ainda que de forma superficial, a percepção destes sujeitos na sua relação com as tecnologias digitais; a Matemática; uso de tecnologias digitais em sala de aula; entre outras. As informações obtidas nesse instrumento foram essenciais para consubstanciar os sujeitos da pesquisa, já apresentado na subseção *Lócus e Sujeitos*.

Questionário adotado contemplou dois tipos de questões: objetivas (múltipla escolha) e abertas (discursiva). O Apêndice A apresenta as questões utilizadas na elaboração do questionário *online*, que foi construído na plataforma Formulário Google³⁶, possibilitando gerar um *link* que foi disponibilizado aos alunos no primeiro EFRE, com a orientação de responderem em outro momento, sem interferência de terceiros. Dos 20 participantes da pesquisa, 18 responderam ao questionário.

Durante os encontros, também foram elaborados questionários para coleta de dados dos resultados obtidos pelos alunos, com questões abertas ou fechadas,

³⁶ O Formulário Google é um serviço disponível gratuitamente, acessível para quem tem uma conta Google, que facilita a criação de formulários e questionários *online* diversos.

visando acompanhar a sua aprendizagem. Esses questionários, ao final de alguns dos Roteiros de prática, tinham a finalidade de avaliar, individualmente e processualmente, aspectos cognitivos relacionados, tanto à aprendizagem como ao desenvolvimento de habilidades durante o processo, levando a pesquisadora a perceber o desempenho do aluno diante dos desafios propostos.

Através dessas questões, pode-se acompanhar o desempenho individual de cada aluno participante da pesquisa em relação à forma de lidar com o conteúdo de Matemática presente nos desafios de cada prática. Assim, a realização de medidas, observação de variáveis, construção e interpretação de tabelas e de gráficos, determinação de equações, dentre outras atividades, terminaram fornecendo dados que possibilitaram a pesquisadora analisar possíveis relações entre a Robótica Educacional e a aprendizagem da Matemática pelos participantes, num ambiente dialógico.

5.4.2. Diário de Bordo

O instrumento de coleta de dados Diário de Bordo foi utilizado nesta pesquisa por ter aderência com a metodologia da Pesquisa Participante, uma vez que os sujeitos participantes são autores ao contribuírem com o desenvolvimento da capacidade crítica e reflexiva no processo da pesquisa de campo, em consonância como os objetivos da pesquisa, auxiliando no processo de investigação da prática.

Para Porlán e Martín (1997, p. 19-20) o diário de bordo, possibilita refletir sobre o ponto de vista do autor e sobre os processos mais significativos da dinâmica em que está imerso. “É um guia para reflexão sobre a prática, favorecendo a tomada de consciência do professor sobre seu processo de evolução e sobre seus modelos de referência”. Logo, não é somente um espaço de descrição de acontecimentos, mas um espaço de reflexão sobre a sua prática e sobre o seu fazer. Esse instrumento favorece também uma tomada de decisões mais fundamentada, focada na problemática que se aborda no contexto da investigação, ou seja, na realidade dos sujeitos envolvidos.

O Diário de Bordo foi fundante para dar voz aos sujeitos e autores da pesquisa em relação ao processo que vivenciaram na Pesquisa Participante. No intuito de atender as especificidades da pesquisa, a pesquisadora elaborou e produziu artesanalmente um caderno para o registro do Diário de Bordo dos participantes, que foi ofertado em dois modelos: 1 – caderno físico, tamanho A5 e 80 folhas, com quatro páginas dedicadas a cada um dos encontros e mais algumas páginas em branco no final, e; 2 – mural no Padlet, com a orientação de registrar cada encontro em uma coluna. Todos os participantes receberam o a versão física do diário de bordo e foram estimulados a criarem sua versão *online*, no Padlet. O intuito era oportunizar que cada um escolhesse a versão do seu interesse, inclusive mantendo as duas possibilidades, optando por registrar ora em um modelo, ora em outro, conforme lhe conviesse. A Figura 8 apresenta algumas imagens do diário de bordo produzido pela pesquisadora.

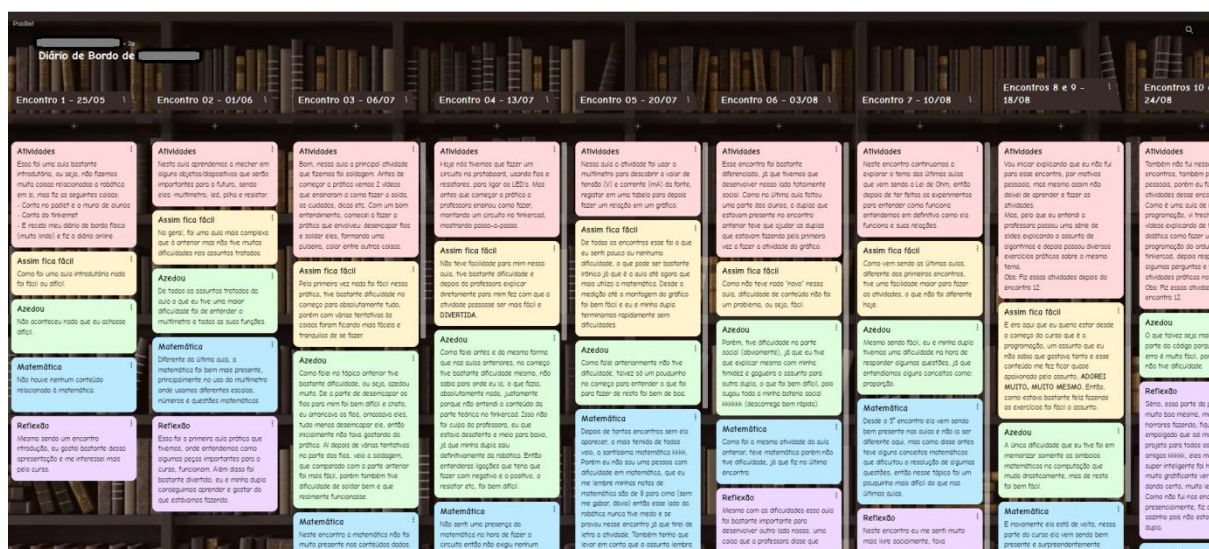
Figura 8 – Diário de Bordo



Fonte: Acervo da pesquisadora.

No diário de bordo os alunos eram convidados a escrever, provocados por cinco tópicos³⁷: “Atividade” (relato do que foi realizado no encontro); “Assim fica fácil” (destaque para elementos facilitadores no processo e/ou desempenho na atividade); “Azedou” (dificuldades encontradas durante a atividade); “Matemática” (identificar conteúdo ou saber matemático utilizado na atividade); “Reflexão” (expressão livre sobre a experiência vivida no encontro). Também havia espaço livre para registro de esquemas, desenhos e qualquer coisa que desejassem ou achassem necessário. A Figura 9 apresenta a vista parcial do diário de bordo *online* de Lucas, o participante que mais escreveu no diário, representando uma exceção em termos de preenchimento do diário de bordo, seja *online* ou físico.

Figura 9 – Diário de bordo *online* de um dos participantes



Fonte: Acervo da pesquisadora.

A expectativa inicial era de que os participantes: registrassem as atividades realizadas; identificassem dificuldades e elementos facilitadores em cada encontro formativo ao longo do processo; indicassem sua percepção de conteúdos matemáticos que emergiram nas dinâmicas durante o processo; escrevessem sobre

³⁷ Com o desejo de utilizar uma linguagem que se aproximasse do universo dos adolescentes, para nominar os tópicos a pesquisadora buscou auxílio de um grupo de estudantes do Ensino Médio, participantes do Programa de Iniciação Científica Júnior da UNEB através do Grupo de Pesquisa ACSO. Foram eles que escolheram o nome dos tópicos a partir da informação de qual era o objetivo daquele tópico.

seus sentimentos em relação à Robótica Educacional, ao seu aprendizado e a sua vivência; apresentassem sugestões, e; se expressassem livremente. Contudo, ao longo dos encontros ficou evidente a resistência da maioria dos alunos em fazer os registros, seja no diário de bordo físico ou no *online*. Diante dessa realidade, optou-se por entregar em alguns encontros um complemento do diário de bordo, documento que denominamos de “reflexão dialógica”, com algumas perguntas relacionadas a atividade do dia. Essa estratégia trouxe alguns dados importantes para a pesquisa, mas ainda refletiu a falta de hábito com a escrita. Os próprios alunos mencionaram que na escola pouco desenvolvem a habilidade de escrita e inclusive as provas são de múltipla escolha, não havendo necessidade de escrever.

Imbricada na metodologia da pesquisa participante, ao longo dos EFRE a pesquisadora também preencheu seu diário de bordo, registrando: fala dos participantes; impressões sobre o ambiente; mudanças na postura dos alunos que indicavam transformação em si; entraves e dificuldades encontradas no processo; reflexões sobre os encontros embasadas, principalmente, por uma escuta sensível dos participantes, visando promover ajustes nas atividades planejadas, quando necessário. Esses registros foram importantes para o desenvolvimento dos encontros e para a consubstanciar a análise dos dados da pesquisa. Bem como, para a pesquisadora que foi desafiada nesse processo a rever estratégias pedagógicas e mudanças de atitudes diante de algumas posturas dos alunos participantes da pesquisa.

5.4.3. Roda de conversa

Para Bedin e Pino (2018, p. 228) as rodas de conversa seriam uma “estratégia política libertadora e que favorecem a emancipação”. Trata-se de uma participação coletiva, dialógica, em que se evidencia a escuta, a fala, a reflexão, a ação, a socialização do contexto sócio-histórico dos participantes envolvidos.

Assim, numa perspectiva da pesquisa participante, buscando oportunizar a participação dos alunos na construção dos EFRE, ao longo da pesquisa, frequentemente, iniciava-se o encontro com uma roda de conversa, no intuito de ouvir sugestões para delinear os próximos passos, compartilhar conhecimentos,

recapitulando a atividade dos encontros anteriores, além de ouvir os sentimentos dos participantes acerca das experiências vivenciadas. Essas rodas de conversa eram registradas no diário de bordo da pesquisadora ou gravadas em áudio no celular da pesquisadora, para depois serem transcritas, fornecendo material para a análise de dados.

No último EFRE realizou-se uma roda de conversa ampliada, buscando uma avaliação global do curso. Essa roda de conversa possibilitou dialogar com os participantes, ouvindo seus sentimentos e impressões acerca da Robótica Educacional, da Educação Matemática e da Aprendizagem Dialógica e suas relações com: a aprendizagem da Matemática; o trabalho dialógico e a aprendizagem; o desenvolvimento de habilidades; o uso das tecnologias digitais; o Tinkercad; o Arduino. Além disso, abordou-se temas; tais como: escola de tempo integral; a relação entre o Arduino e a forma como se produz o conhecimento científico; dificuldades em responder questões abertas; a influência dos aspectos afetivos no decorrer do curso. No final, uma avaliação dos EFRE, onde os alunos teceram críticas, elogios e sugestões. Essa roda de conversa foi gravada em áudio e transcrita para alimentar a análise de dados.

5.4.4. Fotografias

A fotografia está intimamente ligada à pesquisa educacional e “[...] são muitas vezes utilizadas para compreender o subjectivo e frequentemente analisadas indutivamente” (Bogdan; Biklen, 1994, p. 183). Além disso, “As fotografias tiradas pelos investigadores no campo fornecem-nos imagens para uma inspecção intensa posterior que procura pistas sobre relações e actividades” (Bogdan; Biklen, 1994, p.189). Deste modo, as fotografias expressam mensagens subjetivas que contribuem para a análise dos dados da pesquisa.

As fotografias foram utilizadas ao longo de todo o processo de investigação, sendo um importante recurso para o registro de dados, na medida que buscou capturar momentos e registrar simbolicamente a imagem original. Foram registrados e capturados instantes importantes, atitudes, expressões corporais e produções dos alunos participantes. Entretanto, esses registros levaram em consideração fatores

éticos da pesquisa que não permitem a identificação dos sujeitos, principalmente, por se tratar de jovens, menores de idade. Então, as fotos foram tiradas de forma a não mostrar o rosto e quando isso foi inevitável, aplicou-se um “filtro de censura” provocando um borrão que impossibilita o reconhecimento da pessoa.

As fotografias utilizadas nesta tese foram produzidas pela pesquisadora e pelos demais atores desta pesquisa, convocados a uma participação ativa, contribuindo para sua percepção como sujeitos do processo. Para tanto, foram orientados a buscar ângulos que evitassem a identificação dos colegas.

Desta forma, a partir dos questionários, da análise das informações obtidas nos diários de bordo, nas rodas de conversa e fotografias, a luz da base epistemológica aqui construída, esse estudo buscou compreender como a Robótica Educacional aliada à Aprendizagem Dialógica contribuem e favorecem a Educação Matemática e interferiu na vida dos sujeitos dessa pesquisa no contexto da Sociedade em Rede.

5.5. Tratamento e Análise dos dados

A pesquisa em Educação pode produzir uma grande quantidade de dados e informações a partir de diferentes instrumentos de coleta utilizados. Esses dados exigem do pesquisador o desafio de se debruçar sobre eles de forma a organizá-los, de tal modo que passem a ter sentidos na discussão realizada, em sintonia com as questões e os objetivos propostos da pesquisa.

Um dos caminhos consiste no tratamento dos dados que foi realizado com base na técnica de análise de conteúdo de Bardin (1977, p. 42), através da qual se pode “obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores que permitam inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção destas mensagens”.

Assim, na análise de conteúdo, os sentidos dos depoimentos dos sujeitos foram analisados e explicitados na forma de unidades de sentidos. Numa tentativa de

síntese do que está sendo dito, ao máximo articulado com o pensamento do participante. A partir da construção dessas unidades de sentido, foi feita uma reorganização dos dados afins na forma de subcategorias. Na sequência, a pesquisadora organizou os dados em categorias, atento aos objetivos da pesquisa e referenciais teóricos relacionados ao objeto da investigação, possibilitando uma análise mais aprofundada da problemática em tela.

Desta forma, a análise de conteúdo possibilitou construir categorias que forneceram subsídios para uma compreensão mais ampla das concepções dos participantes. Do mesmo modo, permitiu verificar a existência de conflitos, contradições e consensos estabelecidos nas pessoas participantes da pesquisa e entre elas, assim como a identificação de núcleos centrais aglutinadores dos debates, a partir do que se construiu a seção de análise e discussão dos resultados.

Segundo Bardin (1977), a análise de conteúdo se desenvolve em três etapas que foram desenvolvidas nesta pesquisa estruturadas em: pré-análise; exploração do material; interpretação dos resultados. Durante a pré-análise foram feitas transcrição de áudio das Rodas de Conversas, digitalização dos textos oriundos dos Diários de Bordo, das respostas dos Roteiros de práticas e Questionários dos encontros, além da organização das fotos dos encontros. Em seguida, foi realizada uma leitura flutuante do conjunto de dados ainda no estado bruto buscando-se apreender as principais ideias e seus significados que emergiram no processo.

Na segunda etapa, foi iniciada a identificação das unidades de sentido com a finalidade de organizá-las posteriormente, por afinidade, aglutinando-as em temas que geraram as subcategorias e categorias. Para Bardin (1977, p. 37), as categorias consistem numa “espécie de gavetas ou rubricas significativas que permitem a classificação dos elementos de significação constitutivos da mensagem”. É importante salientar que cada participante foi identificado com um nome fictício visando preservar seus nomes verdadeiros.

A análise de todos os dados foi realizada de tal forma que cada categoria, juntamente com as suas subcategorias, abrangesse, ao máximo, o conjunto das unidades de sentido a ela relacionadas. Tudo isso atentando para o dito e o não dito

pelos sujeitos, para o referencial teórico e a relação com o objetivo e as questões da pesquisa.

Na terceira etapa, a partir das categorias construídas procedeu-se a elaboração das inferências que, na verdade, consistiu na interpretação dos dados que haviam sido organizados na forma de categorias. A inferência pode ser concebida como um ato de criação por parte do pesquisador a partir da qual se vai consubstanciando a estrutura da seção de análise e discussão dos resultados, em permanente cotejamento com os referenciais teóricos e com a questão e os objetivos da pesquisa.

É importante salientar, que o processo de análise dos dados nesta pesquisa se aproximou da Técnica de Bardin (1977), uma vez que se procurou seguir a maioria das suas orientações. No entanto, essa técnica não foi seguida à risca, devido a diversidade da natureza dos dados obtidos, que envolveu, por exemplo, os dados resultantes da observação da pesquisadora. De forma semelhante, a classificação em ordem alfabética com auxílio do computador foi substituída por uma análise flutuante do texto a partir da qual foram sendo identificados os depoimentos dos participantes que iriam subsidiar a análise e discussão dos dados.

5.6. Os Encontros Formativos sobre Robótica Educacional – EFRE

Esta subseção revela: a essência e estrutura de organização dos EFRE; os tópicos de Matemática que foram abordados; a infraestrutura e os recursos materiais utilizados e; um resumo de cada um dos EFRE. O resumo dos encontros tem como foco situar o leitor acerca das atividades desenvolvidas, contudo, no intuito de não cansar o leitor, seus desdobramentos e alguns aspectos foram mais bem detalhados na seção de análise e discussão dos resultados.

5.6.1. A essência e estrutura de organização dos EFRE.

Foram realizados 24 (vinte e quatro) EFRE, uma vez por semana, às quintas-feiras, de 26 de maio a 06 de dezembro de 2023, das 15h às 17h, horário habitual da escola para atividades extracurriculares. O planejamento e a execução dos Encontros Formativos sobre Robótica Educacional ocorreram de acordo com uma sequência didático-investigativa estruturada a partir de situações-problemas que foram sendo colocadas para os alunos.

O planejamento dos EFRE foi elaborado numa perspectiva dialógica, visando atingir os objetivos e responder à questão da pesquisa. Bem como, reflete a experiência da pesquisadora como professora de Matemática há trinta anos; a vivência adquirida por meio da parceria com o grupo de pesquisa NPAI que possibilitou o acompanhamento por dois anos do curso de Robótica do Centro Juvenil de Ciência e Cultura – CJCC (Salvador/ BA), voltado a alunos do 9º ano e da 1ª a 3ª série do Ensino Médio e; o acompanhamento por um ano da formação em robótica de um grupo de dez alunos do Ensino Médio de Iniciação Científica Júnior do centro de pesquisa ACSO/UNEB.

Ao colocar o planejamento em prática, manteve-se sua concepção dialógica, e como tal, flexível para atender as demandas do campo, os objetivos da pesquisa, o desejo dos participantes que também são autores desta pesquisa, bem como, para refletir a as transformações sofridas pela pesquisadora, a partir das experiências vivenciadas na pesquisa de campo.

A sala na qual foi desenvolvida a pesquisa³⁸ era bastante espaçosa, com dez conjuntos de mesas redondas com quatro cadeiras, sendo que a população era de vinte alunos, para evitar que ficassem dispersos, os participantes eram estimulados a sentar em grupos de quatro alunos por mesa. O objetivo era estimular o trabalho colaborativo e a Aprendizagem Dialógica. De acordo com a situação-problema do dia, eles poderiam trabalhar individualmente, em dupla ou em grupos maiores, contudo,

³⁸ A infraestrutura da sala foi detalhada na subseção “*Locus da pesquisa*”.

eram incitados ao diálogo, a ajudar o colega e a pedir ajuda, essa dinâmica que era favorecida pelo compartilhamento das mesas.

Como forma de orientar a situação-problema do dia, na maioria dos encontros, era distribuído com os alunos um roteiro impresso³⁹. Metodologicamente, a decisão de utilizar esses roteiros levou em consideração que cada um tem seu próprio tempo de aprendizagem e de realizar as atividades. Da mesma maneira, o uso dos roteiros busca dar autonomia aos sujeitos que desafiados pela atividade proposta podem seguir no seu próprio ritmo para solucioná-la. Em alguns casos, a solução da situação-problema era registrada no próprio roteiro, fornecendo material para a análise e discussão dos resultados.

Os EFRE envolveram três blocos: 1. Introdução à Eletrônica; 2. Programação, Arduino e Robótica e; 3. Desafios de Matemática a partir do robô. Após os três blocos, houve dois momentos especiais que atravessavam todos os encontros anteriores, a saber: a Roda de Conversa: Diálogos sobre Robótica Educacional: Trocando experiências, que promoveu a integração dos participantes da pesquisa com um grupo de alunos do Ensino Médio do Colégio da Polícia Militar da Bahia – CPM Lobato que faziam parte do Programa de Iniciação Científica Júnior (IC-Jr) da UNEB e; o Workshop: O Arduino e a Produção do Conhecimento Científico nas Ciências Exatas, com o prof. Dr. Álvaro Machado. Além disso, durante todo o processo, foi abordado de forma transversal as contribuições da Robótica Educacional para a Aprendizagem Dialógica e a Educação Matemática.

A estrutura dos tópicos dos EFRE visou levar o aluno perceber o porquê de estar trabalhando com cada bloco e compreender a Eletrônica, a Linguagem de programação e o Arduino como elementos fundantes de uma ação teórico-prática articulada para montagem do robô, desenvolvendo uma percepção integrada das partes entre si nas suas relações com o objeto de pesquisa, ou seja, a importância da Robótica Educacional para uma Aprendizagem Dialógica da Educação Matemática.

³⁹ Também era disponibilizada uma versão digital do roteiro via grupo de WhatsApp.

A preocupação era de que a atividade de montagem do robô não ficasse restrita apenas a uma ação instrumental, mas de compreensão do todo (robô montado) como um produto de um processo que tem origem nos fundamentos teórico-práticos de cada parte integrante. Em outras palavras, que a eletrônica, a linguagem de programação e microprocessadores como o Arduino fizessem sentido para o aluno como etapas essenciais para compreensão do robô. Do mesmo modo, também favorecessem condições para compreender as relações de cada parte com o objeto da pesquisa.

5.6.2. Materiais utilizadas nos EFRE

Devido à natureza desta pesquisa, muitos recursos foram demandados ao longo dos EFRE. A aquisição dos componentes eletrônicos, kits de robótica, ferramentas e demais demandas da pesquisa ficam sob a responsabilidade da pesquisadora. No intuito de diminuir dos custos, após pesquisa de preços, a pesquisadora optou por comprar peças separadas e montar o próprio kit de robótica, da mesma forma, em relação aos componentes eletrônicos. As compras foram realizadas em aplicativos de compras *online*⁴⁰. Foram adquiridas peças suficientes para a montagem de 12 kits de robô seguidor de linha, considerando que seria um robô por dupla e a necessidade de peças de reposição. Além disso, comprou-se materiais diversos para os desafios de Eletrônica. O Quadro 5 apresenta os materiais utilizados durante os EFRE.

Quadro 5 – Materiais da pesquisa de campo

ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
1	Kit Chassi 2 Rodas Robótica Robô Projeto Arduino	UNID	12
2	Placa Arduino Uno + Cabo USB	UNID	12
3	Ponte H Dupla L298	UNID	12
4	Sensor Tcrt5000 Seguidor de linha	UNID	24
5	Mini Protoboard 170 pontos	UNID	20

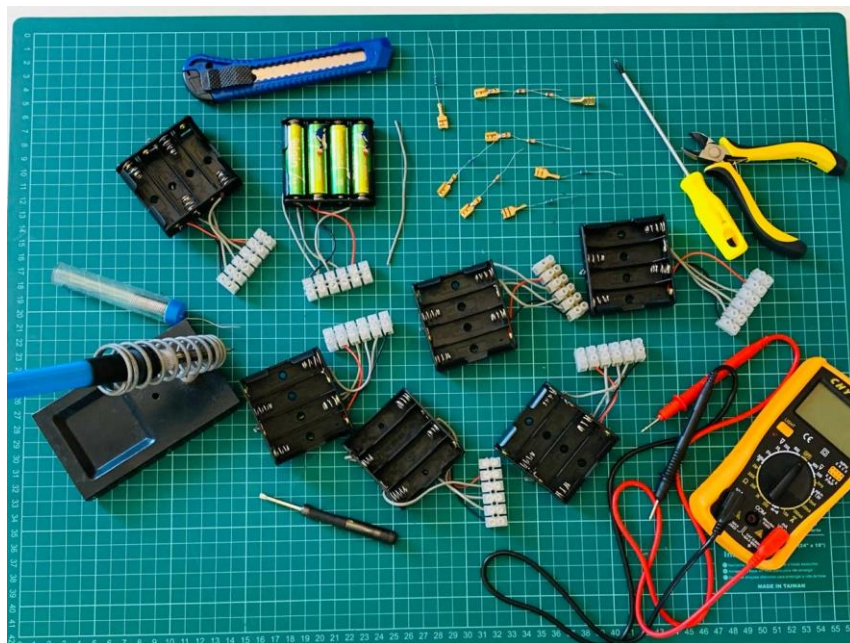
⁴⁰ A maior parte das compras foram realizadas nos aplicativos de compras *online*: Shopee, Mercado Livre e Amazon.

6	Cabo adaptador alimentação Arduino Bateria 9v saída P4	UNID	12
7	Bateria Alcalina 9V	UNID	20
8	Pilha alcalina AA	UNID	60
9	Suporte para 4 pilhas AA	UNID	15
10	Interruptor chave gangorra 10x15mm	UNID	12
11	Cabo jumper 20cm Macho X Femea para Arduino.	UNID	80
12	Cabo jumper 20cm Macho X Macho para Arduino.	UNID	80
13	Cabo jumper 10cm Macho X Macho para Arduino.	UNID	80
14	Cabo jumper 10cm Macho X Femea para Arduino.	UNID	80
15	Resistor de carbono 1/4w 150R	UNID	30
16	Resistor de carbono 1/4w 220R pct c/50 unid.	PCT	1
17	Resistor de carbono 1/4w 330R pct c/50 unid.	PCT	1
18	Resistor de carbono 1/4w 560R pct c/10 unid.	PCT	3
19	Resistor de carbono 1/4w 1k pct c/10 unid.	PCT	3
20	Led difuso 5mm – vermelho	UNID	20
21	Led difuso 5mm – amarelo	UNID	20
22	Led difuso 5mm – verde	UNID	20
23	Led difuso 5mm – azul	UNID	20
24	Led transparente RDB 5mm	UNID	20
25	Bateria pilha botão 3V pct c/ 5unid	PCT	4
26	Cabo adaptador para pilha de 9V sem plug	UNID	20
27	Ferro de solda 40W com suporte.	UNID	12
28	Estanho para solda 1mm - rolo de 500g	UNID	1
29	Esponja vegetal p/ limpar ferro de solda pct c/10 unid.	PCT	2
30	Estilete simples	UNID	10
31	Alicate de bico meia-cana curvo	UNID	10
32	Alicate de bico meia-cana reto	UNID	10
33	Alicate de corte	UNID	10
34	Chave de fenda	UNID	12
35	Chave de fenda Philips	UNID	12
36	Multímetro	UNID	10

Fonte: Própria autora.

Além dos materiais listados no Quadro 5, foi produzido de forma artesanal pela pesquisadora, com a ajuda do seu coorientador, 10 (dez) fontes de tensão variável⁴¹, Figura 10, e 12 (doze) mine-tornos de suporte para soldagem com esponja para limpeza do ferro de solda, Figura 11. O uso dos artefatos artesanais despertou curiosidade e interesse dos participantes, bem como, fomentou o diálogo sobre reaproveitamento de materiais e do uso da criatividade para baixar o custo de projetos.

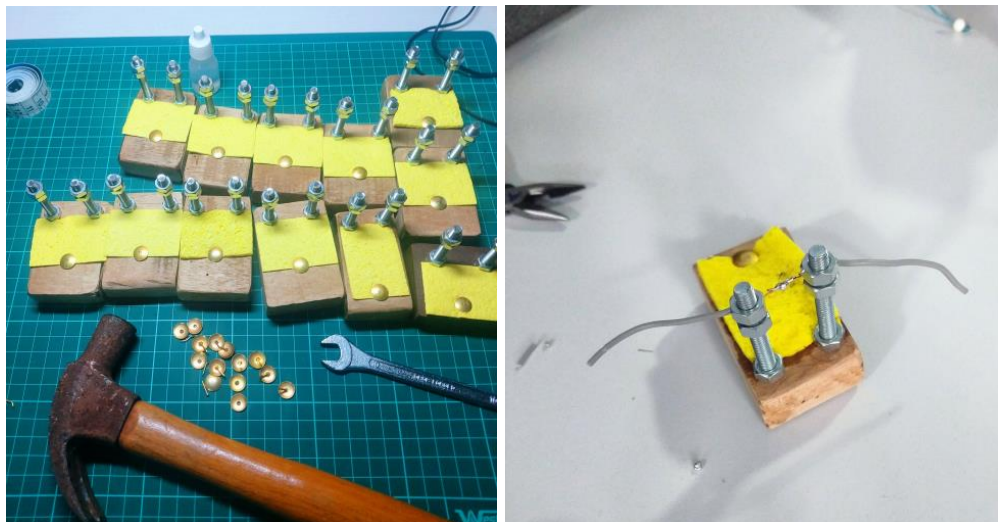
Figura 10 – Fonte de tensão variável artesanal



Fonte: Acervo da pesquisadora.

⁴¹ Conjunto de 4 pilhas alcalinas AA, colocadas em um case suporte, adaptado com fios e conectores que permitiam quatro variações de tensão, conectando uma, duas, três ou quatro pilhas.

Figura 11 - Mine-tornos de suporte para soldagem com esponja para limpeza do ferro de solda



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Materiais, tais como, chaves de fenda, alicates, estiletes, multímetros, cabos jumper, fios diversos e pilhas, ficavam sempre a disposição dos participantes em caixas organizadoras que eles tinham livre acesso e poderiam levar para suas mesas sempre que achassem necessários para a realização do desafio.

5.6.3. EFRE – Bloco 1: Introdução à Eletrônica

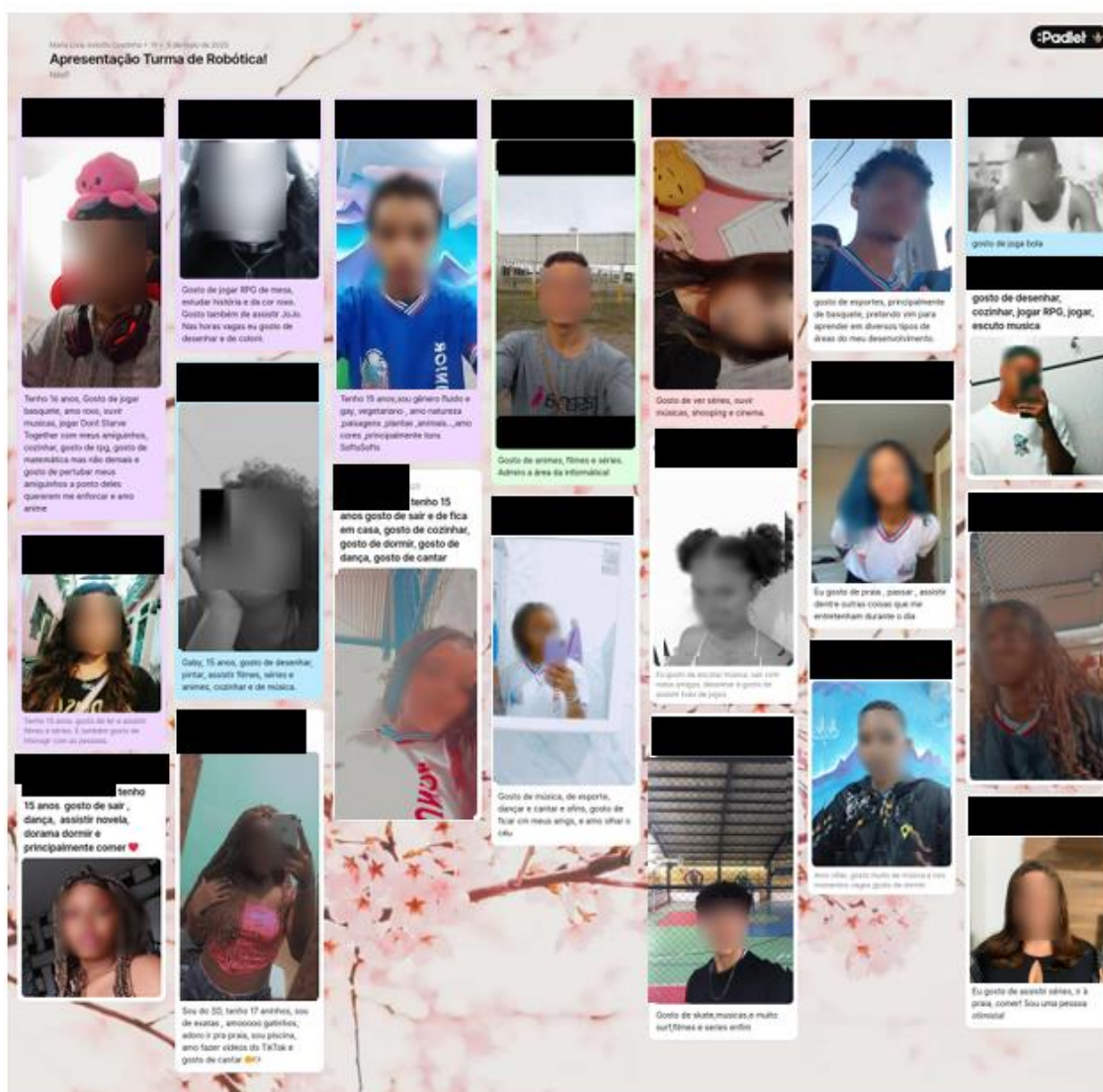
1º Encontro – Apresentação do projeto e dos participantes

No primeiro Encontro Formativo de Robótica Educacional, foi apresentado o projeto de pesquisa, o GEOTEC e a UNEB, bem como, a pesquisadora, com um breve relato da vida acadêmica e profissional. Como fruto da escola pública, o relato da pesquisadora que pode servir de exemplo de transformação social por meio da educação e motivar os alunos. Em seguida, com cada participante usando um Chromebook com acesso à internet, criou-se um mural privado no Padlet⁴², onde cada um colocou uma foto de perfil, seu nome, passatempo preferido e uma característica

⁴² O mural privado do Padlet permite limitar o acesso ao conteúdo, evitando expor de forma pública os participantes da pesquisa.

peçoal, conforme pode-se visualizar na Figura 12. Depois, utilizando o mural como base, cada um fez sua apresentação ao grupo. Essa atividade de criar o mural no Padlet, revelou que alguns já possuíam conta na plataforma e sabiam utilizar, para outros foi novidade, mas todos cumpriram a tarefa sem muita dificuldade, demonstrando habilidade no uso de tecnologias digitais.

Figura 12 – Mural de apresentação da turma



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Neste encontro, foram distribuídos os Diários de Bordo, conforme já detalhado na subseção que aborda os instrumentos de coleta de dados. Dialogamos sobre as possibilidades de comunicação por meio do grupo criado para a turma no WhatsApp,

no qual estavam todos os participantes da turma. Alguns relataram que pouco utilizam esse aplicativo, por motivos diversos, tais como, *smartphone* ultrapassado, falta de conectividade com a internet e falta de interesse pessoal. Ao longo do curso esse canal foi eficiente para avisos diversos, por exemplo, marcação de aula extra, suspensão de aula, envio de arquivos e indicação de vídeos.

A princípio, esse grupo de WhatsApp foi pensando como um espaço para discussão e interação entre os participantes, um canal de comunicação para ser explorado entre um encontro e outro. Porém, as tentativas de estimular uma colaboração entre os alunos por este canal foram frustradas. Não foi possível estabelecer o grupo de WhatsApp como um espaço para discussão de dúvidas, sugestões vídeos e indicação de sites por parte dos alunos, ou seja, não aconteceu como espaço para diálogo, mas sim, como um mural de avisos virtual.

Os participantes foram orientados também a criarem o perfil de estudante no Tinkercad, para em seguida, entrar na turma virtual⁴³ criada para os EFRE, mas o tempo ficou apertado e alguns deixaram a conclusão para outro momento. Ao final do encontro, eles foram instigados a pesquisar sobre resistor, *led*⁴⁴, pilha e multímetro, a partir de três perguntas norteadoras (O que é? Para que serve? Como funciona?) e trazer seus achados para compartilhar na semana seguinte. Não houve interferência sobre a escolha da fonte que deveria ser utilizada na pesquisa. Este momento, seria uma oportunidade para observar quais escolhas eles iriam fazer.

Algumas impressões, registradas pelos alunos no diário de bordo no primeiro encontro:

Nós conhecemos, fizemos nossos perfis no Padlet e no Tinkercad, foi fácil mexer com tecnologia, não tive dificuldade. Aleluia, não teve Matemática (Duda).

⁴³ Previamente ao encontro a pesquisadora criou no Tinkercad uma Sala de aula virtual chamada Encontros Formativos sobre Robótica Educacional, com isso, gerou-se um código de acesso, através do qual os alunos ingressaram na turma. Essa sala virtual permitia a pesquisadora designar atividades e acompanhar as ações de cada participante.

⁴⁴ A sigla LED vem do inglês Light-Emitting Diode, ou seja, Diodo Emissor de Luz. Trata-se de um componente eletrônico semicondutor que tem a propriedade de transformar energia elétrica em luz, através da eletroluminescência

Falamos de quem nós somos e o que gostamos, nossos hobbies. A parte do Padlet foi fácil para mim, mas a hora que fomos entrar no Tinkercad foi um pouco complicado, mas peguei o jeito (Bruno).

Então, criei meu Padlet e também criei meu diário de bordo online, por enquanto tá tudo tranquilo, espero que na próxima já possamos colocar a mão na massa (Jorge).

2º Encontro – Componentes eletrônicos e instrumentos de medição

No segundo EFRE⁴⁵, foi distribuído um roteiro que desafiava os estudantes a conhecer alguns componentes eletrônicos e um instrumento de testes e medição, o multímetro, comumente utilizados na construção de circuitos eletrônicos e montagens da Robótica. Para tanto, dividiu-se o encontro em dois momentos: primeiro – socialização e discussão sobre os achados da pesquisa solicitada no encontro anterior e; segundo – atividade “mão na massa”.

Na segunda parte do encontro, os alunos formaram duplas e cada uma recebeu: 4 tipos diferentes de resistores; 3 *leds* de cores variadas; 1 bateria 9V; 1 cabo adaptador para bateria de 9V sem plug; 2 *protoboards* e; 1 multímetro. O desafio consistia em identificar a resistência do resistor a partir de três metodologias diferentes: código de cores⁴⁶; calculadora *online* para código de cores de resistores⁴⁷ e; multímetro. Ao final do encontro, eles montaram um circuito simples para acender um ou mais *leds* com o material recebido.

3º Encontro – Praticando solda de componentes eletrônicos

⁴⁵ Registramos a presença de uma professora de Física da escola, que atendeu ao convite para participar dos EFRE, feito aos professores pela pesquisadora durante a apresentação da pesquisa aos professores do Colégio. Porém, ela só compareceu neste dia, alegando dificuldades na agenda. Assim como, esteve presente também o funcionário de manutenção da escola, que demonstrou interesse em participar dos encontros. Ele esteve presente em alguns outros encontros, quando as demandas do trabalho na escola permitiam e a atividade proposta no dia era de interesse dele. Ficou particularmente interessado nos encontros sobre solda, no final do semestre a pesquisadora o presenteou com um kit para solda.

⁴⁶ Será apresentado mais adiante na análise e discussão dos resultados.

⁴⁷ Disponível em: < <https://br.mouser.com/technical-resources/conversion-calculators/resistor-color-code-calculator> >. Acesso em 08 mai. 2023.

No terceiro Encontro, após o recesso escolar, iniciou-se com uma breve roda de conversa, onde os participantes se expressaram livremente e comentaram sobre os vídeos⁴⁸ enviados pelo grupo do WhatsApp pela pesquisadora, no intuito de prepará-los para a prática do dia. A seguir, os estudantes foram desafiados a aprender a soldar e dessoldar componentes eletrônicos. Considerando o risco de queimadura envolvido no manuseio do ferro de solda e a quantidade de alunos, a pesquisadora pediu auxílio ao coorientador da pesquisa, que é um professor experiente em eletrônica e soldagem e atendeu à solicitação, colaborando com a mediação deste Encontro.

Para a atividade, foi entregue a cada dupla: um ferro de solda; um suporte para o ferro de solda; um mine-torno com esponja de limpeza para o ferro de solda (produção própria); um tubo com estanho para solda; fios variados; placas de circuito impresso usadas (peças de descarte) e; alguns componentes eletrônicos (*leds* e resistores). Em cada mesa, havia a disposição para uso compartilhado: alicates de corte; alicates meia-cana curvos e retos e; estiletes. A orientação de como soldar ocorreu através da apresentação de um dos vídeos enviados pelo WhatsApp, que foi comentado *pari passu* pela pesquisadora, destacando principalmente as questões relativas à segurança.

4º Encontro – Construindo circuitos eletrônicos

No quarto Encontro, iniciou-se com uma breve roda de conversa, onde os participantes fizeram comentários a respeito da experiência com a solda. A seguir, os estudantes foram desafiados a construir individualmente, mas de forma colaborativa, um circuito eletrônico simples para acender um *led*. Para tanto, receberam um roteiro com orientações e utilizou-se dois recursos didáticos: o aplicativo Tinkercad para montagens virtuais de circuitos eletrônicos e; a *protoboard* para montagem do circuito, sem uso de solda. Para realizar o desafio no Tinkercad eles utilizaram o Chromebook

⁴⁸ Foram enviados três vídeos, disponíveis em:

https://www.youtube.com/watch?v=40hMsp8Xz2c&t=13s&ab_channel=BrincandocomIdeias;

https://www.youtube.com/watch?v=Sa4UFuvYmLc&ab_channel=BrincandocomIdeias;

https://www.youtube.com/watch?v=MGbgyuVXRcl&ab_channel=ManualdoMundo. Acesso em: 30 jul. 2023.

com acesso à internet, um equipamento por aluno, e para a montagem na *protoboard* cada aluno recebeu: 2 tipos diferentes de resistores; 3 *leds* de cores variadas; 1 bateria 9V; 1 cabo adaptador para bateria de 9V sem plug e; 1 *protoboard*.

A utilização desses dois recursos favoreceu investigar a aprendizagem no uso de tecnologias comparando-se a *protoboard*, uma tecnologia analógica que demanda mais habilidades manuais, com o Tinkercad, enquanto uma tecnologia digital, no campo das tecnologias da informação e comunicação.

5º Encontro – Investigando relações entre tensão e corrente (Lei de Ohm)

No quinto Encontro, os estudantes foram desafiados a investigar experimentalmente como a tensão varia com a corrente elétrica em um circuito eletrônico. Para tanto, foram fornecidas a cada dupla: um roteiro com orientações; uma fonte de alimentação capaz de produzir quatro variações de tensão (produzida artesanalmente para a pesquisa); um resistor e; um multímetro capaz de medir tensão operando como Voltímetro e corrente elétrica, operando como Amperímetro. Neste encontro investigou-se, de forma mais explícita, relações entre os experimentos de eletrônica e a aprendizagem de Matemática.

Após montar o circuito, os alunos realizaram as medições da corrente elétrica e da tensão, variando as tensões na fonte de alimentação, registrando seus valores em uma tabela. Na sequência esboçaram o gráfico de tensão (V) x corrente (I). Foram questionados acerca da relação obtida, problematizando-se seus conhecimentos prévios. Nesta atividade os registros realizados pelos participantes no roteiro utilizado como recurso didático, posteriormente foram analisados como ferramenta de mediação para o processo de aprendizagem dos participantes da pesquisa na seção análise de discussão dos resultados.

6º Encontro – Investigando a Aprendizagem Dialógica na construção do conhecimento

No sexto Encontro, considerando que no encontro anterior teve pouca presença (apenas metade do grupo participou), optou-se por aproveitar e investigar o papel da Aprendizagem Dialógica na construção do conhecimento, tendo como foco

a abordagem da Lei de Ohm. Para tanto, os alunos foram desafiados a atuar em um processo dialógico, repetindo-se a prática da Lei de Ohm, só que agora dividindo-os em dois grupos. De tal forma que aqueles que fizeram a prática anterior assumiriam o papel de orientadores (monitores) visando contribuir para a aprendizagem daqueles que não haviam feito a prática.

Ao final desse encontro, os estudantes foram instigados a fazer uma Reflexão Metacognitiva, na qual se buscou investigar como se sentiram ensinando e aprendendo junto ao colega, registrando suas respostas em um roteiro investigativo, usado de forma a complementar o diário de bordo. Neste momento, os participantes foram convidados também a refletir acerca do trabalho desenvolvido até então nos Encontros articulados com o conhecimento sobre eletrônica.

7º Encontro – Explorando a Lei de Ohm para construção de gráficos

O sétimo Encontro iniciou com uma breve roda de conversa e diante das dificuldades apresentadas em relação à construção dos gráficos, seguindo os princípios da metodologia participante, atendeu-se a solicitação dos alunos de dar continuidade a abordagem sobre a Lei de Ohm, em especial, com foco na construção do gráfico. Desta forma, o encontro foi desenvolvido em uma sala de aula tradicional, com quadro de giz. A professora-pesquisadora fez uma explicação no quadro sobre construção de gráficos, seguida de um *feedback* sobre os gráficos produzidos pelos alunos no experimento, buscando-se de forma dialógica, compreender e trabalhar as dificuldades encontradas. Logo após, os participantes tiveram a oportunidade de revisar e refazer seus gráficos. Também foram apresentados alguns recursos didáticos envolvendo modelos, experimentos e analogias sobre conceitos relacionados à Lei de Ohm (resistência, tensão e corrente) visando contribuir para a aprendizagem dos conteúdos envolvidos.

5.6.4. EFRE – Bloco 2: Programação, Arduino e Robótica.

Considera-se importante esclarecer que não é objetivo desta pesquisa formar programadores, a expectativa era trabalhar noções de programação, mais

especificamente na linguagem C++, de modo que os participantes fossem capazes de desenvolver programas simples no Tinkercad, bem como, a partir de um programa fornecido⁴⁹ para controlar o robô, os alunos fossem capazes de fazer modificações no mesmo, personalizando esses programas para resolver os desafios propostos.

8º Encontro – Introdução a algoritmos

Aproveitando que os alunos não teriam aula neste dia, combinou-se previamente realizar dois encontros, o oitavo e o novo Encontros, com intervalo entre eles para lanche e descanso. Neste dia, no oitavo Encontro, os alunos foram desafiados a iniciar a aprendizagem dos algoritmos. Como elemento motivador foi utilizado o desafio lógico do fazendeiro que comprou um lobo, um carneiro e uma couve e precisa atravessar um rio⁵⁰. A partir da solução deste desafio estabelecemos um diálogo sobre lógica, lógica de programação e algoritmos. Após construirmos juntos um algoritmo, os alunos foram desafiados, trabalhando em duplas, a construírem outro algoritmo, escolhidos por eles a partir de uma lista e, por fim, a construírem um algoritmo de escolha livre, sobre qualquer coisa que quisessem.

Na sequência, assistimos ao vídeo “*What most schools don't teach*”⁵¹, com duração de aproximadamente 5 minutos, que aborda de forma singular quando ocorreu o despertar do interesse de algumas pessoas pela programação e possibilidades de carreira nesta área. Em seguida, realizou-se uma breve roda de

⁴⁹ Utilizou-se nesta pesquisa programas gratuitamente disponíveis na internet no site do Arduino, disponível em: <https://www.arduino.cc/>. Acesso em: 24 jul. 2024, e no canal Brincando com Ideias do YouTube, voltado a compartilhar a cultura maker, disponível em: <https://www.youtube.com/@BrincandocomIdeias>. Acesso em: 24 jul. 2024.

⁵⁰ Desafio: Era uma vez um fazendeiro que foi ao mercado e comprou um lobo, um carneiro e uma alface. No caminho para casa, o fazendeiro chegou à margem de um rio e arrendou um barco. Mas, na travessia do rio por barco, o fazendeiro poderia levar apenas a si mesmo e uma única de suas compras: o lobo; o carneiro ou; a alface. Se fossem deixados sozinhos em uma mesma margem, o lobo comeria o carneiro e o carneiro comeria a alface. O desafio do fazendeiro é atravessar a si mesmo e as suas compras para a margem oposta do rio, deixando cada compra intacta. Como ele fará isso?

A solução do desafio está disponível em: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=WmQCcBj_ROQ&ab_channel=MundodoAmongUs. Acesso em: 24 jul. 2024.

⁵¹ Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=iKKOV4yGI_M&ab_channel=JorgeCampos. Acesso em: 24 jul. 2024.

conversa acerca do vídeo, na qual os participantes expressaram suas percepções. A seguir, foi feito um intervalo de 20 minutos antes de iniciar o próximo encontro.

9º Encontro – Introdução a algoritmos (continuação)

O nono Encontro iniciou-se com uma explanação, utilizando *slides*, sobre algoritmo computacional, sua estrutura, tipos de dados, identificadores, variáveis, constantes, operador de atribuição, palavras-chave e operadores aritméticos. Em seguida, os participantes receberam um roteiro com atividades relacionadas os tópicos discutidos nos *slides* e foram desafiados a transformar expressões algébricas em expressões algorítmicas, utilizando operadores aritméticos. Bem como, a desenvolver algoritmos nos quais precisavam transformar sentenças matemáticas em expressões algébricas, empregando operadores aritméticos para escrever o algoritmo. Os desafios envolvendo algoritmos foi um campo fértil para revisar conteúdos matemáticos. Os participantes registraram a solução destes desafios no roteiro, que alimentou a base de dados para a análise e discussão dos resultados.

10º e 11º Encontros – Introdução a programação usando o Tinkercad

Combinado previamente, em razão dos alunos estarem sem aula, realizou-se outro encontro duplo, com intervalo para lanche e descanso. Portanto, o décimo e o décimo primeiro Encontros foram realizados no mesmo dia. Diferente o encontro anterior que houve uma definição clara das atividades realizadas antes e depois do intervalo, delimitando o final de um encontro e o início do outro, esse encontro fluiu sem essa distinção. Os participantes haviam solicitado e estavam ansiosos para praticar programação no Tinkercad. Para tanto, os estudantes receberam um roteiro para orientar as atividades do dia, nele foram instruídos a acessar a sala de aula virtual dos EFRE no Tinkercad e a realizar alguns desafios utilizando o Arduino Uno, como etapa preparatória para a programação do robô.

De acordo com o roteiro, os alunos assistiram a um trecho do vídeo indicado, responderam perguntas norteadoras propostas no roteiro a partir do conteúdo do vídeo, as perguntas foram elaboradas visando melhorar compreensão da estrutura e dos comandos utilizados no programa apresentado no vídeo e, em seguida, fizeram a

primeira atividade proposta no Tinkercad (colocar um *led* para piscar). Na sequência, assistiram a outro trecho do vídeo, responderam novas perguntas, ainda objetivando a entendimento do programa e, logo após, fizeram a segunda atividade (colocar dois *leds* para piscar) e a terceira atividade (construir um semáforo) no Tinkercad.

Durante o encontro havia disponível um Chromebook por aluno e eles foram orientados a acessarem individualmente sua conta no Tinkercad, para que todos tivessem a oportunidade de construir e programar seu próprio circuito. No intuito de respeitar o tempo de aprendizagem de cada um, os alunos assistiram individualmente no YouTube ao trecho do vídeo sugerido, durante o qual poderiam pausar e reprisar quando necessário, ir para o desafio proposto no Tinkercad, voltar ao vídeo. Porém, havia cerca de quatro alunos por mesa e eles foram estimulados a trabalhar de forma colaborativa, compartilhando ideias, dúvidas, trocando experiências.

Não havia expectativa de que concluíssem os três desafios nesse encontro, haveria continuidade nos encontros seguintes, bem como, eles poderiam optar por fazer extraclasse. Contudo, alegando principalmente cansado e falta de tempo, eles não realizavam tarefas fora do horário dos encontros.

12º Encontro – Programação do Arduino Uno no Tinkercad

No décimo segundo Encontro, conforme planejado de forma dialógica com os alunos, foi dada continuidade aos desafios da Programação do Arduino Uno no Tinkercad. Para tanto, havia a disposição um Chromebook por participante. O encontro iniciou com uma breve roda de conversa sobre os projetos feitos na aula anterior, bem como, sobre os sentimentos e expectativas, além disso, discutiu-se o resistor escolhido para o circuito e seu impacto na luminosidade do *led*. Com a autorização dos alunos projetamos na TV para que todos pudessem acompanhar alguns circuitos feitos por eles no Tinkercad, testou-se o funcionamento deles, discutiu-se os programas elaborados e como poderiam ser melhorados.

Prosseguindo, os alunos voltaram a trabalhar individualmente, mas sempre compartilhando a mesa com outros colegas para facilitar o diálogo. A maioria ainda estava concluindo ou aprimorando seu circuito e sua programação do Arduino para

fazer 1 (um) *led* piscando e/ou 2 (dois) *leds* piscando. À medida que iam finalizando os desafios 1 e 2 do encontro anterior, eles passavam para o circuito e a programação do semáforo, que era a mais desafiadora das três tarefas.

13º Encontro – Introdução a Programação (continuidade)

No décimo terceiro Encontro, utilizou-se como recurso didático a projeção de slides na TV, para dialogando com os participantes, destrinchar cada linha de um programa usado para fazer dois *leds* piscando. O intuito era desenvolver a habilidade de realizar alterações em programa, adaptando-o de forma personalizada.

Usando o Chromebook, os participantes praticaram no Tinkercad realizar pequenas alterações nos seus projetos. A seguir, foram desafiados a programar o Arduino para colocar um motor DC⁵² para funcionar e depois acrescentar um segundo motor para que funcionem juntos. Na sequência, foram estimulados a desenvolver um novo projeto, de livre escolha a partir do seu interesse, envolvendo a programação do Arduino Uno.

14º Encontro – Praticando um pouco mais de soldagem

Com a proximidade da montagem do robô, na qual seria necessário aplicar solda na instalação do motor DC, do interruptor de corrente elétrica e da bateria, dialogou-se com os participantes que indicaram o desejo de praticar soldagem antes de fazê-la no seu kit do robô. Sendo assim, o décimo quarto Encontro foi dedicado a prática de solda. Para a atividade, foi entregue a cada dupla: um ferro de solda; um suporte para o ferro de solda; um mine-torno com esponja de limpeza para o ferro de solda (produção própria); um tubo com estanho para solda; fios variados; placas de circuito impresso usadas (peças de descarte) e; alguns componentes eletrônicos (*leds* e resistores). Em cada mesa, havia a disposição para uso compartilhado: alicates de corte; alicates meia-cana curvos e retos e; estiletes.

⁵² Motor de corrente contínua utilizado em diversas aplicações devido à sua capacidade de controlar velocidade e torque. É muito utilizado em projetos de robótica e compõem o Kit Chassi 2 Rodas Robótica Robô Projeto Arduino desta pesquisa.

15º Encontro – Montagem do robô – parte 1

No décimo quinto Encontro, os estudantes foram desafiados a iniciar a montagem do robô. Para isso, os alunos foram organizados em duplas, de livre escolha, e orientados a levar uma caixa de sapato (ou algo semelhante) para guardar o material do robô. A partir deste momento, ao final de cada encontro, os próprios alunos eram responsáveis pelo cuidado e guarda dos materiais e das caixas no armário da sala.

Além das ferramentas disponibilizadas, tais como, chaves de fenda, alicates de bico reto e curvo, alicates de corte, estiletes, ferros de solda e multímetros, cada dupla recebeu: 1 kit chassi acrílico de carro 2 rodas com 2 motores DC 12V; 1 módulo Ponte H para Arduino; 1 Arduino Uno; 1 *protoboard* pequena; 1 suporte para 4 pilhas AA; 1 cabo adaptador alimentação Arduino Bateria 9v saída P4; 1 interruptor; 4 pilhas AA; 1 bateria 9V e; diversos cabos jumper de 10cm e 20cm do tipo macho x fêmea, macho x macho e fêmea x fêmea para Arduino.

Havia disponível um Chromebook por aluno e foram indicados diversos vídeos⁵³ para auxiliar na montagem. Optou-se pela estratégia de usar vídeo para auxiliar na montagem, devido a possibilidade de ir parando o vídeo para discutir passo-a-passo com a dupla e com demais colegas ao mesmo tempo em que se articulava com a montagem experimental. Essa estratégia foi utilizada por ter sido a que melhor se verificou para a aprendizagem dos estudantes em encontros anteriores.

16º Encontro – Montagem do robô – parte 2

⁵³ Como montar o Kit Chassi Robô 2wd (6 min). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=o29VYftnl4Y&ab_channel=Santana. Acesso em: 12 jun. 2024.

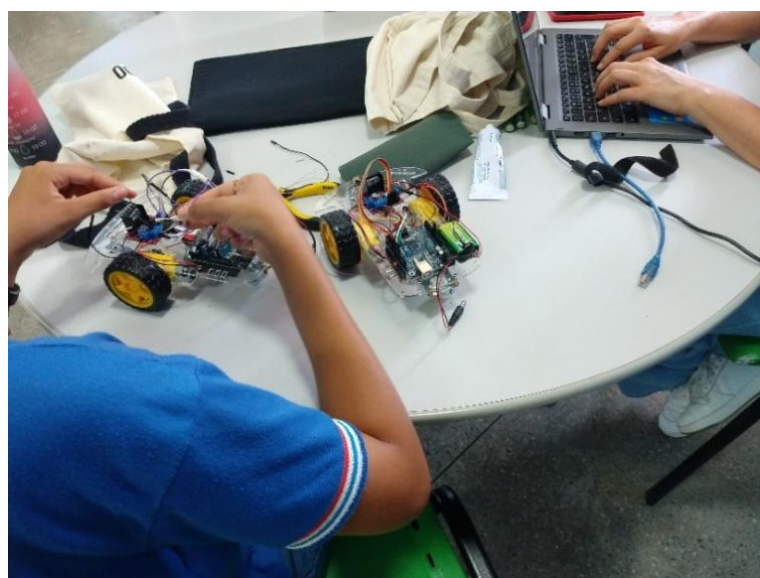
Como montar um kit de chassi robótico 2WD - Robótica Prática. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=z3sIDIOpDk&ab_channel=ProfessorJos%C3%A9deAssis Acesso em: 12 jun. 2024.

Como montar o kit Chassi de Robô 2WD - Criando um Robô Arduino Ep.1. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=5GI00AIYIR0&ab_channel=EmersonCarvalho-PontoCanal. Acesso em: 12 jun. 2024.

2WDCAR: Como Montar o Chassi Sem Mistérios P1 - Robô #Arduino. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=AoDMuwv9H28&ab_channel=AplicarCi%C3%A4ncias. Acesso em: 12 jun. 2024.

O décimo sexto Encontro iniciou com uma breve roda de conversa, na qual foi entregue algumas perguntas impressas em uma folha para complementar o diário de bordo, investigando sobre a parte inicial de montagem do robô. Após responderem as questões, os participantes da pesquisa deram continuidade à montagem do robô. Para tanto, os alunos pegaram suas caixas no armário e utilizaram as ferramentas disponibilizadas em caixas organizadoras colocada em uma mesa central da sala. Uma das duplas montou o robô a partir da observação do robô da pesquisadora que já estava pronto.

Figura 13 – Montagem e programação do robô.



Fonte: Acervo da pesquisadora.

17º Encontro – Montagem e programação do robô – parte 3

No décimo sétimo Encontro os alunos foram desafiados a dar continuidade à montagem do robô, finalizando a etapa de montagem mecânica para então iniciar a parte da programação. Porém, algumas duplas estavam com a montagem atrasada, a dificuldade de tempo disponível dos estudantes para atuarem em horários fora dos encontros, as faltas e a conexão ruim com a internet para uso do Chromebook foram fatores que dificultaram o avanço nos trabalhos.

Para programar o robô foi indicado para os alunos o vídeo “Como Movimentar o Robô usando Ponte H e Arduino? #MaratonaMaker”, do canal Brincando com

Ideias⁵⁴. Na descrição do vídeo tem um *link* para o arquivo “*Sketch 1*”, nele tem o código de programação usado no vídeo (Anexo B) e disponibilizado gratuitamente dentro dos princípios da cultura *maker*. Os alunos copiaram esse código e usaram o Chromebook para adaptar o programa as suas necessidades, conforme o desafio proposto. No entanto, não foi possível usar os Chromebooks para transferir o programa para o Arduino no robô dos participantes, essa questão foi detalhada na análise e discussão dos resultados, sendo assim, o *notebook* da pesquisadora foi utilizado para esse fim, fato que atrasou um pouco o processo. Contudo, a maioria dos robôs foram programados e testados, realizando movimentos como andar para frente, andar para trás e fazer curvas.

Ao final do encontro, os alunos preencheram um roteiro investigativo, usado como complemento do diário de bordo, com algumas questões acerca da experiência de montagem e programação do robô. Duas duplas não conseguiram ajustar o robô para funcionar corretamente, esse tipo de problema é comum em robótica e requer tempo para ajustes, testes com substituição de peças, ou seja, um trabalho de investigação até identificar e resolver o problema. Os alunos estavam autorizados a utilizar a Bibliotech (sala da pesquisa) e acessar o armário com os materiais fora do horário dos nossos encontros, bastava procurar a funcionária responsável pelo suporte aos EFRE. Porém, ela não foi procurada pelos alunos.

5.6.5. EFRE – Bloco 3: Desafios de Matemática a partir do robô.

Este Bloco marca uma nova etapa dos EFRE, com os robôs montados e programados, realizou-se três encontros com situações-problemas especificamente voltadas a aplicações da Matemática. Com a desistência, por motivos diversos, de alguns participantes ao longo do EFRE, ao chegar neste bloco o grupo estava com

⁵⁴ Disponível em:
https://www.youtube.com/watch?v=mS2bP7WYZVI&t=428s&ab_channel=BrincandocomIdeias.
Acesso em: 12 jun. 2024.

treze participantes, que permaneceram até o final, mas considerando algumas faltas esporádicas, os encontros contavam com cerca de 8 a 13 participantes.

Apesar de alguns robôs ainda não estarem funcionando corretamente, decidiu-se dialogicamente com o grupo prosseguir com o planejamento e realizar os desafios de Matemática com o robô. Contudo, os alunos poderiam tentar corrigir os problemas trabalhando nos seus robôs fora do horário dos encontros, mas eles não tiveram disponibilidade para isso.

O programa utilizado como base (Anexo B) no encontro anterior, foi utilizado também nos encontros 18º e 19º, os alunos faziam a adaptação necessária no código do programa para cumprir os desafios usando o Chromebook, passavam o programa para a pesquisadora que transferia para o robô da equipe usando o próprio *notebook*.

Nos roteiros utilizados para orientar os desafios havia espaço para registrar a memória dos cálculos e as respostas. Esses registros alimentaram o banco de dados para a análise e discussão dos resultados.

18º Encontro – Desafio de Matemática 1: Investigando a relação entre distância e tempo na trajetória linear percorrida pelo robô

O décimo oitavo Encontro, por problemas técnicos na sala habitual, aconteceu em uma sala de aula tradicional, mas que atendeu as necessidades para realização das atividades. Dividiu-se a turma em dois grupos e cada um deveria, em consenso, escolher, dentre os robôs disponíveis qual utilizar para realizar os desafios. Além do robô, foram disponibilizados: um roteiro (Apêndice C) com três desafios propostos explorando a relação entre distância e tempo na trajetória linear percorrida pelo robô; Chromebook; fita métrica; régua; barbante e; *notebook* da pesquisadora.

Nesse Encontro, mais uma vez se procurou estabelecer relações entre a Robótica Educacional e a Matemática, de forma semelhante a que ocorreu com a Lei de Ohm. Os alunos foram provocados a fazer comparações entre os desafios dos dois Encontros, no sentido de refletirem o papel e a importância que pode ter a Matemática enquanto ferramenta para acompanhamento, controle e mensuração de variáveis

durante a realização de experimentos na Física, tanto na Cinemática como na Eletrodinâmica. Evidenciando seu papel como uma ferramenta auxiliar para a produção do conhecimento científico, principalmente nas investigações de natureza quantitativa. Na oportunidade, explorou-se: cálculo de velocidade; regra de três; proporção; unidades de medida e sua importância para expressar quantidades das grandezas físicas.

19º Encontro – Desafio de Matemática 2: Explorando relações matemáticas na trajetória percorrida pelo robô: ângulos e triângulos

No décimo nono Encontro mais uma vez os participantes foram divididos em dois grupos, em seguida, além do robô, foi disponibilizado: roteiro com orientações (Apêndice C); fita métrica; barbante; transferidor; régua; Chromebook e; *notebook* da pesquisadora. No roteiro, o primeiro e o segundo desafios propõem uma reflexão, com perguntas norteadoras, sobre cada trecho do programa usado no encontro anterior, visando sua compreensão, no intuito de que desenvolvessem uma nova habilidade, modificar o programa para realizar um trajeto que inclui uma curva.

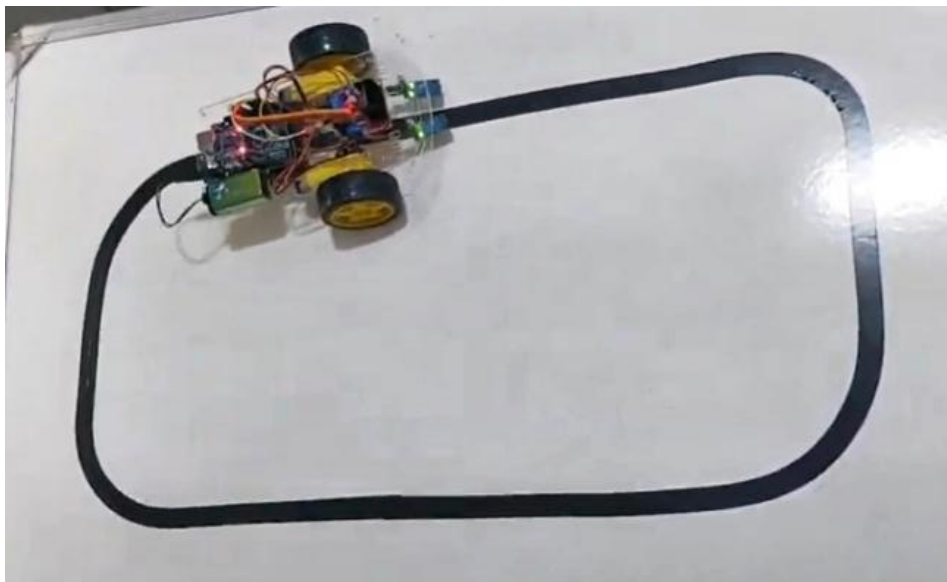
No desafio seguinte, modificaram o programa para o robô fazer o percurso composto por uma trajetória linear, uma curva e em seguida outra trajetória linear, de tal forma que pudessem explorar relações matemáticas existentes em figuras geométricas como o triângulo. A partir daí puderam classificar o tipo de triângulo construído de acordo com o tamanho dos seus lados e com a medida de seus ângulos, assim como calcular o perímetro e área do triângulo, medir os ângulos internos do triângulo com um transferidor estabelecendo relações com conteúdos de Matemática que haviam aprendido na escola.

20º Encontro – Ajustando o robô – seguidor de linha.

Com a proximidade do final do ano letivo, o vigésimo Encontro foi realizado em um horário extra, em uma sexta-feira, o que levou a muitas ausências, prejudicando a conclusão de alguns protótipos. Este encontro teve como finalidade a instalação de dois sensores Tcrt5000 seguidor de linha, por cada dupla no seu robô, chegando à versão final do carrinho-robô seguidor de linha proposto para a pesquisa. A instalação

seguir o esquema e o programa para robô seguidor de linha⁵⁵ disponível no Anexo A. Após instalação dos sensores e do programa, os alunos testaram seus robôs em um circuito montado com fita isolante em um quadro branco, conforme Figura 14.

Figura 14 – Teste do robô seguidor de linha.



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Ao final do encontro, nem todos os robôs funcionaram corretamente, demandando mais tempo para ajustes, conforme já mencionado, esse tipo de problema é comum acontecer e requer tempo para investigar o que está ocasionando o não funcionamento. Mais uma vez, os alunos foram convidados a trabalharem nos seus robôs fora do horário dos encontros, sem a necessidade da presença da pesquisadora, o que não aconteceu.

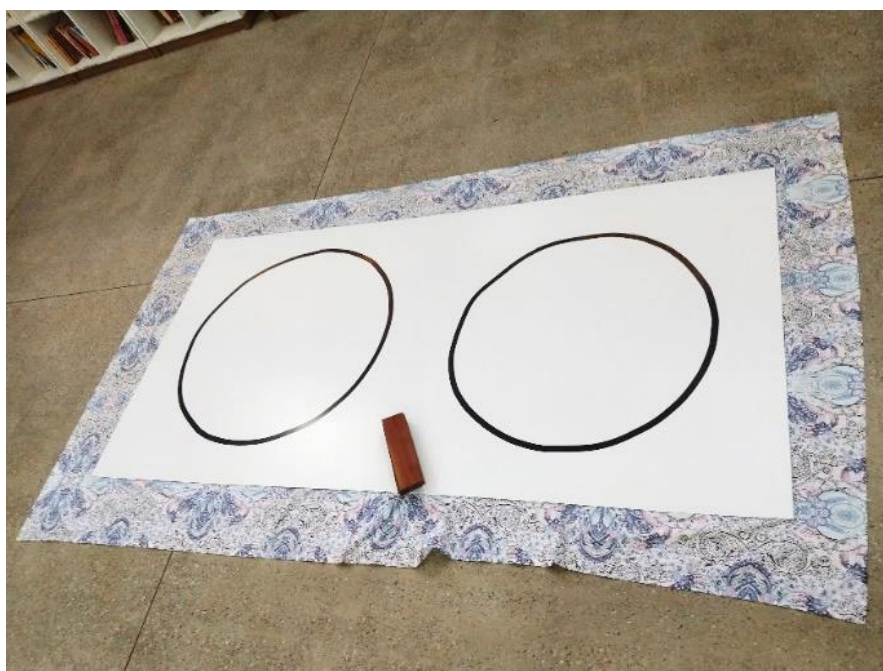
21º Encontro – Desafio de Matemática 3: Explorando relações matemáticas na trajetória circular percorrida pelo robô.

Neste encontro, com o robô já programado como seguidor de linha e a turma dividida em dois grupos, cada um com um robô, foi disponibilizado: roteiro com as

⁵⁵ Esquema e programa disponibilizado na descrição do vídeo: Aprenda como fazer um carrinho com Módulo Seguidor de Linha - Desafio Maker, do Canal Brincando com ideias. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=HijLJPkaGhc&t=751s>. Acesso em: 10 out. 2023.

situações-problemas propostas; uma placa de formica com dois circuitos circulares em tamanhos diferentes (Figura 15); transferidor; barbante; fita métrica; régua; lápis e; um bloco de madeira para fazer um bloqueio físico. A partir dos desafios propostos foi possível explorar conteúdos matemáticos relacionados a circunferência, círculo e setor circular, tais como, corda da circunferência, diâmetro, raio, comprimento de circunferência, ângulos, área do círculo e do setor circular e comprimento do arco do setor circular.

Figura 15 – Placa de fórmica com dois circuitos circulares.



Fonte: Acervo da pesquisadora.

5.6.6. Rodas de conversas e Workshop

22º Encontro – Roda de conversa com alunos IC-Jr./UNEB: Diálogos sobre Robótica Educacional: Trocando experiências.

Neste Encontro, os participantes da pesquisa tiveram a oportunidade de trocar experiências formativas sobre montagem, programação e aplicações do Robô, numa perspectiva dialógica de aprender com o outro. Para tanto, foram convidados um grupo de alunos do Ensino Médio do Colégio da Polícia Militar da Bahia – Lobato, que participavam de um Projeto de Iniciação Científica Júnior (IC-Jr), orientados pelo

centro de pesquisa ACSO/UNEB. Esses alunos já atuavam há mais tempo na Robótica, inclusive já participaram e foram premiados em competições de robô.

Por questões de agenda, o encontro aconteceu em horário extra, numa sexta-feira, provocando algumas ausências. Contudo, foi um momento muito rico, em que os participantes da pesquisa dialogaram sobre suas alegrias, frustrações (principalmente em relação ao não funcionamento de alguns robôs), experiências e expectativas em relação à Robótica. Como intencionalidade investigativa, foi possível acompanhar o processo de Aprendizagem Dialógica entre alunos de instituições e experiências diferentes.

23º Encontro – Workshop: O Arduino e a Produção do Conhecimento Científico nas Ciências Exatas

Nesse Encontro, o professor Dr. Álvaro Machado foi convidado a promover um Workshop no qual os alunos foram convidados a acompanhar o uso do Arduino como microcontrolador em experimentos para além da função de dar vida ao robô. O objetivo era que os alunos pudessem, a partir da observação de determinados fenômenos científicos (experimentos quantitativos), acompanhados em tempo real por instrumentos de medição (usando sensores, atuadores e o Arduino para captação, tratamento e apresentação dos dados), identificar: quais as variáveis investigadas? Como elas variam entre si? Que função matemática expressa essa relação (fórmula)? Qual a relação desse processo de produção do conhecimento científico com o conhecimento trabalhado na escola? E, desta forma, mostrar que muitas equações estudadas na Física, Química, Biologia, dentre outras ciências, são expressões matemáticas que resultaram de processos de investigações científicas.

Para tanto, foram explorados alguns fenômenos, a serem apresentados aos alunos através das seguintes situações-problemas: Como a corrente varia com a tensão (Lei de Ohm - verificada experimentalmente em encontros anteriores)? Como o volume de um gás varia com o aumento da temperatura? Como varia no tempo a temperatura de uma substância pura? A Figura 16 apresenta alguns experimentos realizados no Workshop.

Figura 16 – Acompanhamento quantitativo de experimentos em tempo real.



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Ao final do Encontro os alunos responderam um documento auxiliar do Diário de Bordo com provocações para refletir sobre os experimentos do Workshop e a importância de estudar Matemática.

24º Encontro – Roda de conversa: diálogo com os participantes da pesquisa.

Ao longo dos EFRE foram realizadas breves rodas de conversas visando dialogar com os participantes, que também são coautores desta pesquisa, no intuito de compartilhar conhecimento, compreender seus anseios e dificuldades e ouvir sugestões. No vigésimo quarto e último Encontro, os alunos foram convidados para uma roda de conversa ampliada, Figura 17, visando uma escuta sensível do ponto de vista do conhecimento aprendido/construído, bem como, das percepções e sentimentos vivenciados ao longo do processo. Com a permissão dos presentes, a roda de conversa foi gravada e depois transcrita para alimentar a base de dados que contribuiu para fundamentar a análise e discussão dos resultados.

Figura 17 – Roda de conversa: diálogo com os participantes da pesquisa.



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Esse Encontro ocorreu no final do ano letivo, por isso, havia uma preocupação com a frequência dos participantes. No intuito de estimular a participação e em agradecimento ao grupo, foram realizadas duas premiações, previamente combinadas no início dos EFRE, a saber, um prêmio para quem mais escreveu no diário de bordo e um prêmio para o aluno mais assíduo. Além disso, houve o sorteio de um robô seguidor de linha entre os presentes.

5.7. A Matemática que emergiu nos EFRE

O propósito deste estudo não consistia em concentrar-se em um ou dois conteúdos específicos de Matemática com a finalidade de demonstrar a viabilidade de sua aprendizagem por meio da RE. A intenção desta pesquisa é destacar a Matemática que emerge durante o processo no ambiente de aprendizagem proporcionado pela Robótica Educacional. Isso posto, destacar a RE como um ambiente fértil para trabalhar a Matemática articulada a outros saberes e ao cotidiano, conectada à vida dos sujeitos. Por conseguinte, numa concepção de formação na qual

a Matemática não é algo descontextualizado e apenas acadêmico, mas que pode ser aplicado, que prepara para a vida, produzindo sentidos para o aluno, numa perspectiva da Educação Matemática na Contemporaneidade. A seguir, destacaremos os três blocos e a Matemática emergente em cada um deles.

No primeiro bloco, se procurou criar situações que favorecessem o desenvolvimento de habilidades no manuseio de ferramentas e instrumentos, assim como o conhecimento de componentes eletrônicos e de determinadas tecnologias que seriam necessários para o aluno atuar nos próximos blocos da pesquisa; bem como, explorar relações entre práticas de eletrônica e Educação Matemática. Assim, a eletrônica seria assumida como uma parte integrante da Robótica e de articulação entre teoria e prática, criando um ambiente favorável para se investigar processos de Aprendizagem Dialógica através da educação *maker*.

As atividades realizadas nesse bloco possibilitaram a abordagem sobre os seguintes tópicos de Matemática: unidades de medida; escalas de medidas; erros; desvios; porcentagem; algarismos significativos; potência de 10; função linear; coeficiente angular; plano cartesiano e gráfico.

No segundo bloco se procurou iniciar os alunos em noções sobre programação através da introdução a algoritmos, para tanto, com a finalidade de estudar a estrutura de um algoritmo, realizou-se exercícios envolvendo conteúdos de Matemática, em seguida, explorou-se exercícios de programação do Arduino no Tinkercad para comandar alguns circuitos eletrônicos. Habilidades que seriam necessárias para programar o robô, na sequência, realizou-se a montagem do robô e alguns testes do seu funcionamento.

Também neste bloco se procurou explorar, junto aos alunos, a importância do Arduino, para além da função de “dar vida” ao robô, mas também de contribuir para que se pudesse compreender como se faz uma investigação científica quantitativa; qual a importância da Matemática nesse processo e, finalmente; como a Robótica Educacional poderia contribuir para a construção do conhecimento sobre como se faz ciência e sua repercussão para o conhecimento escolar no qual se encontram variadas fórmulas e relações matemáticas comumente vivenciadas pelos alunos.

Consideramos neste bloco as contribuições do Workshop, tendo em vista o seu alinhamento com o Arduino.

Desta forma, foi possível explorar os seguintes tópicos de Matemática: transformar sentença matemática em expressão algébrica; equação do primeiro e do segundo graus; potência; cálculo de área de figuras geométricas; cálculo de volume de figuras geométricas; perímetro; além de outros já mencionados no primeiro bloco.

Na sequência final, no terceiro bloco, já com o robô montado, iniciou-se alguns desafios matemáticos envolvendo aplicações do robô, até chegar à sua versão final, atuando como seguidor de linha. Nesse bloco, os desafios fomentaram estudar os seguintes tópicos de Matemática: cálculo de velocidade; regra de três; importância de identificar unidades de medida; classificação de triângulo quanto ao tamanho dos lados e a medida dos ângulos; soma dos ângulos internos de um triângulo; medir ângulo usando um transferidor; significado de perímetro e cálculo do perímetro de uma figura plana; cálculo da área de um triângulo; conteúdos relacionados a circunferência, círculo e setor circular, tais como, corda da circunferência, diâmetro, raio, comprimento de circunferência, ângulos, área do setor circular e comprimento do arco do setor circular.

De uma maneira geral e transversal, em todos os blocos, buscou-se: observar dificuldades enfrentadas e tentativas de superações na resolução das situações-problemas; explorar situações de aprendizagem de natureza interdisciplinar e tecnológicas; fomentar o desenvolvimento de habilidades; estimular espaços de Aprendizagem Dialógica que levassem os alunos a atuarem de forma mais participativa e interativa; assim como, salientar a Matemática que se manifesta (através de experimentos, simuladores, dentre outros), no intuito de criar sentidos sobre o porquê de estudar determinados conteúdos matemáticos, exercendo a Educação Matemática, proporcionada pelo ambiente da Robótica Educacional e da Aprendizagem Dialógica. A seguir, uma síntese da infraestrutura e dos recursos materiais utilizados nos EFRE.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta seção, vamos mostrar os resultados da pesquisa, que foram elaborados a partir da análise dos dados. Essas informações foram apresentadas levando em conta os objetivos e as perguntas que guiavam o estudo, sempre com o apoio dos conceitos teóricos que ajudaram a esclarecer e orientar essa análise. Desta forma a pesquisa pretendeu compreender como a Robótica Educacional pode contribuir para uma Aprendizagem Dialógica da Educação Matemática por alunos do Ensino Médio na Rede Pública de Ensino.

Analizamos as experiências de aprendizagem de estudantes do Ensino Médio de uma escola pública durante a realização de Encontros Formativos sobre Robótica Educacional – EFRE, estruturados em três dimensões analíticas: Introdução à Eletrônica; Programação, Arduino e Robótica; Contribuições da Robótica Educacional para a Aprendizagem Dialógica.

6.1. Contribuições dos Encontros sobre Introdução à Eletrônica

Nesta subseção, a análise e a discussão dos resultados dos encontros sobre Introdução à Eletrônica foram feitas considerando três categorias principais: A aprendizagem na relação com as tecnologias; o desenvolvimento de habilidades e a aprendizagem da Matemática.

6.1.1. A aprendizagem na relação com as tecnologias

Pode-se evidenciar, no segundo encontro da dimensão analítica denominada Introdução à eletrônica, que os alunos não tiveram dificuldades diante do primeiro desafio de usar as tecnologias, principalmente através do celular, como um recurso de aprendizagem para realizarem uma pesquisa eletrônica sobre o tema. Um

fenômeno que pode ser explicado uma vez que estes jovens, naturalmente têm incorporado no seu *habitus* (Bourdieu, 2012) o uso de instrumentos tecnológicos.

No entanto, a questão que se coloca não se reduz necessariamente a habilidade de manusear ou não o dispositivo tecnológico, mas como usar as tecnologias, ou seja, como lidar na escola com uma cultura digital que se encontra cada vez mais presente e de forma irreversível no processo de ensino e aprendizagem. Uma questão que ultrapassa o puro e simples desenvolvimento da habilidade de manuseio de aparelhos computacionais, mas nos desafia a refletir sobre outros modos de pensar e agir que favoreçam a criatividade e a transformação da realidade educacional, atualmente embebida de processos de transmissão e reprodução do conhecimento. Contribuindo para romper com formas hegemônicas de aprendizagens lineares e de assimilação instituídas, paradigmaticamente, nas diferentes maneiras de se lidar com a produção do conhecimento escolar no interior da instituição de ensino (Lima Júnior, 2005).

Em relação a atividade solicitada no final do 1º Encontro⁵⁶, para ser discutido no encontro seguinte, à exceção de um aluno que não fez, todos os outros fizeram seguindo a mesma estratégia de pesquisa, ou seja, utilizando informações encontradas no Google. Porém, utilizaram sites diferentes, bem como, vídeos do YouTube, para melhorar a compreensão. Contudo, foi possível perceber o processo de “cópia e cola” do texto da internet para o caderno utilizado para registro.

Conforme se vê, o uso do Google por meio do celular representou a fonte de busca de informações preferidos pelos adolescentes, um processo que não pode ser desprezado nem pelo professor nem pela escola. No entanto, a diversidade de sites e o grande volume de informações disponíveis exige, dos usuários desses serviços, um preparo para fazer seu uso de forma eficiente e eficaz. Um desafio para a escola, enquanto instituição a serviço, de uma inclusão digital para além de uma perspectiva de formação eminentemente instrumental do aluno como mero usuário das

⁵⁶ Atividade: Pesquisar sobre os componentes resistor, led, pilha e multímetro, respondendo a três questões: O que é? Para que serve? Como funciona?

tecnologias, mas como um “processo contínuo de internalização de fundamentos conceituais, atitudinais de habilidades necessárias à compreensão e interação permanente com o universo informacional e sua dinâmica” (Dudziak, 2003, p.28).

No momento da socialização da pesquisa sobre componentes eletrônicos, realizada pelos alunos no segundo encontro, surgiram questionamentos, tais como: “posso ler?” Seguido da leitura dos conceitos a partir do que foi copiado no caderno. O que apontou para uma aprendizagem ainda em elaboração que demandava sentidos para os alunos. O diálogo sobre as fontes de pesquisa utilizadas pelos alunos, revelou:

Pesquisadora: Por que escolheram o Google como fonte de pesquisa?

Fábio: É mais prático.

Maria: Já estou acostumada a pesquisar no celular.

Duda: Dá muito trabalho procurar em livro, né? E nem sempre encontra.

Lucio: Acho mais fácil e se não entender logo de cara, posso procurar um vídeo.

Pesquisadora: Alguém pensou em perguntar a algum familiar, professor ou outra pessoa que conhecesse o assunto?

A maioria: Não.

Julia: pensei até em perguntar a meu pai, ele sabe essas coisas, mas ele ia enrolar muito para explicar, no Google posso só pegar e copiar mais rápido.

O diálogo entre a pesquisadora e os sujeitos da pesquisa revela que os alunos escolhem o uso do celular e da ferramenta Google para pesquisar pela rapidez e praticidade, uma vez que os livros exigem mais trabalho, ao tempo que encontram liberdade na rede para diversificarem os instrumentos de pesquisa, procurando vídeos quando encontram dificuldades.

Tais achados vão ao encontro do que Monereo e Fuentes (2008) constataram de que, a maioria dos estudantes procuram informações na Internet através de buscadores genéricos tipo Google. No entanto, frisam estes autores, que os alunos atuam nesse processo de forma pouco crítica, sem levar em consideração elementos importantes como a validade e credibilidade do documento, sua atualização, o prestígio e reconhecimento dos autores, assim como a pertinência com o conteúdo buscado, dentre outros. Esses aspectos evidenciam a importância e a necessidade da mediação docente no acompanhamento e do desenvolvimento dessas habilidades

nos alunos e, na relação com as Tecnologias da Informação e Comunicação - TIC, durante processo de aprendizagem.

Se por um lado, nessa forma de pesquisar, desenvolvem autonomia para buscar informações, por outro, nesse processo, a família, os livros, a biblioteca como insumos de processos dialógicos estruturantes se tornam secundários na formação do aluno. O que coaduna o que Werthein (2000) enfatiza: as tecnologias e os padrões de uso da Internet têm implicações sociais, culturais e econômicas, frente às quais devemos estar vigilantes, principalmente nos processos educativos tomados como nosso objeto de investigação.

Os relatos dos alunos, apresentados nos resultados da pesquisa, situados numa perspectiva eminentemente de reprodução do conhecimento, tornou necessária a intervenção da professora-pesquisadora para aprofundar alguns conceitos básicos de eletrônica que seriam úteis para o ensino de robótica e que, mais tarde, seriam explorados na segunda parte dos Encontros. Desta forma, pode-se evidenciar que as dificuldades dos alunos, e suas demandas, sinalizaram para a importância da mediação do professor na relação com as tecnologias frente ao objeto de aprendizagem. Um papel que se torna fundamental para corrigir rumos no sentido de aproximação de conceitos, ainda em construção, por parte do aluno na direção de uma zona de desenvolvimento proximal (Vygotsky, 2001).

Na relação com as tecnologias visando identificar a resistência dos resistores, aplicou-se três metodologias: a) calculadora *online*⁵⁷; b) multímetro (será discutido no próximo tópico) e; c) código de cores para resistores⁵⁸ (será discutido em outro tópico). Os alunos, com relativa facilidade, conseguiram identificar a resistência dos resistores a partir da ferramenta calculadora *online*, a dificuldade se resumiu ao acesso a rede

⁵⁷ Calculadora virtual desenvolvida para encontrar os valores de resistência e tolerância de resistores a partir do seu código de cores. Disponível em: https://br.mouser.com/technical-resources/conversion-calculators/resistor-color-code-calculator?srsId=AfmBOophuEfC4NMZ49Xvl_GQ3pCZlvzxHHnMQH7JIZniQBwZwyF1sKc9. Acesso em 20 abr. 2023.

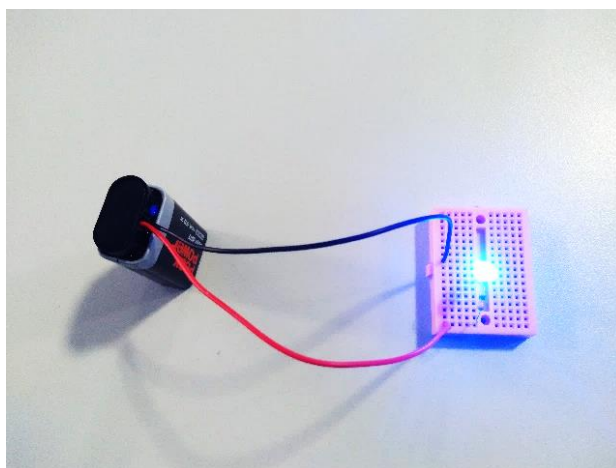
⁵⁸ Sistema utilizado para identificar o valor da resistência e da tolerância de um resistor a partir de suas faixas coloridas, cada faixa de cor representa um algarismo.

de internet, por meio do Chromebook, que estava lento neste dia, exigindo que alguns alunos utilizassem o celular de uso pessoal para realizar a atividade proposta.

Esse aspecto reforça, mais uma vez, a facilidade que os estudantes têm em lidar com as tecnologias, em especial as digitais, pois nasceram e cresceram no meio de tecnologias e de instrumentos tecnológicos, como internet, celular, computadores, videogames, dentre outros. (Bueno; Galle, 2022). No entanto, a situação aqui se difere do desafio anterior no uso do celular para pesquisa bibliográfica sobre conceitos de componentes eletrônicos, na medida em que o desafio de aprendizagem agora se voltou mais para habilidades de manipulação das tecnologias a partir de uma demanda concreta do mundo do trabalho (identificar a resistência do resistor a partir de suas cores) e manuseio de instrumentos de medição (multímetro) do que a experiência vivenciada na etapa anterior de imersão num campo mais abstrato de conceitos e significados.

Após trabalhar com alguns componentes eletrônicos, os alunos foram desafiados a montar o seu primeiro circuito eletrônico. Para tanto, usaram uma *protoboard*, alguns fios, uma bateria de 9V, um resistor e um *led* para construir um circuito simples no intuito de acender um *led*. A Figura 18 apresenta o circuito montado pelo aluno Lucas.

Figura 18 – Construção do primeiro circuito eletrônico



Fonte: Acervo da pesquisadora.

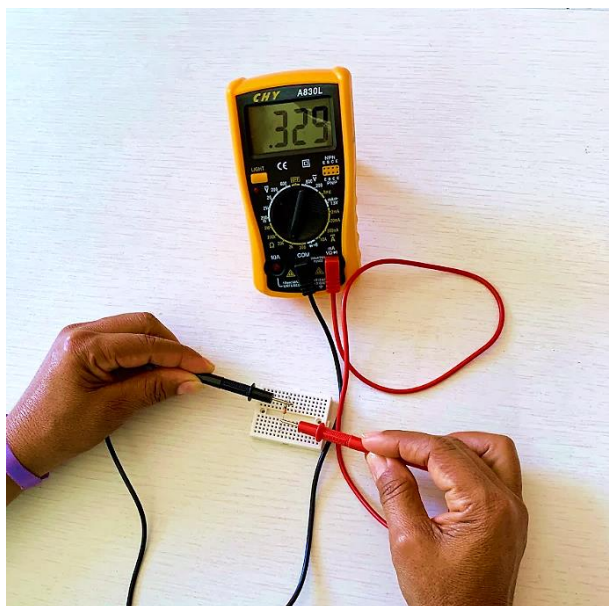
Mais uma vez, podemos perceber como os alunos se sentem realizados ao unir teoria e prática, atuando como protagonistas das suas próprias ações. Em outras palavras, o estudo dos componentes eletrônicos não ficou restrito apenas a aspectos teóricos de compreensão de cada parte dos mesmos, mas culminou com sua aplicação, na construção do circuito, o que fez sentido para o desafio. Ao final, puderam perceber a importância de estudar a resistência dos resistores, verificando na prática que a variação da resistência provoca diferença na luminosidade do *led*, bem como, compreender o seu papel na proteção do *led*, que poderia queimar se, no circuito, fosse ligado diretamente na fonte de 9 V, sem o resistor.

As evidências nessa etapa apontam para algumas constatações na pesquisa que iriam se confirmar mais à frente, em outras situações de aprendizagem, envolvendo a Robótica Educacional, em que determinados momentos as tecnologias se mostram mais eficazes nas situações de aprendizagem quando direcionadas ao desenvolvimento de habilidades que se aproximam do trabalho manual do que na aprendizagem, propriamente dita, de conceitos que se situa em um campo mais abstrato.

6.1.2. A Introdução à Eletrônica e o desenvolvimento de habilidades

Voltando ao desafio de identificar a resistência dos resistores, agora com foco no desenvolvimento de habilidades, observou-se que os participantes da pesquisa, a princípio, tiveram algumas dificuldades quanto a metodologia adotada, com o uso do multímetro. Contudo, ao longo do percurso, constatou-se que, num processo dialógico de aprendizagem com o outro, com a professora mediadora, através do aprender fazendo e com o uso dos recursos fornecidos, os alunos conseguiram atingir o objetivo (exemplo na Figura 19). Desta forma, chegaram à resolução da situação-problema, ou seja, fazer as medidas e identificar a resistência utilizando o multímetro operando como Ohmímetro.

Figura 19 – Uso do Multímetro para identificar a resistência do resistor



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Quando receberam os componentes eletrônicos e o multímetro para identificar a resistência dos resistores, os alunos se mostraram curiosos sobre o funcionamento do multímetro e realizaram vários testes, explorando seu uso. Por exemplo, alguns tentaram medir a tensão elétrica, também chamada de diferença de potencial (ddp) da bateria com o multímetro na escala do ohmímetro, quando deveriam utilizar o voltímetro. Ou seja, alguns alunos se mostraram, nesta aula, como experimentalistas, testando na perspectiva da tentativa, erro e acerto.

Essas ações, parecem se situar mais no campo das operações ao nível do pensamento concreto de acordo com a epistemologia genética, no qual, a partir das interações com o objeto (natural ou social) e através dos órgãos do sentido, o sujeito vai organizando seu pensamento na forma de esquemas e construindo o conhecimento que se acumula em estruturas cognitivas capazes de guardar as aprendizagens (Piaget, 1979).

Esse “fazer” pautado na observação de objetos e fenômenos, orientado pela ativação de esquemas viso-motores no sentido de elaboração de um pensar sobre o fazer (na direção de um pensamento mais abstrato) não pode ser interpretado como um *laissez faire*, um “deixar acontecer” sem limites no processo de aprendizagem,

sem interferências. Ao contrário, demanda do educador e da escola espaços de mediação e de articulação entre teoria e prática como forma de superação de um empiricismo esvaziado de teoria e de reflexão.

Se por um lado, esses aspectos enfatizados no encontro inicial, deste bloco de introdução à eletrônica, apontaram para o favorecimento do desenvolvimento de habilidades pelos alunos ao lidar com o desafio de realizar medidas e manusear instrumentos de medidas, por outro lado, também pode-se evidenciar que esse é um processo que demanda um papel ativo de mediação do professor na articulação teoria e prática. O que implica na ruptura de um ensino acadêmico, livresco, que hierarquiza o saber privilegiando a teoria em detrimento da prática. Significa colocar o saber na ação em um processo de reflexão na ação, sobre a ação, e para a ação como condição para articulação entre a teoria e a prática (Schön, 2000).

Nesse sentido, apesar de ser importante a liberdade de experimentar, usar a criatividade, o prazer de manusear os instrumentos, fica evidente a relevância da mediação do professor nesse processo, com o objetivo de motivar, estimular para a experiência, mas, ao mesmo tempo, conquistar e orientar para a necessidade da teoria, da reflexão sobre o que se está realizando, no qual o erro cometido pode ser cultivado como uma fonte de aprendizagem para o aluno perceber a importância da articulação teoria e prática.

Desta forma, mais uma vez, se ressalta a importância da mediação docente nos processos de aprendizagem. O desenvolvimento de habilidades não pode ser concebido distante dos pressupostos teóricos que norteiam a prática. Até mesmo nas situações em que se tenha como objetivo motivar, estimular para vivenciar o ato de experimentar, é importante a articulação entre teoria e prática, entre roteiro de prática e a prática propriamente dita. Importância da teoria como reflexão para a prática que não pode ser vista apenas ao nível de uma aprendizagem por erro e acerto que, neste caso, pode causar danos aos componentes/instrumentos ou produzir riscos para a pessoa.

Por outro lado, o manuseio do multímetro foi permeado por movimentos curiosidades, descobertas e criatividade. Os alunos buscaram ser protagonistas da

sua própria prática indo além do enquadre previsto no roteiro. O que significa que o professor deve incorporar no seu planejamento essa perspectiva ainda que atentando para as questões de segurança e cuidados com a pessoa. Daí a importância do uso de simuladores, programas ou aplicativos que possibilitem o aluno manipular, criar, investigar possibilidades, aprender com o erro e de forma lúdica. Em alguns encontros essas situações de aprendizagem foram favorecidas por laboratórios virtuais. Essa condução do encontro, de forma criativa, participativa e lúdica levou alguns alunos a relatarem:

Foi bastante divertido, eu e minha dupla conseguimos aprender e gostar do que estávamos fazendo (Lucas).

Também nesta prática, de uma forma geral, os alunos demonstraram pouco conhecimento prévio de eletricidade e de circuitos elétricos. O que aponta para a distância entre os conteúdos escolares e uma aprendizagem mais efetiva que faça sentido para os conteúdos ministrados. Mais distante ainda fica a aplicação destes conteúdos na compreensão de tecnologias comumente existentes em nosso cotidiano. Assim, a consequência de um ensino teórico, acadêmico, descontextualizado e “formulesco” termina levando a uma aprendizagem pouco significativa para o cidadão, que a visualiza apenas como objetivo de ser aprovado nas disciplinas, esvaziando o sentido e o significado de aprender para o aluno.

Diante dessas dificuldades, os alunos foram convidados a refletir juntamente, em um espaço dialógico, com a professora mediadora sobre os conceitos de componentes eletrônicos vistos, no qual se fez uma analogia do funcionamento do *diódo/led* com a válvula de retenção. Nesse momento, pode-se perceber que muitos alunos balançaram a cabeça afirmativamente demonstrando entender a relação entre os fenômenos. Nesse caso, se confirmou mais uma vez, a importância da mediação docente através do uso de analogias no processo de ensino e aprendizagem.

Outro aspecto que reafirma que os encontros associados à Eletrônica contribuíram para o desenvolvimento de habilidades, ocorreu no desafio de soldar componentes eletrônicos. Uma atividade que foi prazerosa e relativamente fácil para os participantes da pesquisa.

Gostei bastante de soldar, achei superlegal e fácil, não tive nenhuma dificuldade (Fábio).

Soldar foi muito fácil, o cheiro da solda que incomoda (Julia).

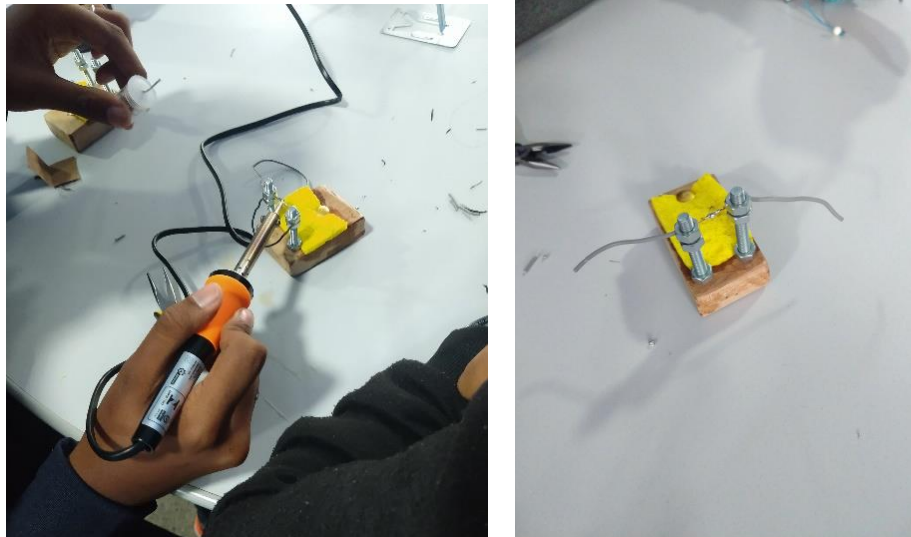
Praticamos como soldar conhecendo os equipamentos adequados para a prática, eu fiz uma pulseira e um colar. Tive um pouco de dificuldade em desencapar o fio. Eletrônica é incrível (Enzo).

A parte mais fácil foi desencapar os fios, a parte mais difícil foi deixar os fios em linha reta para soldar. Achei que soldar seria bem mais fácil, pois já vi algumas vezes (Lucio).

Neste caso, apesar do receio inicial de alguns, a maioria dos alunos não teve dificuldade em aprender a soldar. A facilidade demonstrada pela maioria dos alunos no decorrer da atividade se aproxima e reforça o pensamento de que a aprendizagem é facilitada, pelo uso da tecnologia, quanto mais a atividade se aproxima do trabalho manual e do desenvolvimento de habilidades, de forma semelhante ao que ocorreu anteriormente com o uso do Tinkercad na montagem de circuitos e da calculadora *online* para identificar a resistência dos resistores.

Além do desenvolvimento da habilidade de soldar, outras habilidades manuais também se fizeram percebidas durante o processo de solda. Após algumas orientações sobre como desencapar o fio e, como esperado, alguns demonstraram mais habilidade que outros; para desencapar os fios uns se adaptaram bem ao uso do alicate de corte, porém houve quem preferisse utilizar o estilete. No intuito de praticar a soldagem, os participantes foram desafiados a soldar um fio no outro, antes de experimentar nos componentes eletrônicos, usando como suporte um minitorno artesanal produzido especialmente para essa pesquisa, como exemplifica a Figura 20. Sempre reforçando a necessidade de concentração e cuidado para evitar cortes e queimaduras.

Figura 20 – Aprendendo a soldar



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Apesar de não terem demonstrado dificuldades para fazer a prática, ainda assim algumas soldas apresentaram imperfeições, resultado compreensível devido à falta de experiência, pois o aperfeiçoamento vem com a prática. No entanto, observa-se na Figura 21 que a criatividade presente gerou muitas “pulseiras” e “colares”, dentre outros artefatos que foram construídos com os fios soldados.

Figura 21 – Artefatos construídos pelos alunos na soldagem



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Durante os encontros sobre introdução à eletrônica, observou-se diferenças no comportamento dos alunos durante o desenvolvimento do trabalho de natureza manual/intelectual, na medida em que os problemas na prática possibilitaram superar

dicotomias. Como exemplo, podem ser citados o medo e a insegurança no ato de soldar que foram sendo superados na medida que passaram a conhecer as instruções de segurança sobre o uso do ferro de solda e o estanho. Situação que também ocorreu no manuseio do multímetro, montagens de circuitos, dentre outros, onde a compreensão sobre aspectos teóricos da estrutura e funcionamento dos dispositivos os levava a perder o medo e realizar a prática com desenvoltura e segurança. Sob esse aspecto, é importante destacar o papel da escola como aparelho ideológico de Estado (Althusser, 1974), no caso agora, em relação às tecnologias.

Apesar de distante no tempo, esse autor parece oferecer subsídios importantes para uma reflexão sobre a prática pedagógica na relação entre a escola e as tecnologias. No sentido da necessidade de resgatar no interior da escola a articulação entre teoria e prática, entre o fazer e o pensar sobre o fazer. Isso é fundamental como condição para superar a alienação imposta pela divisão social do trabalho no sistema capitalista de produção (Marx, 1980). Bem como, pode ocorrer através da fragmentação dos conteúdos no interior da escola. Principalmente quando se prioriza os conteúdos em detrimento de sua aplicação que, muitas vezes, se situa no campo das tecnologias, pois se faz exigência da vida moderna.

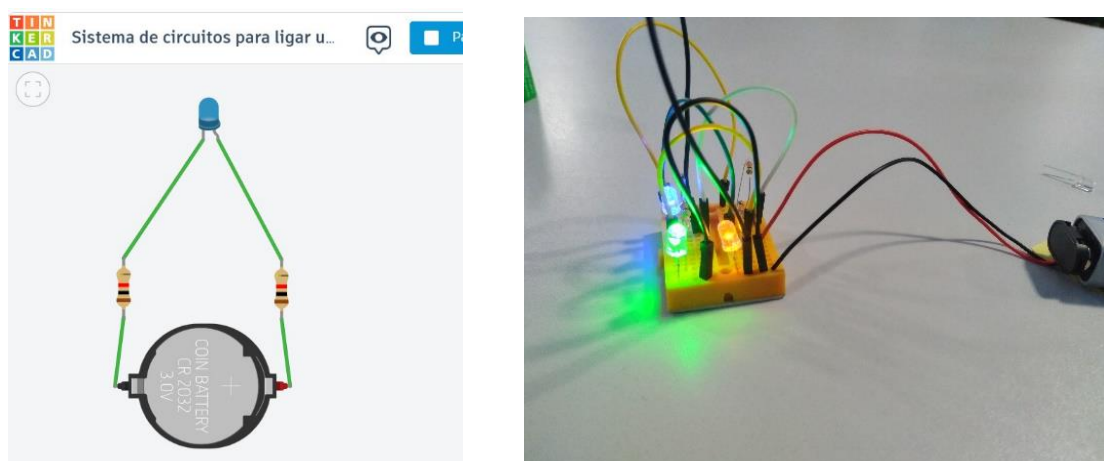
A escola pode favorecer a inclusão digital nas diferentes modalidades do trabalho imaterial (intelectual) através do desenvolvimento de habilidades pautadas na informação e no conhecimento que são as bases do trabalho intelectual. Desenvolvimento potencializado em ambientes de aprendizagem que utilizam ferramentas tecnológicas virtuais. Habilidades que, segundo Gorz (2005), diferenciam-se do trabalho manual (físico), uma vez que possibilitam desenvolver atividades abstratas como criatividade, rapidez de raciocínio, capacidade de pensar e tomar decisões de forma autônoma.

Desta forma, a escola é desafiada a atuar numa perspectiva política nas relações entre as tecnologias digitais e o processo de ensino e aprendizagem. Isso vai além de uma abordagem eminentemente instrumental de manuseio das tecnologias, na qual os alunos são apenas usuários. Em vez disso, o foco deve estar no desenvolvimento crítico, emancipatório (Freire, 1996) e articulador, promovendo

uma formação integral dos alunos. Nesse sentido, as TIC passam a ser instrumentos de empoderamento do cidadão, possibilitando que eles atuem de maneira mais reflexiva e consciente.

Outro aspecto positivo, nos encontros de eletrônica, que contribuiu para o desenvolvimento de habilidades ocorreu no desafio de construir um circuito eletrônico simples para acender um *led*, onde foram usados dois recursos didáticos como situações-problemas: o aplicativo Tinkercad para montagens virtuais de circuitos eletrônicos (exemplo à esquerda da Figura 22) e o *protoboard* para montagem de circuitos físicos (concretos) sem uso de solda (exemplo à direita da Figura 22).

Figura 22 – Circuitos construído no Tinkercad e na *Protoboard*



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Nesse caso, os alunos não tiveram dificuldade na montagem dos circuitos em nenhum dos recursos utilizados (Tinkercad ou *protoboard*). Ainda que, quando indagados, tenham mostrado preferências diferentes por eles. Na verdade, esses dois recursos possibilitaram explorar duas tecnologias diferentes, ou seja, uma montagem virtual e uma montagem concreta (*protoboard*).

Inicialmente, observou-se que o uso do Tinkercad possibilitou ao aluno desenvolver habilidades para realizar práticas no ambiente virtual, envolvendo testes de componentes, montagens experimentais e até mesmo programação. Através do Tinkercad os alunos perceberam que seria possível praticar sem ter que necessariamente utilizar recursos físicos, de uma forma divertida, usando a

imaginação e a criatividade, além de evitar danificar peças e treinar para testar componentes eletrônicos ou montar circuitos físicos concretos (reais). Ou seja, segundo os participantes:

É uma maneira de praticar sem ter acesso aos componentes, ou seja, com a possibilidade de estudar e praticar sem ter os recursos (Jorge).

[...] gostei de montar os circuitos e ligar as leds, além de que me ajudou muito para a hora de fazer na vida real (Julia).

[...] dá para fazer projetos interessantes sem contar que é uma forma que não custa tanto e dá para usar a imaginação e a criatividade (Fabio).

Quando os alunos foram provocados a comparar e escolher qual tecnologia preferiam para desenvolver a montagem do circuito eletrônico, eles se dividiram. Uns preferiram trabalhar com o *Tinkercad*, alegando como motivos:

[...] porque consigo resolver os problemas antes mesmo de passar para o robô. Agilizando mais o processo e evitando desgastes (Jorge).

[...] é fácil o manuseio (Bruno).

Eu entendi mais o Tinkercad (Lucio).

Enquanto outros preferiram o *protoboard*, apresentando como motivos:

Acredito que seja melhor com o protoboard, é uma prática já garantida em mãos, você já tendo que lidar com os erros ou acertos. Você fica mais próximo ao estudo de seu interesse (Enzo).

Ele é mais físico e você pode construir [...] pode aprender na prática e ver onde você errou (Fabio).

[...] era como se eu estivesse já montando o meu robô (Paulo).

Nesse caso, os alunos se dividiram quanto a preferência no uso das duas tecnologias, o que abre espaço para discussão sobre a aprendizagem enquanto um trabalho manual, em um dispositivo como a *protoboard*, que por si só se torna fascinante pela experiência que toca o estudante através de uma relação direta com os nossos sentidos. Para Larrosa Bondía (2002, p. 21) a experiência que fica como aprendizagem não é a experiência que se vive simplesmente, muitas vezes esvaziada de sentidos na escola, mas a experiência "que nos passa, que nos acontece, que nos toca". Experiência carregada de significados e sentidos construídos no núcleo da pessoa (Korthagen, 2009) que precisa de um tempo para ser ressignificada, demandando um tempo de aprendizagem que é próprio de cada um.

Todavia, qualquer que seja o dispositivo tecnológico, não há dúvidas que ambos propiciaram, junto aos participantes da pesquisa, o desenvolvimento de habilidades, seja de forma manual ou virtual, ao mesmo tempo que também possibilitaram a articulação entre teoria e prática, na medida em que foram experienciando limites, vantagens e desvantagens de cada um.

Não menos fascinante também se situou o uso do Tinkercad, como simulador através do qual os alunos puderam revelar o seu potencial como uma ferramenta tecnológica. É importante salientar que, praticamente, todos os alunos desconheciam o Tinkercad, seu uso e aplicações. Ao longo do processo, no entanto, puderam perceber que com o Tinkercad é possível realizar as práticas sem que se tenha que ter, presencialmente, contato com as ferramentas, componentes e instrumentos físicos.

O desafio e o êxito dos alunos, demonstrou que o Tinkercad, como simulador, com as inúmeras possibilidades de realizar ensaios, de rever procedimentos, de ter um *feedback* imediato de possíveis erros cometidos, de refletir sobre o que se estava fazendo usando a teoria como suporte para superar esses erros, dentre outros aspectos, terminou contribuindo para a aprendizagem do aluno e o desenvolvimento de determinadas habilidades.

O Tinkercad contribuiu para que o aluno enfrentasse o medo diante da prática, incorporando os erros como uma forma de aprendizagem. Enfrentando e superando os desafios de conhecer os componentes e de como usá-los no circuito de maneira segura, interagindo com as tecnologias de forma prazerosa e divertida, ensaiando e aprendendo de forma interativa com o simulador.

Possibilitou também exercitar a linguagem de programação como condição inicial para se inserir no campo da robótica. Desta forma, o Tinkercad se mostrou como uma ferramenta estratégica que possibilita implementar metodologias ativas, baseadas na participação do aluno visando a produção do conhecimento escolar.

No entanto, o fato de alguns preferirem o *protoboard*, aponta a importância que sempre terá a prática real, na fascinante experiência de descoberta científica

delineada a partir da vivência na realidade concreta. Uma efetiva concretização da articulação teoria e prática, de sair da simulação e manusear diretamente com os componentes, fios, ferramentas, instrumentos de medidas e equipamentos que contribuem para o aluno ou qualquer profissional atuar em locais onde não haja internet ou os dispositivos necessários.

Esses aspectos corroboram a afirmação de Lévy (2011) de que as tecnologias podem influenciar as formas como convivemos e como aprendemos. Onde o virtual, vivenciado pelos alunos através da experiência de manuseio do simulador Tinkercad, no qual puderam experienciar um ambiente de criação e transformação, de si e do outro, em um espaço que favorece a produção de inovações nas formas de pensar e fazer no interior da escola.

Nesta etapa, mesmo com as dificuldades enfrentadas, constatou-se que o uso das tecnologias e da prática pela via da experimentação mostrou-se como algo capaz de potencializar a aprendizagem, uma vez que motiva e torna a atividade para o aluno mais interessante, o que levou os alunos a afirmarem que os encontros contribuíram para melhorar a relação com as tecnologias:

A área da tecnologia é um estudo que admiro muito, me adapto com facilidade, fora que é o ramo que mais me dou bem (Enzo).

Eu já sabia bem utilizar as tecnologias, mas aprendi bastante coisa também (Maria).

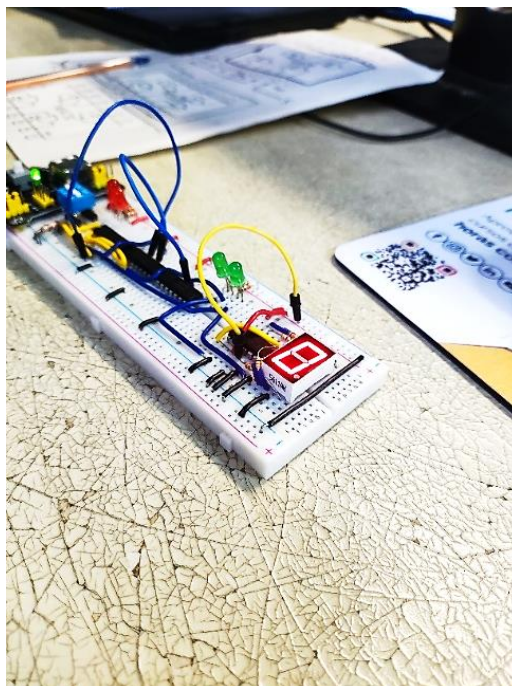
Dentre dessas habilidades evidenciadas, pode-se acrescentar a capacidade de estabelecer relações interdisciplinares, uma vez que as etapas vivenciadas em cada encontro mobilizam conhecimentos diversos, articulam o pensar ao fazer, demandando o desenvolvimento de habilidades. Habilidades de realizar trocas, buscar informações de apoio e, até mesmo, a convocação da mediação docente nesse processo. Um movimento que demanda ao aluno a busca e apropriação de conceitos e saberes diversos relacionados ao objeto-desafio proposto (Gesser, 2022). Em outras palavras, o experimento em eletrônica potencializa a interdisciplinaridade, considerando que suas premissas demandam saberes interdisciplinares.

Ações que no interior da escola podem ser conduzidas no desenvolvimento de projetos interdisciplinares no interior da escola, envolvendo diferentes atores do

processo de ensino aprendizagem. O que favorece trocas e articulações entre professores de diferentes disciplinas e, caminham no sentido de superação de um paradigma tradicional de fragmentação de saberes que se manifestam na forma do ensino por disciplinas isoladas.

Do mesmo modo, os experimentos em eletrônica e, por extensão a Robótica Educacional, possibilitam ao aluno obter um *feedback* imediato do seu trabalho enquanto o desenvolve. O que pode motivá-lo para atuar sozinho em outras tarefas relacionadas à eletrônica de seu interesse. Fato que aconteceu com um dos participantes, conforme ilustrado na Figura 23, que enviou à professora-pesquisadora no ano seguinte ao encerramento dos EFRE, a foto de um circuito eletrônico montado por ele.

Figura 23 – Circuito eletrônico montado por um participante um ano após a conclusão dos EFRE



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Esse fato demonstra que a articulação teoria e prática, na forma da experimentação, nesse caso, a partir da eletrônica, pode potencializar uma aprendizagem mais duradoura. Desta forma, criando condições para o desenvolvimento de outros projetos, de forma autônoma. Nesse sentido, o custo e o

acesso a estas tecnologias e informações têm sido cada vez mais acessíveis numa Sociedade em Rede. Do mesmo modo, motivam para aprender porque possibilitam articular imediatamente teoria e prática atendendo a um anseio de muitos alunos no interior da escola, ao indagarem situações como “por que preciso estudar isso?”, reafirmando um aspecto que favorece a busca de sentidos para o ensino e aprendizagem (Charlot, 2013).

Evidentemente que o acesso a estas tecnologias e as informações relacionadas, não são acessíveis e disponíveis em todas as escolas. Muitos espaços educacionais não têm infraestrutura, condições adequadas de acesso à internet, laboratórios, professores motivados e capacitados para efetivar trabalhos interdisciplinares. Assim, apesar dos avanços realizados pelas políticas públicas para o Ensino Médio recentes, a exemplo dos PCN (BRASIL, 1997) e da BNCC (BRASIL, 2018), que reforçam as tecnologias e a interdisciplinaridade como desafios para a escola básica, no entanto, esses avanços ficam restritos à prescrição e desejo das normas e, na maioria das vezes, não chegam ao chão da escola.

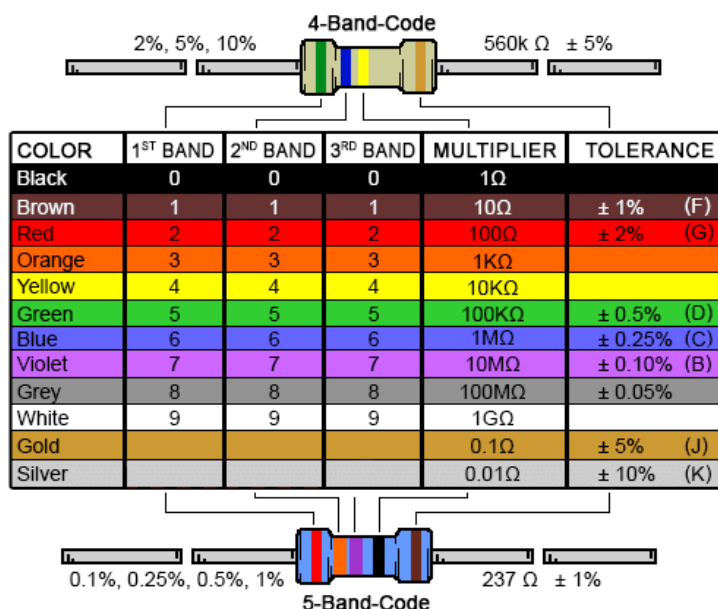
6.1.3. A Introdução à Eletrônica e as relações com a Educação Matemática

Nesta etapa, dois momentos destacam de forma mais evidente as relações entre os encontros sobre eletrônica e a aprendizagem da Matemática. O primeiro momento ocorreu frente ao desafio colocado para o aluno de identificar a resistência de resistores. O segundo, foi durante a realização do experimento para investigação da relação existente entre tensão e corrente.

Em relação ao primeiro desafio, identificação da resistência dos resistores, das três metodologias empregadas, duas se destacaram no diálogo com a Matemática, são elas: o uso do código de cores e; o uso do multímetro. Essas atividades proporcionaram discussões sobre unidades de medida, escalas de medidas, erros, desvios, porcentagem, Algarismos significativos, dentre outros e que permearam essa atividade.

Na oportunidade, abordou-se conceitos matemáticos, tais como, algoritmos significativos, porcentagem e multiplicadores (no caso, potência de 10), necessários à identificação da resistência do resistor a partir de suas faixas de cores e da tabela de código de cores apresentada na Figura 24, bem como, sobre a importância de compreender esses conceitos para entender o fator multiplicador e a tolerância desses resistores.

Figura 24 – Código de cores para resistores



Fonte: Digikey. Disponível em: <https://www.digikey.com.br/pt/resources/conversion-calculators/conversion-calculator-resistor-color-code#modal>. Acesso em: 03 mar. 2023.

O multímetro possibilitou abordar unidades de medida e o uso das diversas escalas disponíveis. Os alunos mostraram-se bastante curiosos sobre o funcionamento do multímetro e fizeram vários testes, explorando seu uso. Os participantes utilizaram o multímetro de forma livre, experimentaram medir a corrente elétrica e a ddp do próprio corpo, dos corpos dos colegas, isolados do piso e não isolados, verificando a passagem ou não de corrente. Um aluno abriu sua própria calculadora, retirou a bateria e fez medições. As relações entre as tecnologias disponíveis nos experimentos e a Matemática começaram a se fazer presentes nas percepções dos alunos:

Mexer com o multímetro foi interessante e eu gostei, mas a parte de Matemática azedou (Bruno).

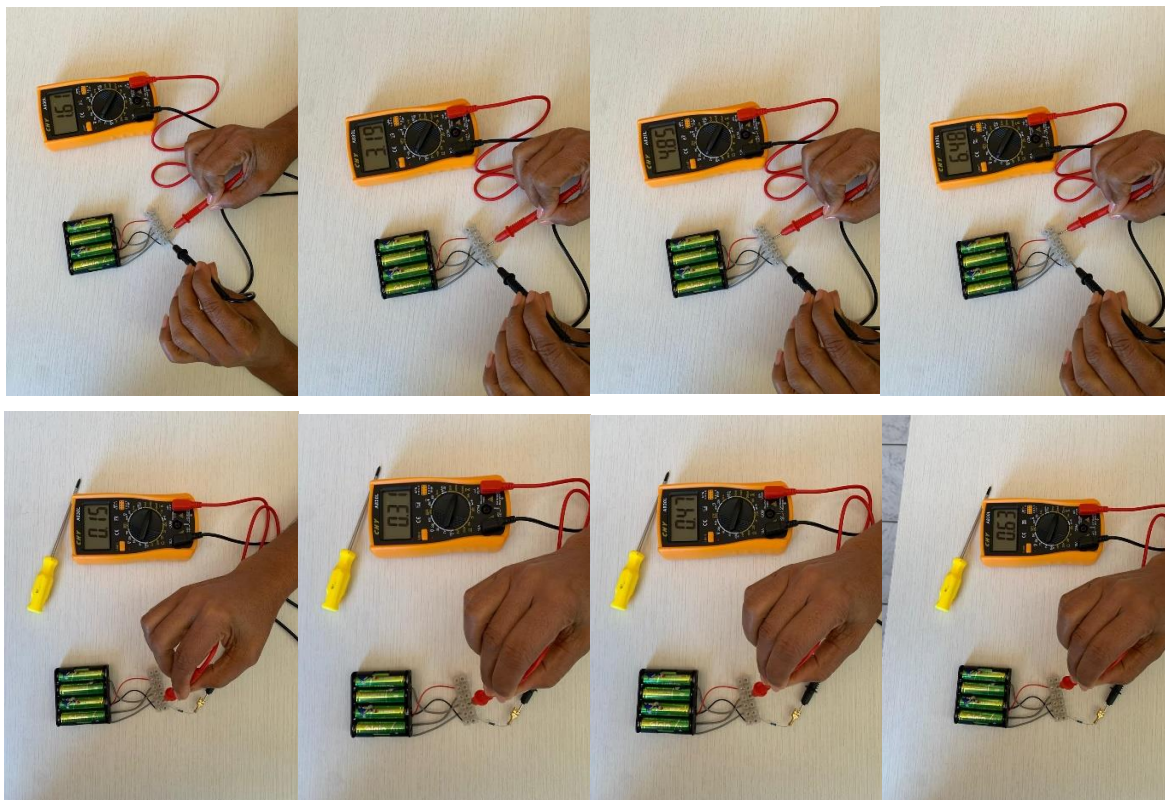
Gostei de utilizar o multímetro, achei interessante como ele é fácil de usar e medir a nossa resistência e corrente. Não entendi muito como usar o resistor, mas espero que consiga em breve. Sobre Matemática teve umas contas e a explicação que não prestei atenção direito porque estava desmontando minha calculadora (Fábio).

Os depoimentos sinalizam que, na medida em que foram praticando a educação *maker*, na relação com o mundo da eletrônica, os alunos interagem com as tecnologias e, conseqüentemente, com a Matemática associada. Assim, determinar o valor da resistência de um resistor e compreender o seu significado, bem como, entender que os números podem representar propriedades de determinados materiais, são demandas destas relações de aprendizagem.

Passaram a compreender que existem diferentes formas de avaliar estas propriedades através de códigos identificadores presentes nos componentes, mas também da possibilidade de sua determinação usando instrumentos de medidas como o multímetro. Instrumentos que têm incorporados, nas suas medidas, erros que dependem da sua própria precisão e da escolha da escala utilizada. Assim, o mundo da Matemática começou a ser experienciado no decorrer da pesquisa trazendo, ao mesmo tempo, a sensação e a expectativa de dificuldades a serem enfrentadas, assim como a percepção de que ela está presente no nosso cotidiano.

No segundo desafio, investigação da relação entre tensão e corrente, basicamente consistiu em montar um circuito com uma fonte variável de tensão (construída de forma artesanal para a pesquisa, conforme Figura 25) e um resistor. A fonte variável de tensão, construída com um *case* e quatro pilhas alcalinas AA ligadas em série, permitia alimentar o circuito com 4 (quatro) voltagens diferentes. Os alunos organizados em duplas, deveriam com o multímetro, a cada variação de tensão, medir a voltagem (em volts) na fonte e a corrente elétrica (em Amperes) no circuito, com esses dados construir uma tabela e esboçar um gráfico.

Figura 25 – Fonte variável de tensão artesanal



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Pode-se perceber dificuldades nas interações com a Matemática quando os alunos realizaram medidas com os instrumentos e, quando foram convocados a construir um gráfico a partir da tabela com os dados obtidos nas medições. Algarismos significativos, escalas, incerteza nas medidas, construção e interpretação de tabelas, plano cartesiano, construção e análise de gráficos permearam a discussão. Os alunos perceberam essa relação entre as práticas de eletrônica, envolvendo mensurações e a Matemática, conforme depoimento a seguir:

Diferente da última aula, a matemática foi bem mais presente, principalmente no uso do multímetro onde usamos diferentes escalas, números e questões matemáticas (Lucas).

Inicialmente, quando indagados se precisaram de ajuda para realização da prática na parte relativa à obtenção dos dados através das medições, responderam:

Sim, precisei de ajuda (Danilo).

A parte de descobrir as voltagens, tive que pedir ajuda (Caio).

O multímetro usado como instrumento para medidas de tensão, em Volts, e corrente, em Amperes, se destacou dentre as dificuldades enfrentadas na obtenção dos dados, mas isso já era esperado, considerando a falta de experiência com esse tipo de instrumento, que conheceram na prática anterior:

O uso do multímetro. Superei com o auxílio dos dois professores (Enzo).

Inicialmente tive dificuldade em mexer com o multímetro, especificamente em detectar onde se observava as diferentes medidas, como Volts e Amperes. Superei essa dificuldade tirando dúvidas com o professor e praticando (Lucas).

Dificuldade em medir a tensão, porém descobrimos que o problema estava no multímetro, então foi só trocar (Rosa).

A ausência de laboratórios na escola, com atividades práticas e com uso de instrumentos reais para realizações de medidas, bem como a aproximação dos alunos com o manuseio de tecnologias, de forma concreta e não apenas virtual através de processos alinhados com a Educação Maker (Lobato, 2018), podem ser alguns dos fatores que colaboram com dificuldades dos alunos no que se refere a compreensão conceitos matemáticos. Além do mais, o laboratório, quando existente na Escola, é um espaço utilizado para aulas práticas de Química, Física e Biologia, dificilmente, de Matemática.

Além disso, a formação prática inicial dos professores na universidade nem sempre se encontra articulada aos desafios da escola básica. As práticas quando ocorrem são assumidas de forma propedêutica para retroalimentar o processo interno de articulação entre a teoria e a prática das disciplinas acadêmicas. Nem sempre são pensadas do ponto de vista de uma transposição didática e da sua exequibilidade e articulação com os conteúdos ministrados na escola básica. Tudo isso contribui para que o laboratório e o ensino experimental sejam cada vez menos utilizados. Alguns desses aspectos foram revelados pelos próprios participantes da pesquisa no decorrer dos encontros:

[O laboratório] está interditado, tipo o nosso teatro também está interditado, está esperando verba para reformar [...] (Júlia).

No ano passado, o laboratório estava aberto, mas estava com muita poeira e os equipamentos estavam estragados (Bruno).

Vencidos os obstáculos com as medições e finalizada a construção da tabela com os dados obtidos, iniciou-se a etapa de construção do gráfico. Boa parte dos

alunos demonstraram apreensão com a atividade e manifestaram comentários do tipo: “odeio construir gráfico”; “não entendo nada”; “não sei desenhar, então meu gráfico não fica bonitinho”; “tenho pavor de gráfico”. Alguns poucos alunos, manifestaram não ter dificuldades para traçar gráficos. Apesar disso, a turma foi unânime em afirmar que o assunto não era desconhecido e que já construíram gráficos nas aulas de Matemática, porém, ainda assim, muitos afirmaram não saber fazer.

A princípio, propôs-se que os alunos tentassem construir o gráfico sem a mediação da professora pesquisadora, mas chegou o final do encontro e a maioria ainda não havia concluído a tarefa. O encontro seguinte iniciou com um bate-papo sobre as dificuldades enfrentadas, os participantes expressaram suas dúvidas e fizeram perguntas, por exemplo: “como traçar os eixos coordenados?”; “como marcar os pontos?”; “que pontos eu vou ligar?”; “como eu sei onde vou colocar o ponto?”, entre outras. Na oportunidade, dialogamos sobre essas questões explorando os conceitos matemáticos envolvidos e exemplos práticos, principalmente, a partir do aproveitando o espaço físico que estava sendo utilizado e a localização de cada um nesse espaço.

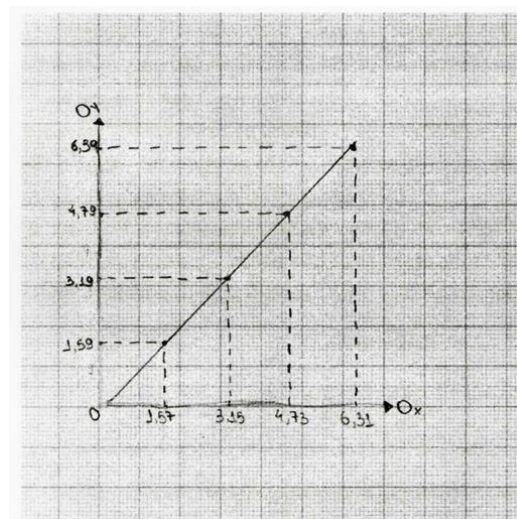
Em seguida, voltaram para a conclusão da tarefa, mas apenas algumas duplas construíram o gráfico com êxito, a exemplo da Figura 26, porém, não identificaram nos eixos coordenados a grandeza trabalhada e a unidade de medida, informações importantes para melhor compreensão dos dados a partir da leitura do gráfico.

Figura 26 – Ex. 1: Tabela e gráfico Tensão (V) x Corrente (mA)

Folha de registros

Tabela:

Tensão (V)	Corrente (mA)
1,59	1,54
3,19	3,15
4,79	4,73
6,39	6,31



Fonte: Acervo da pesquisadora.

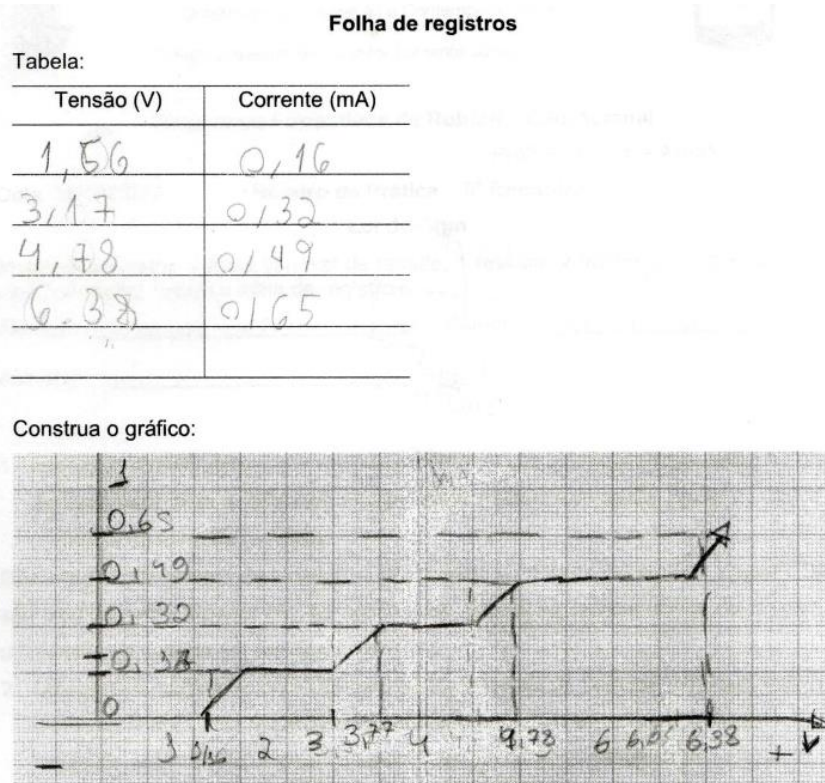
Após as discussões algumas dúvidas persistiram e, alguns alunos demonstraram dificuldades para traçar e identificar os eixos coordenados, marcar os pontos e, principalmente, para ajustar a escala que seria utilizada no papel milimetrado, fornecido para a construção do gráfico (conforme Figura 27). Como os resistores disponibilizados para o desafio não eram os mesmo em todos os grupos, sendo assim, os resultados encontrados também não eram iguais. Algumas medidas ficaram com valores muito baixos, para facilitar a marcação destes pontos no papel milimetrado, sugeriu-se multiplicar a escala por 10. Quando perguntados sobre qual foi a maior dificuldade vivenciada nesta parte da atividade, os participantes relataram:

A preparação do gráfico. A professora deu uma dica para facilitar a montagem [no sentido de] aumentar a escala em 10X para facilitar a montagem (Jorge).

A montagem do gráfico. Alterei a escala (Julia).

Tivemos problemas ao montar o gráfico, então multiplicamos os valores por 10 (Raquel).

Figura 27 – Ex. 2: Tabela e gráfico Tensão (V) x Corrente (mA)



Fonte: Dados da pesquisa

Como é possível observar na Figura 27, mesmo após a discussão que buscou sanar as dúvidas apresentadas, na atividade uma das duplas trocou a orientação dos eixos coordenados (colocando corrente no eixo Oy e Tensão no eixo Ox, oposto ao que foi orientado); ignorou a escala do papel milimetrado ao marcar os valores nos eixos, ligou os pontos de forma aleatória, criando um traçado para gráfico não condizente com os pontos marcados. Esse exemplo confirma que os problemas que envolvem a aprendizagem da Matemática não são de simples solução e revela a importância diversificar as metodologias de ensino, com o intuito de aproximar a Matemática do cotidiano, pois segundo D'Ambrosio (2020), uma Matemática integrada aos saberes e fazeres do futuro depende da oferta aos alunos de experiências enriquecedoras e cabe ao professor idealizar, organizar e mediar esse processo.

Nesse sentido, quando indagados se já haviam construído algum gráfico a partir de dados de um experimento real, praticamente todos os alunos responderam que nunca tiveram um desafio como este:

Não. Foi a primeira vez. Achei uma nova experiência (Laura).

Já construí gráficos, mas não com base em meus experimentos e gostei bastante, pois ver que todo o processo funciona e está tudo certo é gratificante (Lucas).

Eu gostei da experiência. Foi algo novo, já que eu nunca tinha experimentado antes (Maria).

Conforme expressado pelos próprios alunos, eles tiveram a experiência de construir gráficos, no entanto, pode-se depreender que ela não advém de uma articulação com um experimento real, de forma que o aluno perceba a importância e a aplicação da Matemática como coadjuvante do processo de investigação científica. Um processo que, muitas vezes, ocorreu na História de forma empírica, a partir da experimentação realizada de forma investigativa quantitativa.

Alguns alunos perceberam as relações entre as atividades desenvolvidas, nos encontros, sobre eletrônica na construção dos gráficos com a Matemática:

Me lembrou os gráficos de função (Carla).

No meu ver, a Matemática está em tudo, então foi como ter aula de Matemática, mas me divertindo [...] na última aula, aprendemos mais sobre formação de gráficos (Júlia).

A ausência ou a não utilização de laboratórios, a distância do ensino de conteúdos de Matemática sobre situações experimentais quantitativas e interdisciplinares, assim como ausência de contextos de investigação e de produção científica, nos quais ocorreram análises quantitativas que envolvem mensurações e análises de dados, parece ser um motivo para a perda de sentido acerca dos conteúdos matemáticos. Muitas vezes, o ensino de Matemática na escola básica ocorre de forma isolada, sem estabelecer relações com outras disciplinas como Física, Química, Biologia ou outras que utilizem a matemática como base para obter e tratar dados oriundos de experimentos.

Tais elementos apontam para a necessidade de um diálogo interdisciplinar dentro da escola. Diálogo que não pode ficar apenas restrito ao desejo manifesto na legislação, a exemplo dos PCN ou BNCC. Muito menos como exigência pelos professores, mas ser instituído a partir de incentivos institucionais para o trabalho dialógico, que supere o ensino disciplinar ou projetos isolados que não se inserem como uma prática curricular.

O processo dialógico que facilitou a aprendizagem, envolveu interações dos alunos entre si, com a professora-pesquisadora e com as TIC. Essa sinergia, parece ter sido essencial no enfrentamento e superação dos desafios, viabilizando atingir os objetivos desses Encontros, nos quais, as relações entre as práticas de eletrônica e a Matemática emergiram. O que pode ser constatado através do depoimento da participante Maria:

Tive um pouco de dificuldade, mas fui superando as dificuldades com a ajuda dos meus colegas e dos professores (Maria).

De uma maneira geral, quando indagados sobre os Encontros relacionados à eletrônica todos responderam afirmativamente que estavam “gostando muito” (Jorge), apresentando como motivos, dentre outros, o fato de os Encontros trazerem “um novo ensinamento” (Caio), “várias experiências novas” (Laura), por “estar aprendendo coisas novas” (Fabio), “Porque estou aprendendo coisas novas e me saindo bem” (Carla).

Também se destacam os depoimentos de que “Eu acho divertido, aprendo várias coisas interessantes” (Rosa), ou ainda, “as práticas realmente são interessantes e divertidas de serem feitas, onde [se] aprende muito mais que a teoria” (Lucas); “estou aprendendo bastante” (Duda) e por ser “bastante interessante para aprender Matemática” (Aline).

Finalmente, pelo que foi expresso no questionário final dos EFRE, depreende-se que os alunos perceberam a relevância desta etapa e das reflexões teóricas sobre introdução à eletrônica como um passo importante para a construção do robô:

Facilitou muito no processo de montagem do robô (Jorge).

Para eu conseguir saber exatamente onde colocar e como fazer ele [o robô] funcionar (Duda).

[...] porque pelo menos já sabíamos o básico para a montagem [do robô] (Maria).

Houve produção de sentido aos alunos a sequência didática utilizada nos encontros, no bloco de Introdução à Eletrônica até a Robótica Educacional propriamente dita, uma que vez que quando indagados a esse respeito, revelaram:

Porque antes de se iniciar um projeto é importante que você estude os fenômenos e materiais por trás do estudo (Enzo).

É necessário sim, porque com isso você já tem uma ideia do que aquele componente ou circuito faz e isso auxilia bastante (Fabio).

Pois temos que fazer direito e seria cortar caminho se pulássemos (Bruno).

Os depoimentos dos participantes revelam que tanto os conteúdos dos encontros relacionados à introdução a eletrônica, como a sequência didática proposta, fizeram sentidos para os alunos, na medida em que reconheceram a importância desta etapa da pesquisa para os próximos desafios relacionados à programação e construção do robô. Desta forma, esta pesquisa se diferenciou da maioria das investigações realizadas sobre essa temática, as quais iniciavam pela montagem do robô, explorando apenas os conhecimentos prévios de programação e Arduino.

Sentidos produzidos no percurso vivido e experienciado, e que são construídos na medida em que se tecem relações próximas e imediatas da realidade de cada sujeito, articulados aos diferentes contextos em que ele vive e convive. Aspectos que parecem reafirmar o que Gutiérrez (2001, p. 12) assinala de que o sentido na educação “se faz e se refaz no fazer cotidiano, e é claro que o sentido, dentro da prática educativa, tem que ser pedagógico, porque requer um método e é consequência de estratégias e procedimentos pedagógicos”.

Por outro lado, as práticas de ensino no interior da escola nem sempre procuram se aproximar dessa busca de sentidos para os conteúdos ministrados. Na maioria das vezes, se situam numa perspectiva transmissiva, descontextualizada e centrada na acumulação de conteúdos. Isso ocorre em detrimento de um ensino preocupado com uma aprendizagem que busque sentidos e significados para o aluno. Esse tipo de ensino restringe a aprendizagem a uma ação de memorização de conteúdos destituídos de sentidos. Desta forma, resultando em “cabeças cheias” de conteúdos, porém esvaziadas de sentidos, conforme criticado por Morin (2000a), pouco favorecendo a uma aprendizagem mais duradoura.

A seguir, a análise e discussão acerca dos desafios envolvendo noções de Linguagem de Programação, manuseio do Arduino e construção do robô em situações de interesse da pesquisa.

6.2. Contribuições dos Encontros sobre Programação, Arduino e montagem do robô

A análise e discussão dos achados nos encontros sobre Programação, Arduino e Montagem do Robô e suas relações com a Educação Matemática, foram conduzidas com base em três categorias: aprendizagem na etapa de introdução a algoritmos; programando o Arduino no Tinkercad e; montando e programando o robô.

6.2.1. A Introdução à algoritmos como etapa para programação do Arduino

A abordagem sobre noções de programação na pesquisa foi iniciada a partir de atividades relacionadas a algoritmos, uma vez para programar é importante compreender a estrutura de um algoritmo. A opção de iniciar essa abordagem através de um vídeo⁵⁹ contribuiu para que os participantes da pesquisa fossem motivados e se sentissem capazes, de mais adiante, programar um robô, conforme revelaram:

Como foi dito no vídeo, não precisamos ser um gênio para aprendermos a programar, isso me fez acreditar que posso ser um bom programador (Jorge).

É impressionante as possibilidades que a programação pode nos proporcionar, tanto como trabalho, quanto experiência e aprendizado (Lucio).

Para ser programador precisa de persistência e determinação, não precisa ser um gênio, apenas se interessar (Duda)

Teve gente que começou a programar muito novo ainda, para mim isso só aprendia na faculdade (Rosa).

Esses depoimentos sinalizam para a importância de se estimular a autoestima dos alunos, no sentido de fazê-los acreditar que são capazes de aprender, uma vez que muitos deles se mostraram receosos e incertos quanto à sua capacidade para aprender determinados conteúdos e desenvolver determinadas habilidades. Esses aspectos reafirmam a necessidade de se desenvolver estratégias de ensino que visem colocar o estudante na Zona de Desenvolvimento Proximal, ou seja, provocá-lo para

⁵⁹ Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=iKKOV4yGI_M&ab_channel=JorgeCampos
Acesso em: 24 jul. 2024.

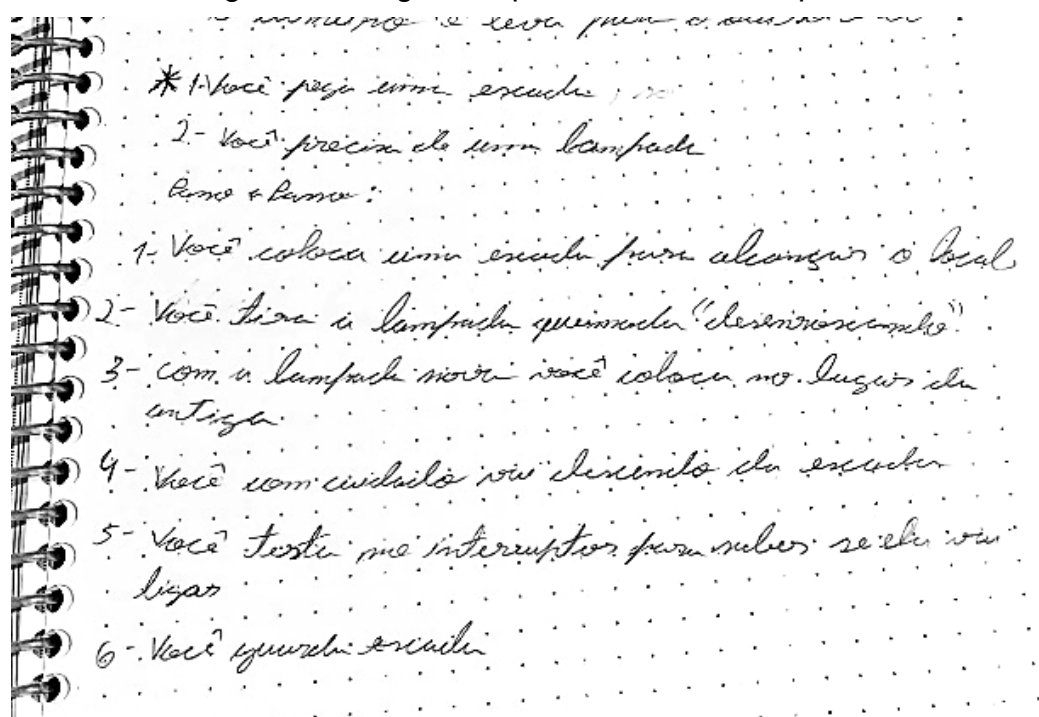
uma condição prévia de querer aprender para que possa, futuramente, atuar num nível de desenvolvimento real (Vygotsky, 2001).

Após essa etapa, os alunos foram desafiados a aprender a estrutura de um programa e alguns comandos. Ressaltando que não era objetivo dos EFRE ensinar programação, mas trabalhar noções de programação, mais especificamente na linguagem C++, de tal forma que, a partir de um programa base, disponível gratuitamente na internet, seja no site do Arduino ou em canais do YouTube que compartilham ideias à cultura maker, os alunos se sentissem capazes de fazer modificações no mesmo, personalizando esses programas para resolver os problemas propostos.

Os desafios propostos para a construção de algoritmos envolviam situações cotidianas, tais como elaborar o passo a passo para: fritar um ovo; fazer um bolo; trocar uma lâmpada; ir de sua casa até a escola; alugar um livro em uma biblioteca e; escovar os dentes. Organizados em duplas, dentro das opções apresentadas, escolheram um dos desafios e construíram o algoritmo. Na sequência, elaboraram um segundo algoritmo com um tema de livre escolha, de acordo com seu interesse pessoal.

Apesar das expectativas de que teriam dificuldades nesta etapa, por se tratar de um conteúdo novo, apesar de algumas falhas percebidas, no geral os alunos compreenderam a estrutura de um algoritmo como uma sequência finita e ordenada, atuando como um caminho que leva a uma solução, conforme se pode observar na Figura 28.

Figura 28 – Algoritmo para trocar uma lâmpada



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Na sequência, os alunos foram desafiados a trabalhar com algoritmo computacional, sua estrutura básica, tipos de dados, variáveis, operador de atribuição, operadores aritméticos, palavras-chave e alguns outros elementos. A atividade proposta consistia em construir algoritmos que envolviam questões matemáticas, trabalhando conteúdos de Matemática, tais como, número inteiro; número real; expressão algébrica, resolução de equações do primeiro; potência; cálculo de área de figuras geométricas planas; cálculo de volume de figuras geométricas; classificação de triângulo; perímetro de algumas figuras planas.

Foi possível perceber que, apesar de terem compreendido bem a estrutura do algoritmo, alguns alunos apresentaram dificuldade para determinar uma expressão algébrica capaz de solucionar o problema proposto, como é possível verificar na Figura 29, na qual temos na primeira coluna o algoritmo feito pelo participante no diário de bordo *online*, e na segunda coluna os comentários da pesquisadora:

Figura 29 – Algoritmo construído pelo participante

⇒ Algoritmo	
Algoritmo ValorDaConta	Nomeou o Algoritmo
Var	
Inteiro Valor A, Valor B,soma;	Definiu as variáveis
Inicio	Marcou o início
Ler Valor A;	
Ler Valor B;	Colocou as instruções necessárias
Calcular soma = Valor A + Valor B/2	
Imprimir Calculo	
Fim	Finalizou

Fonte: Acervo da pesquisadora.

A atividade solicitava o desenvolvimento de um algoritmo que calculasse o valor a ser pago por pessoa, referente a uma conta de restaurante, sendo informado o valor total da conta (que o aluno identificou como Valor A) e o número de pessoas (Valor B) que irão pagar. No exemplo apresentado na Figura 29, o algoritmo feito pelo participante tem a estrutura correta, porém, não calcula o que foi pedido, além de outros erros relativos à Matemática, tais como: definir as variáveis valor da conta (Valor A) e valor a pagar por pessoa (soma) como número inteiro, quando deveriam ser definidos como real. Desta forma, apesar de mostrarem desenvoltura na aprendizagem da estrutura de um algoritmo, verificou-se dificuldades relacionadas às expressões matemáticas.

Alguns alunos demonstraram ter domínio da estrutura do algoritmo, também tiveram êxito na parte relacionada a Matemática, como no exemplo da Figura 30. Essa atividade deixou-os motivados não somente para a construção do algoritmo, como também para construir a expressão algébrica e solucionar o desafio proposto. Debateram com os colegas, pesquisaram fórmulas e equações no intuito de chegar à expressão desejada. Essa empolgação pela atividade pode ser representada no seguinte depoimento:

E era aqui que eu queria estar desde o começo do curso que é a programação, um assunto que eu não sabia que gostava tanto e esse conteúdo me fez ficar quase apaixonado pelo assunto, adorei muito, muito mesmo. [...] E novamente ela (Matemática) está de volta, nessa parte do curso ela vem sendo bem

presente e surpreendentemente estou gostando disso. Aqui ela serviu para criar os algoritmos, ajudando a fazer o que nós queremos, desde a soma até calcular uma média [...] (Lucas).

Figura 30 – Algoritmo para calcular a área de um triângulo

8. Faça um algoritmo que leia 2 valores reais (a base e a altura de um triângulo), calcule e escreva a área desse triângulo.

Algoritmo CalculaAreaTriângulo
Var
Real base, altura, area;
Inicio
Ler base;
Ler altura;
calcular area = (base * altura) / 2;
Imprimir area;
Fim

Fonte: Acervo da pesquisadora.

Para D'Ambrosio (2012, p. 30) “o grande desafio é desenvolver um programa dinâmico, apresentando a ciência de hoje relacionada a problemas de hoje e ao interesse dos alunos”. Nesse sentido, essa atividade aproveitou o entusiasmo dos alunos para explorar situações de aprendizagem de conteúdos matemáticos. Levando-os a refletir sobre as expressões algébricas construídas, debatendo com os colegas o resultado esperado, levando muitas vezes a correção de erros e pesquisas na internet. A exemplo do algoritmo apresentado na Figura 30, que após encenar com alguns colegas como seria em uma situação real, corrigiu a expressão algébrica utilizada no seu algoritmo.

A princípio, quando a pesquisa de campo ainda estava em planejamento, havia uma pretensão de transformar junto com os alunos, esses algoritmos em programas na linguagem C++ e utilizar algum *software*, como por exemplo o DEV C++⁶⁰, para

⁶⁰ Ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) gratuito e de código aberto para as linguagens de programação C e C++.

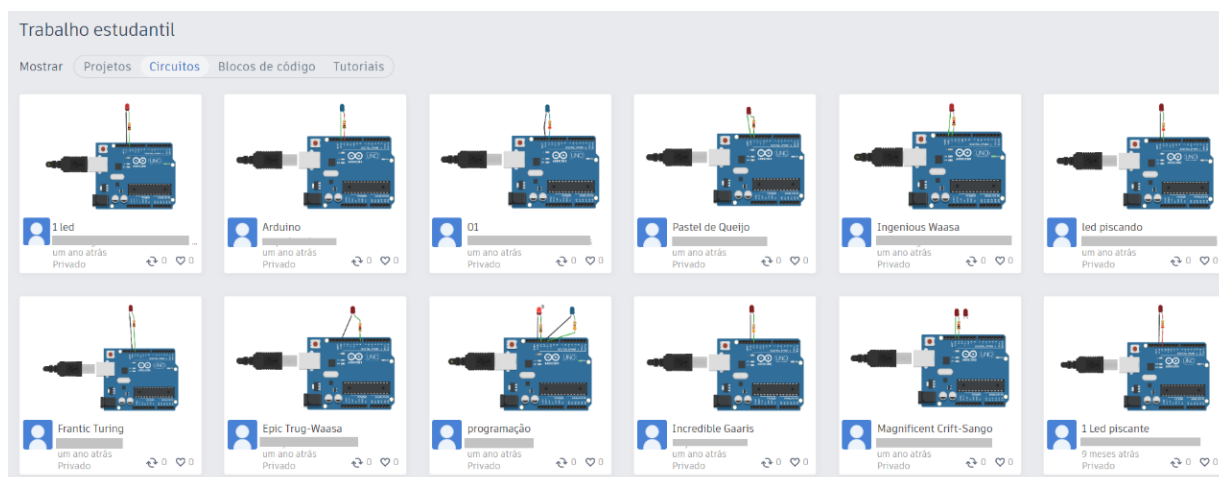
que os alunos pudessem realmente testar esses programas, compilar e fazer simulações. Porém, diante da impossibilidade de baixar o programa no Chromebook, essa etapa foi removida do planejamento.

6.2.2. Programando o Arduino no Tinkercad

Na sequência, os alunos foram desafiados a iniciar os primeiros passos para programar o Arduino Uno, usando o site do Tinkercad e construindo os seguintes circuitos: *led* piscante, dois *leds* piscantes e um semáforo. Para tanto, foram estimulados a usar vídeos didáticos e o Chromebook existente na escola, trabalhando colaborativamente, compartilhando ideias, dúvidas e trocando experiências.

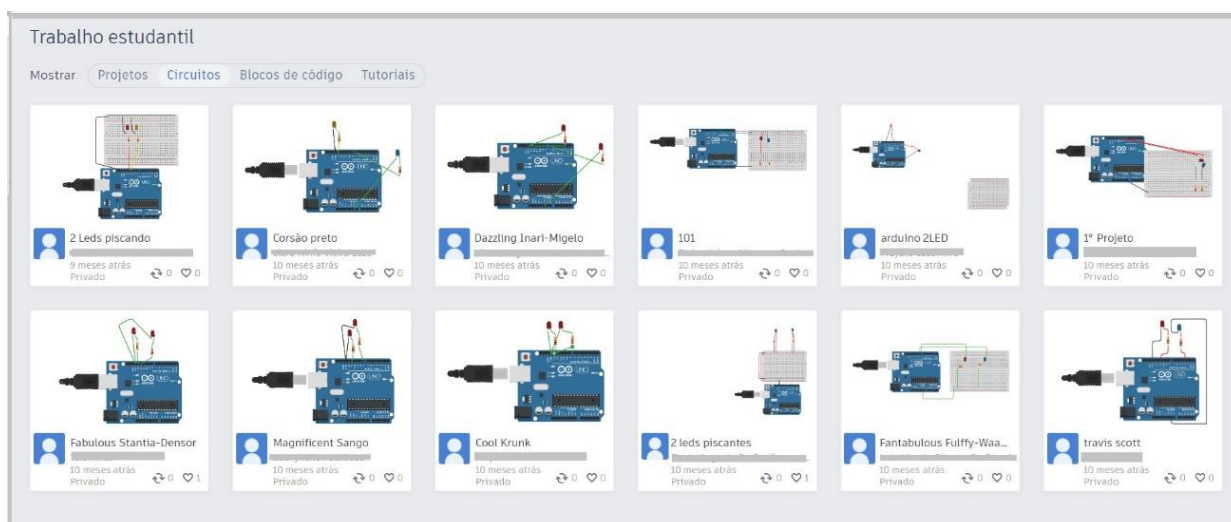
Os alunos não tiveram muitas dificuldades em desenvolver esta atividade, cada um no seu ritmo, ora auxiliando, ora sendo auxiliado pelos colegas e recorrendo aos vídeos sugeridos no roteiro do dia para tirar dúvidas. Foi possível observar (Figura 31, Figura 32 e Figura 33), que os circuitos se diferenciaram no *layout* e, fazendo a simulação percebeu-se que eles também se diferenciam no funcionamento, seja pela cor do *led*, pelo tempo que o *led* permanece aceso ou, no caso dos circuitos com mais de um *led*, pela forma que alterna entre aceso e apagado, com ou sem tempo de *delay*.

Figura 31 – Programação do Arduino no site Tinkercad (1 *led* piscando)



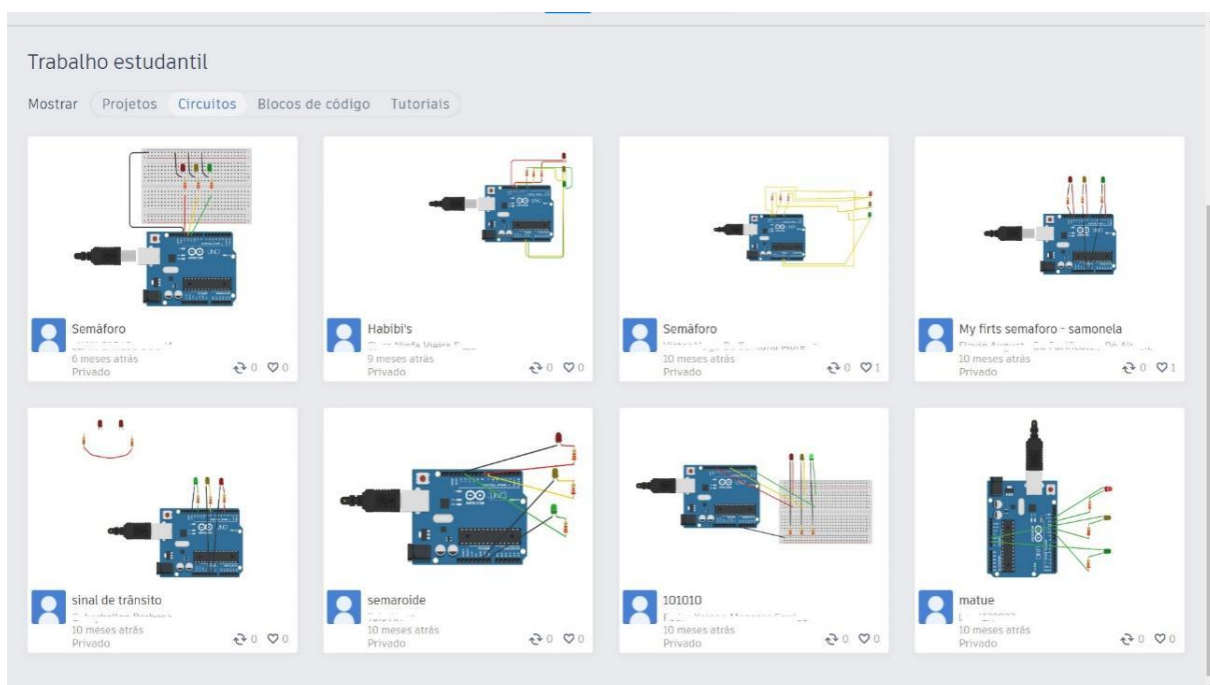
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Figura 32 – Programação do Arduino no site Tinkercad (2 leds piscando)



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Figura 33 – Programação do Arduino no site Tinkercad (semáforo)

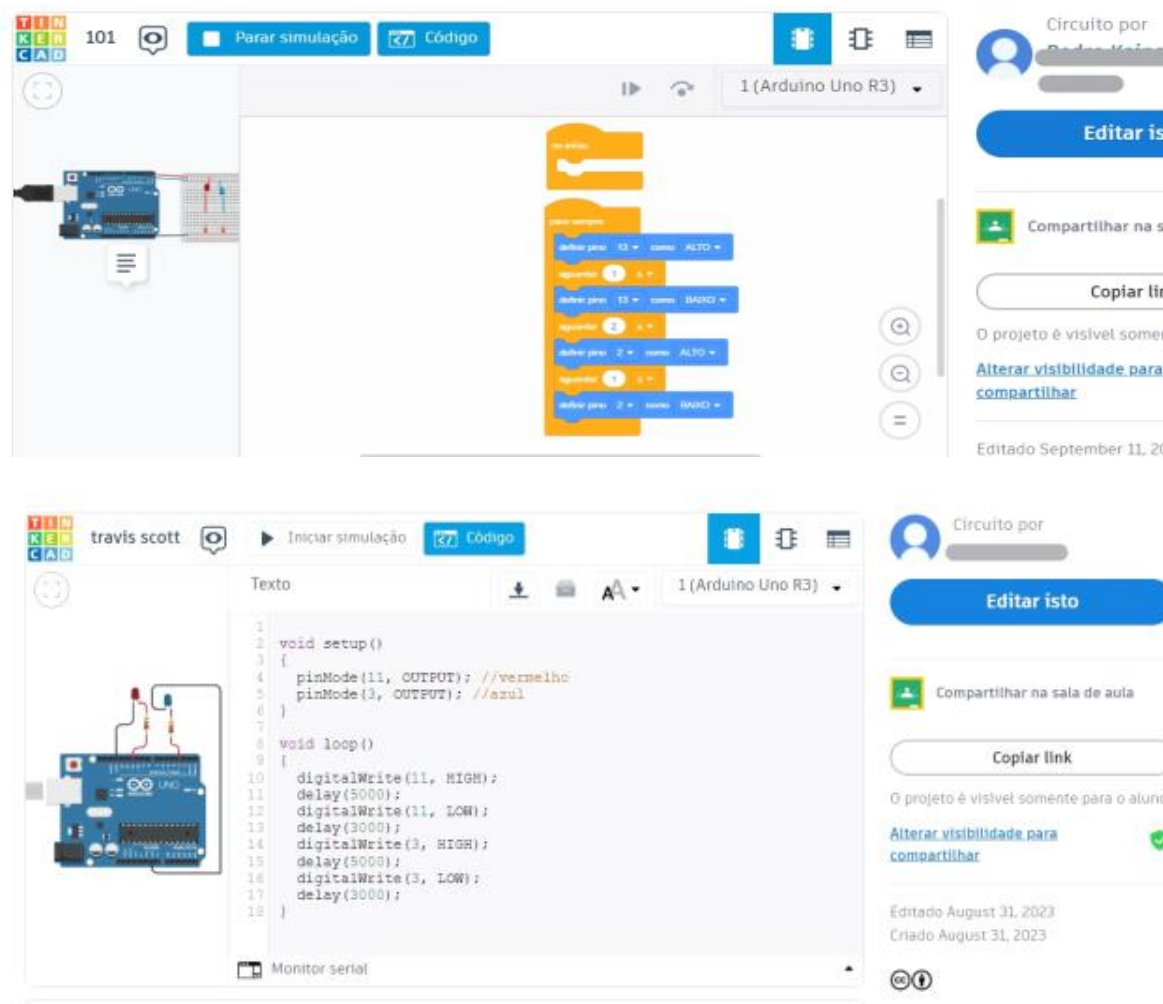


Fonte: Acervo da pesquisadora.

Mobilizados pelo trabalho de forma colaborativa, não houve “cópia” de *layout* ou de programação, uma vez que buscaram personalizar seus circuitos, como é possível perceber nas Figuras 31, 32 e 33. Do mesmo modo, a autonomia, criatividade e originalidade puderam também ser observadas durante a construção dos circuitos,

uma vez que apenas dois alunos optaram pela programação em bloco disponível no Tinkercad, imagem superior da Figura 34, buscando uma forma mais autoral, enquanto os demais escreveram a programação em linha, como apresentado na imagem inferior da Figura 34.

Figura 34 – Circuitos 2 leds piscando no Tinkercad



Fonte: Acervo da pesquisadora.

A experiência de programar o Arduino no Tinkercad foi considerada, pelos alunos, como divertida, realizadora e interessante ainda que associada a algumas dificuldades para entender o assunto, lidar com a construção de circuitos de forma virtual e pouca experiência. Sobre esse encontro, relataram:

Eu achei divertido, gostei muito de programar, porém, não gostei muito de mexer com a construção dos circuitos (Carla).

Gostei da aula de hoje, porque achei interessante, mas tive dificuldade de entender o assunto pelo fato de não ser do meu conhecimento (Bia).

Foi bem legal, o que mais gostei foi usar o Tinkercad no Chromebook, tive dificuldade com o vídeo (Paulo).

O vídeo indicado para essa atividade no roteiro do encontro era de longa duração, porém, foram destacados os trechos (especificados através dos minutos no vídeo) que deveriam ser assistidos. A princípio essa foi uma preocupação didática no momento da elaboração do roteiro, mas, quando indagados quanto a influência do uso de vídeos didáticos mais longos, destacando-se apenas alguns trechos e se isso representou algum tipo de problema ou dispersão como facilitador da aprendizagem, responderam:

Gostei de ter vídeos nas aulas, porque podemos repetir várias vezes as partes que não entendi. Gostei de destacar algumas partes, porque poupa tempo e mostra as partes mais importantes (Bia).

Eu aprendi bastante, mas o vídeo era um pouco chato. Foi bom, assim só precisamos ver os pontos mais úteis e importantes, caso algum se interesse mais pode procurar o vídeo depois (Rosa).

Gostei bastante do vídeo, me deu um suporte e ajuda muito grande na hora de fazer a prática. Destacar partes do vídeo foi ideal para o estudo mais objetivo, não dando margem para cansaço (Lucas).

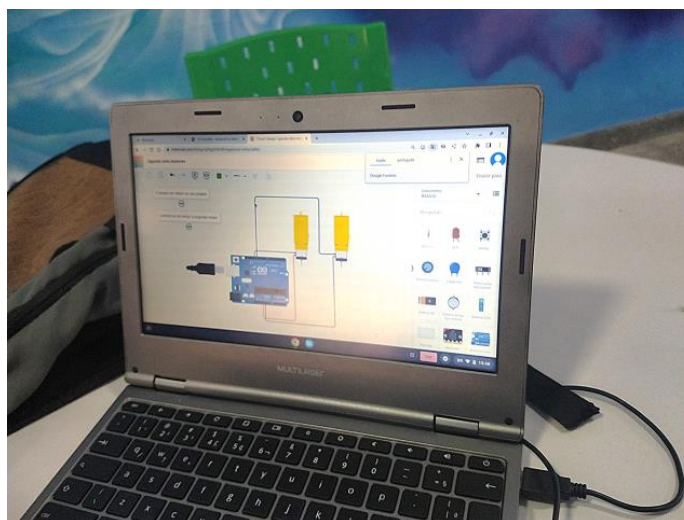
Na sequência da atividade sobre Programação no Tinkercad, os participantes da pesquisa foram convidados a refletir sobre os projetos que fizeram. Durante a discussão alguns aspectos chamaram atenção. No início da retomada dos trabalhos, a maioria dos alunos pegou o Chromebook e foram trabalhando com autonomia, sem necessidade de orientação. Percebeu-se então que a familiarização com o Chromebook facilitou a relação com as TIC e com a RE.

Na discussão sobre um *delay* na alternância entre os *leds* que estava presente em algumas atividades e em outras não, mesmo quem não havia colocado o *delay*, soube explicar como poderia fazer isto, demonstrando compreensão do que foi trabalhado acerca de linguagem de programação. Outro ponto levantado foi o cruzamento de fios em alguns circuitos e estratégias de como poderia ser evitado isso. Discutiu-se também o código padrão de cores para os fios (vermelho para o positivo e preto, para o negativo) e situações em que o uso de outras cores poderia ajudar na visualização do circuito.

No Tinkercad além de poder se visualizar a vista do circuito também se encontra disponível a visualização esquemática do circuito, bem com uma lista dos componentes utilizados. Diante dessa abordagem, alguns alunos demonstraram que já tinham conhecimento enquanto outros se surpreenderam com o recurso. Comparando dois projetos diferentes, levantou-se a discussão sobre a luminosidade do *led*, um com mais brilho que o outro. Em pouco tempo os participantes apontaram o resistor como causa e concluíram que ao diminuir a resistência do resistor aumentaria a luminosidade do *led*, demonstrando uma apropriação do conhecimento a esse respeito, relacionando com uma das práticas já realizadas. Em seguida, alteraram, na prática, a resistência e confirmaram que a luminosidade de fato aumentou. Quando indagados sobre qual o conteúdo que explicaria esse fenômeno, responderam: a Lei de Ohm.

Assim, nesta etapa, os alunos demonstraram um aprendizado, respondendo as perguntas relacionadas ao assunto. Da mesma forma, o Chromebook e o Tinkercad tiveram um papel importante na aprendizagem de conteúdos necessários à compreensão da RE, como exemplo, pode-se apresentar na Figura 35 um circuito para acionamento de dois motores DC (os mesmos utilizados no robô) com Arduino, montado por um participante no Tinkercad, recurso usado para praticar a programação.

Figura 35 – Circuito para acionamento de dois motores DC com Arduino, no Tinkercad



Fonte: Acervo da pesquisadora.

A programação do Arduino motivou os estudantes porque, através da articulação entre teoria e prática, puderam perceber de forma imediata o produto da sua ação, seja individual ou coletiva. Como participantes constataram que funcionava, na prática (montagem real), o que haviam programado virtualmente. Além disso, a estratégia de ensino adotada nos EFRE possibilitou a interação entre os pares, a troca de conhecimentos, consultas *online*, compartilhamento com os colegas das suas dificuldades, dentre outras, o que reafirma a eficácia da Aprendizagem Dialógica e a importância da RE na aprendizagem de conteúdos específicos disciplinares e no desenvolvimento de habilidades.

A etapa de iniciação à programação possibilitou desenvolver novas habilidades, o que foi percebido pelos próprios participantes da pesquisa ao afirmaram:

Eu gosto da programação porque com ela você pode desenvolver novas habilidades, como o raciocínio lógico, a escrita, a criatividade e o trabalho em equipe (Enzo).

Desenvolvi um pouco do meu raciocínio lógico (Jorge).

Essa parte da programação é muito boa mesmo, me diverti horrores fazendo, fiquei tão empolgado que sai mostrando meu projeto para todos os meus amigos [...] eu achava que era absurdamente difícil e na verdade é bem prático e fácil, me surpreendi bastante com isso (Lucas).

A gente usou o Tinkercad para criar um circuito (Maria).

Essa etapa de iniciação à programação, reconhecida pelos aprendizes nos seus depoimentos, e que favoreceu o desenvolvimento de determinadas habilidades vai ao encontro do que preconiza a Resolução CNE/CEB 1/2022 (MEC, 2022) no desenvolvimento de competências e habilidades desejadas na Educação Básica. Dentre as quais se destacam: desenvolvimento do raciocínio lógico, resolução de problemas usando a linguagem de programação, construção de um passo a passo visando a resolução de um determinado problema, familiarização de montagens usando Arduino, sensores e atuadores, tomada de decisão, capacidade para trabalhar com o Tinkercad e mecanismos de autoconfiança.

Também se inserem nesse espectro de habilidades aquelas relacionadas à formação para trabalhar em equipe, assim como a exploração de situações relacionadas à Educação Matemática, a partir dos desafios provocados na pesquisa

com uma intencionalidade formativa e investigativa. No âmbito da pesquisa, essas habilidades seriam necessárias à construção de um robô seguidor de linha, que se efetivará na sequência final dos encontros.

A importância dessa etapa ficou evidente quando alguns alunos se manifestaram a esse respeito, inclusive solicitando mais tempo para a programação estendendo-a à programação de jogos:

Gostaria de mais tempo de programação. Eu sinto falta disso, porque eu queria aprender muito sobre programação, eu acho muito interessante essa parte, me interessa mais, queria aprender a programar jogo, gostaria que fosse ampliado isso (Fábio).

Eu já tinha tentado entender isso antes, mas não consegui, agora eu sei pelo menos um básico e planejo tentar aprender mais sobre (Julia).

A infraestrutura da escola facilitou o desenvolvimento da pesquisa e do trabalho dos participantes da pesquisa. O espaço utilizado para os EFRE era adequado as atividades, com mesas para trabalho em grupo, duas bancadas com computadores de mesa, um armário exclusivo para guardar nossos materiais, uma TV. Contudo, todas as ferramentas, instrumentos e materiais de eletrônica e Robótica foram adquiridos pela pesquisadora. As atividades de programação foram desenvolvidas usando o Chromebook, disponibilizado pela escola, sendo um por estudante em cada encontro. No entanto, houve críticas tais como: “Vou ser sincero, o Chromebook não é lá essas coisas” pois traz a “impossibilidade de instalar qualquer programa” (Julia).

Do mesmo modo, as reclamações dos alunos quanto à infraestrutura na escola não se limitaram ao *Chromebook* e se estenderam à qualidade da internet.

Não é só o Chromebook, é a rede de internet, tem pouca rede de internet para os alunos. A senha de internet não é disponibilizada para os alunos (Jorge).

Isso é para não sobrecarregar a rede já que são muitos alunos (Júlia).

De qualquer forma, a etapa de programação contribuiu para uma melhor compreensão acerca do funcionamento do robô, uma vez que os estudantes foram percebendo, na prática, que cada linha do programa tem uma função específica e que através dele são introduzidos os comandos que controlam o Arduino, possibilitando o robô, no final, desempenhar os movimentos para os quais foi programado, tais como andar em linha reta, parar, fazer trajetória curvilínea, seguir um trajeto definido por

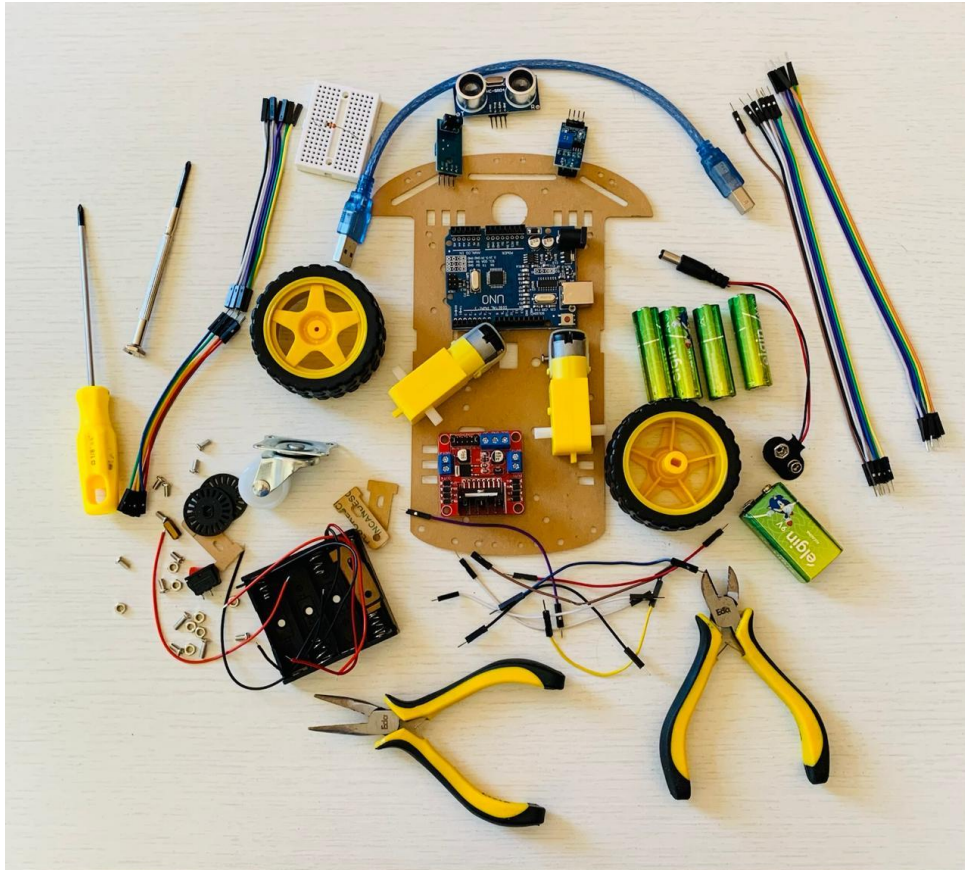
uma linha (faixa guia), dentre outros. Esse percurso didático, levou a relatos dos alunos, ao final do EFRE, tais como, “Depois da programação e montagem do robô, entre outros, eu entendi mais” (Bruno).

6.2.3. Montando e programando o robô

Após a etapa da programação, os alunos foram desafiados a iniciar a montagem do robô e, com esse intuito deram continuidade à discussão sobre a linguagem de programação do Arduino, mais especificamente, relacionado às funções, valores (variáveis e constantes) e estrutura. Aproveitando a experiência adquirida anteriormente pelos alunos, foi explorado o programa base utilizado, destrinchando cada trecho, procurando desenvolver habilidades que permitissem a personalização de programas que seriam mais adequados aos futuros desafios com o robô.

Para montagem do robô, os alunos foram organizados em duplas, de livre escolha, e orientados a levar uma caixa de sapato (ou algo semelhante) para guardar o material do robô, a partir deste momento, ao final do encontro, as caixas eram guardadas no armário da sala. Além das ferramentas disponibilizadas, tais como, chave de fenda, alicate de bico, alicate de corte, estilete, ferro de solda e multímetro, cada dupla recebeu (Figura 36): 1 kit chassi acrílico de carro com 2 motores DC 12V; 1 módulo Ponte H para Arduino; 1 Arduino Uno; 1 *proto board* pequena; 1 suporte para 4 pilhas AA; 1 conector para bateria 9V para Arduino; 1 interruptor; Fios e conectores Dupont (macho e fêmea); 4 pilhas AA; 1 bateria 9V.

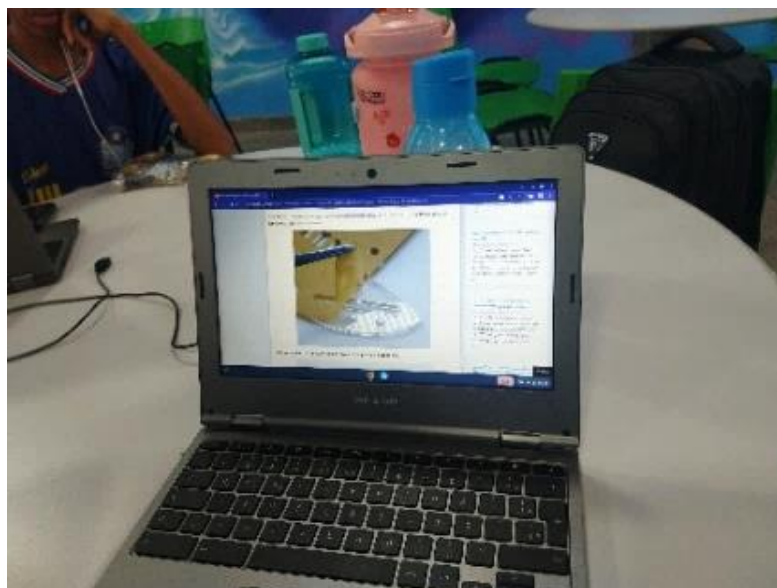
Figura 36 – Kit para montagem do Robô.



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Para orientar a montagem foram indicados alguns vídeos disponíveis no Youtube, que os alunos assistiram pelo Chromebook (Figura 37) ou pelo celular. Como havia na sala um robô já montado, uma das duplas o utilizou como modelo. A instalação dos motores DC, do interruptor, o uso da solda, dentre outros, foram desafios da montagem. Em ritmos diferentes, as equipes concluíram a montagem do robô em dois encontros, o encontro seguinte foi dedicado a instalação do programa e testes.

Figura 37 – Recursos didáticos auxiliaram na montagem do robô



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Nesta etapa, foi possível observar que algumas dificuldades foram enfrentadas pelos alunos, as quais estavam relacionadas ao uso de ferramentas, qualidade da solda nas conexões e instalação de alguns componentes. Mas, de um modo geral, os alunos se adaptaram ao manuseio das peças do robô, considerando que conseguiram concluir a montagem e realizar testes no mesmo. No entanto, aconteceram alguns obstáculos para a instalação do programa na placa Arduino, uma vez que o Chromebook não pode ser utilizado, já que não era compatível com o Arduino IDE⁶¹. Também não funcionou a versão Arduino Web Editor no Arduino Cloud⁶², que poderia ser uma solução para o uso do Chromebook. Então, para vencer esse obstáculo, o único notebook da pesquisadora, com o Arduino IDE instalado, foi disponibilizado para fazer a transferência do programa para o Arduino no carrinho-robô dos alunos. Sobre seus sentimentos e as dificuldades enfrentadas em relação a montagem e programação do robô, os participantes relataram:

Me sentia incapaz de montar um robô sem a ajuda de um guia ou amigo (Fabio).

⁶¹ O Arduino IDE (do inglês, *Integrated Development Environment*) é o software que permite programar placas Arduino e outros microcontroladores. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/software/>. Acesso em: 10 ago. 2024.

⁶² Versão alternativa ao uso do Arduino IDE, disponível para acesso Web. <https://www.arduino.cc/en/software/>. Acesso em: 10 ago. 2024.

Foi difícil montar, mas programar foi fácil. Me senti feliz e realizada vendo ele andar (Carla).

Me frustrava demais, não conseguia compreender como funcionava a parte da montagem e programação do robô (Jorge).

Me senti um pouco ansiosa, porque não estava conseguindo passar minha programação para o Arduino, mas tirando isso eu me senti bem e bem orgulhosa do meu trabalho bem feito (Maria).

Não conseguimos concluir tudo, mas podemos melhorar na próxima aula o que eu não conseguir hoje. Tive dificuldade em conectar os fios e os negócios de energia, mas com o tempo eu vou aprendendo (Laura).

Em especial, chamou atenção o depoimento de Laura, uma aluna que sempre demonstrou baixa autoestima em relação ao próprio aprendizado no início dos EFRE, mas que neste momento expressou confiança no seu desempenho e compreensão que faz parte de um processo, respeitando seu tempo de aprendizado.

6.3. Contribuições dos Encontros sobre aplicações do robô e do Arduino: Educação Matemática e produção do conhecimento científico

Nesta seção, discutimos e analisamos os resultados obtidos nos encontros, focando nas aplicações do robô em desafios de Matemática e nas possibilidades do Arduino como uma ferramenta que ajuda a entender melhor como se constrói o conhecimento científico. Essa conversa foi organizada em duas categorias: as diferentes formas de usar o robô e suas funções: Relações com a Educação Matemática e; Relações entre o Arduino, a Matemática e o processo de produção do conhecimento científico.

6.3.1. Aplicações do robô: estabelecendo relações com a Educação Matemática

Finalmente, após montado o robô e realizados alguns testes, programando-o para se deslocar em linha reta, cada dupla recebeu o desafio de adaptar o programa do robô para percorrer uma trajetória linear durante um determinado tempo e, em seguida, medir a distância percorrida pelo robô. A Figura 38 apresenta alguns participantes realizando a atividade com o robô e o auxílio de uma fita métrica. Na

sequência, foram desafiados a investigar a relação distância (d) x tempo (t) para diferentes percursos, discutindo coletivamente, o significado da relação d/t , a partir das experiências e medidas de cada dupla. Com base nas medições realizadas, os alunos calcularam e compararam a velocidade do robô em função da distância percorrida no tempo programado.

Figura 38 – Explorando a relação entre distância e tempo na trajetória linear percorrida pelo robô



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Durante essa etapa, os participantes da pesquisa se mantiveram interessados, engajando-se em discussões acerca das estratégias necessárias para enfrentar o desafio proposto. Procederam à adaptação da programação do robô, realizaram cálculos, promoveram debates coletivos, bem como observaram e interagiram com outras duplas.

Na Figura 39 temos o registro da atividade de uma das duplas, que após adaptar o programa base para que o robô andasse por 4 segundos, verificou a distância percorrida e calculou a velocidade, com o cuidado de identificar a unidade de medida (cm/s). Na sequência, usando regra de três, calculou qual seria a distância percorrida se apenas o tempo de deslocamento fosse alterado. Nessa atividade demonstraram conhecimentos básicos de Matemática, tais como, proporção (uso da

regra de três), unidades de medida e a compreensão da velocidade como uma relação entre distância (d) e tempo (t).

Figura 39 – Atividade sobre a relação entre distância e tempo na trajetória linear percorrida pelo robô

Desafio 1:

Coloque o robô para “andar para frente” por 4 segundos, considerando o traçado percorrido, responda:

Qual foi a distância percorrida? Explique como você fez a medição.

127 cm, colocamos o robô para andar 4 segundos em cima de uma fita métrica para descobrirmos o valor da distância.

Qual a velocidade do robô? Explique como chegou ao resultado.

$$v = \frac{d}{t} = \frac{127}{4} = 31,75 \text{ cm/s}$$

Desafio 2:

Mantendo a velocidade do robô, se aumentarmos o tempo para 6 segundos, qual será a distância percorrida? Apresente seus cálculos.

$$31,75 = \frac{d}{6}$$

$$d = 31,75 \cdot 6$$

$$d = 190,5 \text{ cm}$$

Desafio 3:

Altere o programa do seu robô para “andar para frente” por 6 segundos, confira a distância percorrida e compare com seus cálculos. Comente o resultado.

A nossa comparação deu muito certo, já que os valores das nossas contas foi parecido com o teste do robô.

Fonte: Acervo da pesquisadora.

Os alunos reinstalaram no robô o novo programa com a alteração do tempo e testaram a distância percorrida por ele. Esse momento trouxe grande satisfação aos participantes, que verificaram na prática a adequação dos seus cálculos e a validação dos conceitos aplicados. Revelando que o uso de recursos tecnológicos propicia discussões importantes para os processos formativos, extrapolando “[...] elementos relacionados aos processos instrumentais e racionais, cristalizados a partir de uma mera execução de atividades e de exercícios” Mafra *et al.* (2022, p. 6). O experimento

com o robô motivou, entre os participantes, um diálogo fervoroso estabelecendo relações entre teoria e prática.

A atividade também os instigou a determinar quantas voltas a roda do robô fez durante o percurso. A Figura 40, apresenta a solução de duas equipes distintas, observa-se que a uma delas recorreu a uma estratégia mais visual para determinar o número de voltas da roda do carrinho-robô. Enquanto a outra equipe buscou utilizar conceitos matemáticos para solucionar o problema, calculando o comprimento da circunferência da roda do carrinho-robô (que eles chamaram de C) e, na sequência, dividiram o valor da distância percorrida pelo comprimento da circunferência da roda.

Figura 40 – Duas respostas acerca do número de voltas da roda do robô na trajetória linear percorrida pelo robô

Quantas voltas a roda do carrinho-robô deu durante o percurso? Explique como você chegou a esse resultado (apresente os cálculos se houver).

8 voltas; Prendemos uma fita crepe na roda e a roda volta completa foi 1.

Quantas voltas a roda do carrinho-robô deu durante o percurso? Explique como você chegou a esse resultado (apresente os cálculos se houver).

$$\begin{aligned}C &= 2 \pi \cdot r & \frac{127}{21} &\approx 6 \text{ voltas} \\C &= 2 \cdot 3,14 \cdot 3,25 \text{ cm} \\C &= 20,61 \approx 21 \text{ cm}\end{aligned}$$

Fonte: Acervo da pesquisadora.

Quando foi perguntado às equipes o porquê das estratégias escolhidas que utilizaram para fazer a contagem visual do número de voltas, o argumento foi de esse processo era mais simples, mas admitiram que foi difícil contar o número de voltas por causa da velocidade do carrinho e, refizeram várias vezes a contagem até concordarem com o número de 8 voltas. A outra equipe respondeu que achou mais fácil e mais preciso usar as fórmulas, “[...] a Matemática tá aí para ajudar, né?” (Julia). No geral, as equipes traçaram suas estratégias e identificaram as relações

matemáticas necessárias para solucionar os desafios propostos nesse Encontro. A realização destes desafios fez com que alguns alunos revelassem suas percepções acerca das atividades e sua relação com a Matemática:

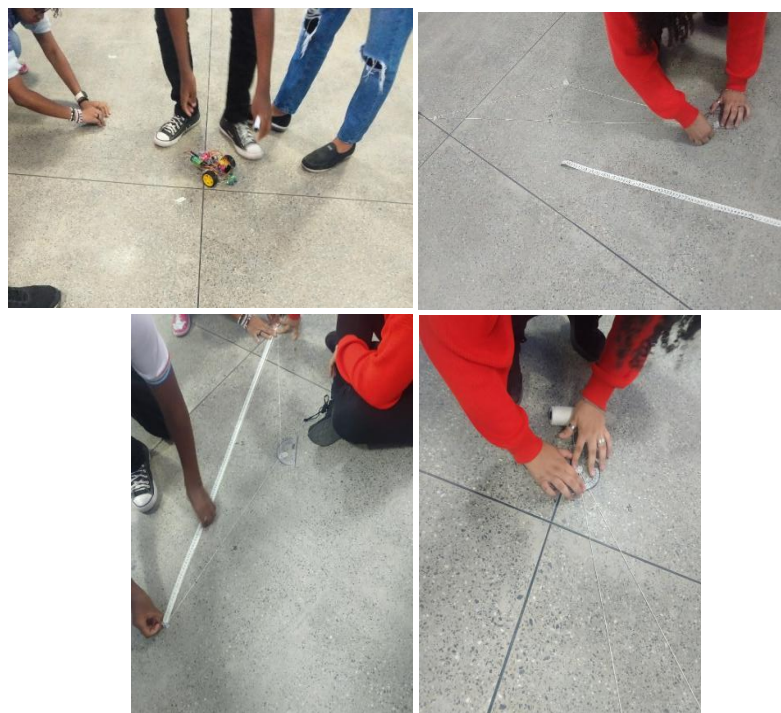
Me fez entender a utilização de certos cálculos e me fez me estimular mais com a Matemática [...] fazer atividades de Matemática assim, mostraram que eu preciso participar mais destas coisas que envolvem cálculo (Fábio).

Eu nunca fui tão fã de Matemática, mas ajudou sim, nas fórmulas aplicadas (Bruno).

Me mostrou que realmente eu e a Matemática não podemos ter uma relação, mas lembrei coisas (Duda).

Os desafios foram além da programação do robô para realizar deslocamentos lineares. Os participantes adaptaram e inseriram, no Arduino, um programa para, partindo de um ponto A, o robô percorrer por alguns segundos um trajeto linear, definido como B o ponto de parada, fazer uma curva (parando por alguns instantes uma das rodas) e seguir percorrendo por mais alguns segundos um trajeto linear e parar, marcando como C o ponto final. Determinando assim um percurso em dois trechos, AB e BC. A partir dessa orientação completaram a figura geométrica ligando os pontos AC. A sequência de fotos da Figura 41 apresenta o robô realizando o percurso com os alunos identificando os pontos A, B e C; uma participante marcando com barbante o percurso feito pelo robô e o triângulo ABC formado; um aluno medindo, com fita métrica, um dos lados do triângulo e; uma aluna medindo o ângulo do triângulo com o transferidor.

Figura 41 – Explorando relações Matemáticas (figuras geométricas)

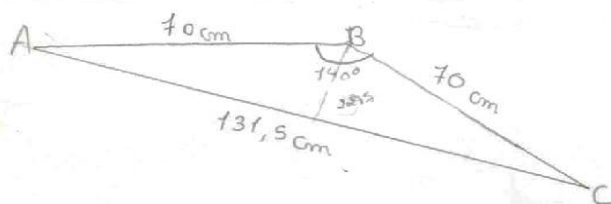


Fonte: Acervo da pesquisadora.

Dessa forma, buscou-se estabelecer relações entre a aplicação do robô em uma trajetória que levou à construção de uma figura geométrica e conceitos matemáticos envolvidos na dinâmica. Para essa atividade, além do robô, havia a disposição um roteiro com orientações e os desafios propostos, barbante, fita crepe, giz, fita métrica, régua, transferidor (dois modelos: 180° e 360°), Chromebook para pesquisa e o notebook da professora-pesquisadora para instalação do programa no Arduino do robô. Após definirem suas estratégias para marcação do percurso e fazerem as medições no chão (ângulos internos da figura e comprimento dos lados), transportaram a figura para o roteiro da atividade e responderam questões que os levaram a pesquisar, revisar e dialogar sobre os conteúdos abordados. A Figura 42 apresenta as respostas de uma das equipes.

Figura 42 – Atividade: Explorando relações Matemáticas (figuras geométricas)

1. Desenhe aqui o trajeto percorrido pelo robô;



2. Ligando os pontos A, B e C, formamos uma figura geométrica: **(justifique suas respostas indicando como chegou até elas e a fonte de consulta utilizada, e preparem-se para socializar os resultados e as estratégias com o outro grupo).**

- a. Determine o nome da figura;

Triângulo

- b. Classifique-a de acordo com o tamanho de seus lados.

Triângulo isósceles

- c. Determine o ângulo $\widehat{ABC}$;

140°

- d. Classifique a figura de acordo com a medida dos seus ângulos;

Triângulo obtusângulo

- e. Calcule o seu perímetro;

$$p = 70 + 70 + 131,5$$

$$p = 271,5 \text{ cm}$$

- f. Calcule a sua área;

$$A = \frac{bh}{2} = \frac{131,5 \cdot 22,9}{2} = 1.496,5 \text{ cm}^2$$

Fonte: Acervo da pesquisadora.

Os alunos demonstraram um bom desempenho nesse desafio, chegando com sucesso às respostas esperadas, inclusive no que diz respeito a habilidade de alterar a programação do robô para realizar o percurso proposto no desafio. Apesar de ser uma atividade relativamente simples, fomentou revisitar: classificação de triângulo quanto ao tamanho dos lados e a medida dos ângulos; significado de perímetro e cálculo do perímetro de uma figura plana; cálculo da área de um triângulo. Assim como, praticar a habilidade de medir um ângulo com o transferidor. Poucos alunos afirmaram ter utilizado um transferidor para medir ângulos, a maioria recorreu aos seus pares e a vídeo aulas no YouTube para fazerem suas medições. A respeito desta experiência, disseram:

Nunquinha tinha usado um transferidor, primeiro achei que não ia conseguir, mas deu certo. O mais legal fazer isso no chão usando o robô (Paulo).

O transferidor todo redondo [360°] eu não sabia usar, estou feliz que agora sei (Maria).

Achei difícil, mas foi bom aprender, Maria me ajudou muito (Lucas).

As manifestações dos participantes evidenciam a motivação decorrente da realização de uma atividade que os desloca de uma rotina habitual, como uma lista de exercícios, para realizar uma tarefa na qual assumem papel de protagonismo. Nesse contexto, eles criaram suas próprias figuras geométricas utilizando o carrinho-robô, as marcando no chão e ali mesmo realizando as medições. Além disso, observa-se o entusiasmo associado à ampliação do conhecimento e ao aprendizado colaborativo por meio do diálogo com os pares.

Antes de seguir para o próximo desafio de Matemática, realizou-se um Encontro com o objetivo de acrescentar ao robô dois sensores Tcrt5000 seguidor de linha, chegando à versão final do carrinho-robô proposto para a pesquisa. Contudo, houve muitas ausências, prejudicando a conclusão da instalação e testes. No Encontro seguinte, já com os sensores e um programa para robô seguidor de linha⁶³ (disponível no Anexo A) instalados, após alguns testes, verificou-se que alguns robôs não estavam funcionando como esperado. Uma situação previsível em robótica, mas que requer tempo para revisar as conexões, testar os componentes e fazer os ajustes necessários, como não havia disponibilidade de tempo para corrigir os problemas, optou-se por organizar a turma em duas equipes.

Para o desafio foi disponibilizada uma placa de fórmica branca com dois circuitos circulares (um com raio de 35cm e outro com raio de 40cm) definidos com fita isolante, que serviria de pista para o robô seguidor de linha; fita métrica; régua; barbante; compasso; transferidor e cada equipe possuía um robô seguidor de linha funcionando perfeitamente. A seguir, a Figura 43, apresenta alguns participantes entorno da placa de fórmica com os dois circuitos utilizados como pista para os robôs.

⁶³ Programa disponibilizado na descrição do vídeo: Aprenda como fazer um carrinho com Módulo Seguidor de Linha - Desafio Maker, do Canal Brincando com ideias. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=HjjLJPkaGhc&t=751s>. Acesso em: 10 out. 2023.

Figura 43 – Circuitos circulares utilizados como pista para os robôs



Fonte: Acervo da pesquisadora.

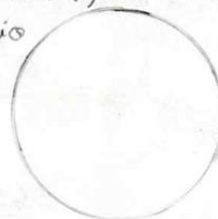
Na Figura 43 observa-se os alunos trabalhando colaborativamente e, as equipes fazendo trabalho de medição com uso da fita métrica. A proposta do desafio de Matemática objetivou revisar conteúdos relacionados a circunferência, círculo e setor circular, tais como, corda da circunferência, diâmetro, comprimento de circunferência, ângulos, área do setor circular e comprimento do arco do setor circular. Nessa perspectiva, verificou-se que durante o processo de pesquisa sobre os conceitos e equações envolvidas na dinâmica havia muita troca entre os alunos, uns com mais desenvoltura e segurança, outros de forma mais tímida e passiva. É possível identificar um processo dialógico muito rico, que transcende os conteúdos matemáticos. A dinâmica de interação perpassa pelas características individuais e visão de mundo de cada participante. A seguir, a Figura 44, apresenta as respostas de uma das equipes referente ao desafio 1 da atividade proposta.

Figura 44 – Desafio matemático 1 na pista circular do robô.

Desafio 1:

- Observem a pista circular da sua equipe, juntos desenvolvam uma estratégia para determinar o centro da circunferência.
- Com um lápis, marquem na pista o centro da circunferência (C). Expliquem como encontraram o centro, se necessário, reproduzam o desenho aqui.

medimos o diâmetro e a partir do valor encontrado dividimos por 2, descobrindo o centro. Mas medimos diversas vezes o raio para descobrir o raio e o centro.



- Qual o raio da circunferência?

$$R = 40 \text{ cm}$$

- Qual o comprimento da circunferência?

$$\begin{aligned} C &= 2 \cdot \pi \cdot r \\ &= 2 \cdot 3,14 \cdot 40 \\ &= 251,2 \text{ cm} \end{aligned}$$

Fonte: Acervo da pesquisadora.

Na resposta 1.b, na Figura 44, observa-se que a equipe optou por um método de tentativa e erro para encontrar o centro da circunferência, ainda assim, pautado em conhecimentos e conceitos Matemáticos. Conversando com a equipe sobre a estratégia escolhida, eles demonstraram compreender que o “diâmetro é a maior corda da circunferência” (Julia), que o “diâmetro sempre vai passar pelo centro” (Jorge), assim, se “traçar vários diâmetros com a ‘mesma medida’, eles vão se cruzar no centro” (Lucas), desta forma, identificaram o centro da pista circular. Além disso, que “o raio é metade do diâmetro” (Duda). Como não conheciam o centro, para ter certeza de que as cordas traçadas eram de fato o diâmetro da circunferência, buscaram garantir que todas tivessem a mesma medida e que ela fosse a maior possível, como informou Lucas.

As duas equipes utilizaram o mesmo processo para determinar o centro da

circunferência, ao serem questionados se conheciam algum método geométrico⁶⁴ para solucionar o problema, responderam que pesquisaram e encontraram alguns vídeos no YouTube com métodos geométricos, mas que acharam “muito mais difícil” e por isso, deixaram de lado. Mesmo considerando que poderia ser mais preciso, preferiram seguir com a estratégia que consideraram “mais fácil” e “boa o suficiente”. De fato, ambas as equipes chegaram ao resultado esperado e determinaram corretamente o raio no item 1c.

Em relação ao item 1.d, ambas as equipes recorreram a fórmula $C = 2\pi r$, onde C é o comprimento da circunferência, r é o raio e π (pi) é uma constante aproximadamente igual a 3,14. Neste caso, para explicar a escolha, Julia afirmou “eu já sabia o raio, então usar a fórmula é mais fácil e dá menos trabalho” (Julia). Entretanto, Fábio disse “eu usei o barbante, cobri toda a pista [circunferência] com o barbante e depois vi o tamanho com a fita métrica, deu o mesmo valor”. Mesmo Fábio usando uma estratégia diferente, ambas as equipes registraram a resposta a partir da equação matemática e fizeram depoimentos apoiados pelos colegas.

Matemática pode ser muito útil (Maria).

Tem situações que usar a Matemática facilita tudo (Fábio).

Se pensar bem, a Matemática está em todo lugar (Bruno).

De fato, com as fórmulas ficou mais fácil, mas nas provas fica tudo difícil (Julia).

Observa-se nos depoimentos que as atividades propostas com a Robótica Educacional levaram os participantes a perceber conteúdos vistos de forma tradicional em sala de aula sob um outro aspecto, menos abstrato, podendo ser aplicado na resolução de problemas, facilitando a solução de um desafio. Contudo, na visão de Fábio e Julia (com concordância dos colegas), destaca-se o descolamento dessa “Matemática que facilita tudo” da Matemática da avaliação formal (prova), na qual “fica tudo difícil”. Nesse sentido, se faz necessário refletir e.

⁶⁴ É um estilo de demonstração (ou prova) com base no raciocínio dedutivo, a partir de definições, axiomas e teoremas, para desenvolver um argumento lógico e sólido. Foi usado nas provas de Euclides em geometria, bem como, na filosofia nas provas de Spinoza em sua Ética. Existem dois métodos geométricos para determinar o centro de uma circunferência, o método das mediatrizes e o método do diâmetro.

[...] compreender a construção do conhecimento no contexto da realidade vivida pelas pessoas, em sua dimensão histórica/cultural/social. Nesse enfoque, toda a complexidade do pensamento e da linguagem mostra-se com veemência, exigindo ser ouvida, isto é, considerada, pesquisada e avaliada na perspectiva da epistemologia, tanto naquela relacionada à construção da Matemática, como na relacionada à construção do conhecimento pelo aluno (Bicudo, 1999a, p. 8).

Após a conclusão o primeiro desafio do dia, os alunos seguiram para o segundo desafio, ou seja, percorrer a pista com o robô seguidor de linha, na sequência, marcar um ponto de partida (A) e a partir deste ponto, identificar o trajeto percorrido pelo robô até que ele pare em um bloqueio físico colocado na pista (B), como ilustra a Figura 45.

Figura 45 – Robô percorrendo o circuito da pista circular.

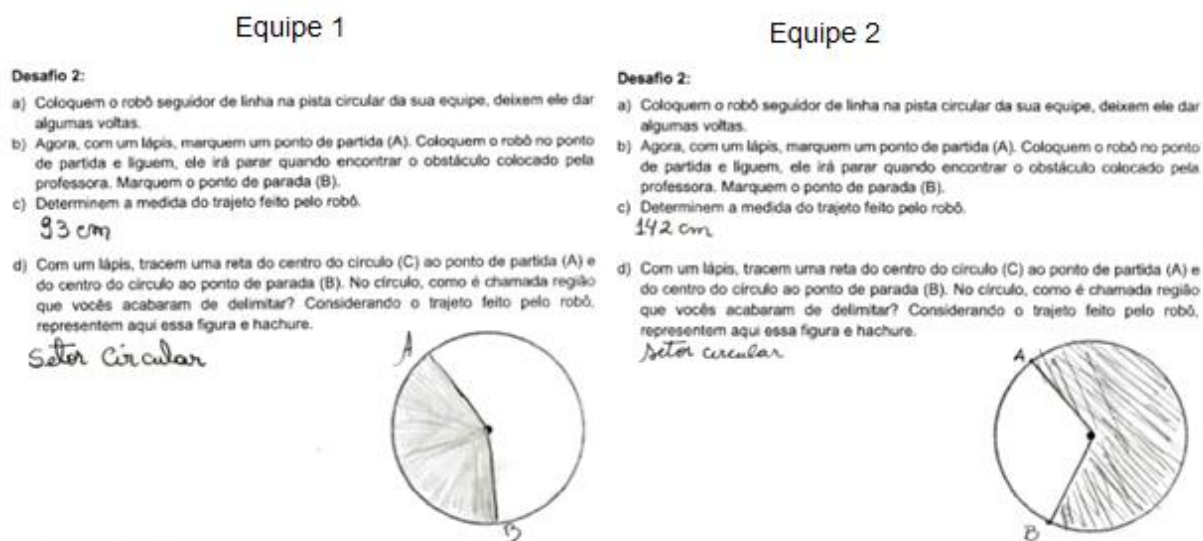


Fonte: Acervo da pesquisadora.

Após identificarem o percurso do robô, utilizando barbante e fita métrica, responderam ao item 2.c e depois o item 2.d. Para nomear a figura formada, conforme orientação da atividade, conversaram entre si e consultaram o Google, discutiram a diferença entre círculo e circunferência, associando o primeiro a uma pizza e o segundo a um anel. A figura formada na atividade foi descrita pelos alunos como uma fatia de pizza. Nesse sentido, observa-se que a Robótica Educacional suscita diálogos, nos quais os alunos podem vivenciar conceitos matemáticos “[...] como algo que faz parte de seu dia a dia, e que a partir desta experiência os alunos começam a ver um significado para o aprendizado da disciplina Matemática” (Galvão; Mafra, 2021,

p. 85). A Figura 46 apresenta as respostas da primeira parte do desafio 2 das duas equipes.

Figura 46 – 1ª parte do Desafio matemático 2 na pista circular do robô



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Na segunda parte do desafio 2, os participantes voltaram a utilizar o transferidor para medir o ângulo $\widehat{ACB}$, desta vez já demonstraram mais desenvoltura com o instrumento de medida. Pode-se observar na Figura 46 que o ângulo a ser medido pela equipe 2 é superior a 180° , aumentando o grau de dificuldade da medição. Havia a disposição um transferidor de 360° , adequado a necessidade, porém, conforme se pode visualizar na Figura 47, letra e, que a equipe 2 criou como estratégia medir o ângulo menor (125°) e subtrair de 360° (volta inteira), chegando ao resultado de 235° . Demonstrando capacidade de utilizar conceitos matemáticos para solucionar o problema. Observa-se também, na Figura 47, que a equipe 1 apresenta maior cuidado em suas respostas no que diz respeito a nomenclatura e unidades de medida.

Figura 47 – 2ª parte do Desafio matemático 2 na pista circular do robô

Equipe 1	Equipe 2
e) Usando o transferidor, considerando o trajeto feito pelo robô, determinem o ângulo $\widehat{ACB}$ da pista. $\widehat{ACB} = 135^\circ$	e) Usando o transferidor, considerando o trajeto feito pelo robô, determinem o ângulo $\widehat{ACB}$ da pista. 235° $125^\circ - 360^\circ$
f) Calculem a área do setor circular, definido pelo trajeto do robô. Apresentem os cálculos. $A_s = \frac{\theta \cdot R \cdot R}{360^\circ} = \frac{135^\circ \cdot 3,14 \cdot 40^\circ}{360^\circ} = \frac{135^\circ \cdot 314 \cdot 1.600}{360^\circ} = \frac{423,9 \cdot 1.600}{360^\circ}$ $= \frac{678.240}{360} = 1.884 \text{ cm}^2$	f) Calculem a área do setor circular, definido pelo trajeto do robô. Apresentem os cálculos. $A_s = \frac{C \cdot R}{2} = \frac{142 \times 35}{2} = \frac{4.970}{2} = 2.485$
g) Conheçam uma forma diferente da que foi apresentada na resposta anterior para calcular o setor circular? Como seria? <i>Sim, em função dos comprimentos do arco</i> $A_s = \frac{C \cdot R}{2} = \frac{93 \times 40}{2} = \frac{3.720}{2} = 1.860 \text{ cm}^2$	g) Conheçam uma forma diferente da que foi apresentada na resposta anterior para calcular o setor circular? Como seria? Não

Fonte: Acervo da pesquisadora.

Ambas as equipes calcularam corretamente a área do setor circular conforme solicitado no item 2.f (Figura 47). Entretanto, escolheram fórmulas diferentes, enquanto a equipe 1 escolheu a que toma como base o ângulo do setor circular, a equipe 2 escolheu a que toma como base o comprimento do arco do setor circular. Ainda na Figura 47, no item 2.g, a equipe 1 apresentou uma alternativa para o cálculo da área, já a equipe 2, não. Dialogando com a equipe 1, perguntou-se se perceberam a divergência no resultado final do cálculo da área apresentados em 2.f e 2.g e qual poderia ter sido o motivo, responderam:

Veja bem, isso me deixou bolada, mas a conta tá certa, a gente fez várias vezes na calculadora (Julia).

Eu penso que são as medidas, o ângulo pode não tá muito certo, mas a diferença foi pouca (Jorge).

Aproveitou-se a oportunidade para dialogar sobre precisão, instrumentos de medida e como a robótica está ganhando espaço em diversos campos da sociedade, um dos motivos para isso é a precisão dos robôs na realização de tarefas. Os alunos apresentaram exemplos de trabalhos executados por robôs na indústria e na área médica, também comentaram sobre a importância de estudar robótica na escola, visando sua formação para o mercado de trabalho. Perguntado aos componentes da equipe 2, se eles realmente não encontraram outra forma de calcular a área do setor circular, disseram:

Vi que tem outra [fórmula], mas achei ia dar muito trabalho (Carla).

Não ia dar tempo de fazer mais conta, queria brincar com o robô antes de acabar a aula, achei melhor dizer que não (Fábio).

As falas de Carla e Fábio expressam o cansaço do final do dia, pois já era final da tarde, próximo às 17h, e eles estavam em aula na escola desde às 7:30h da manhã, apesar disso, concluíram os desafios propostos e estavam interessados em “brincar com o robô”. Esse encantamento e interesse pelo dispositivo robótico pode ser aproveitado para contextualizar e auxiliar na construção de conhecimento matemáticos. Promovendo um ambiente de aprendizagem fértil, capaz de formar “[...] um cidadão comprometido com o seu tempo, capaz de calcular e raciocinar matematicamente e de interpretar à luz do contexto social esses cálculos e raciocínios” (Bicudo, 1999a, p. 7).

Ao final das atividades durante as quais o robô foi programado para atuar em um percurso linear (cálculo da velocidade), bem como, fazendo curvas para criar um trajeto angular (formando um triângulo) ou para atuar como seguidor de linha em uma pista circular (definindo um setor circular), os estudantes evidenciaram, a partir dessa experiência, suas percepções sobre as relações entre Robótica Educacional e Matemática:

Calculando coisas com o robô me ajudou bastante (Fabio).

Pesquisar as fórmulas de área, volume, setor circular [...] essa parte foi uma mágica! (Jorge).

[...] trouxe conceitos e fórmulas matemáticas que me fizeram recordar de seu uso e a importância de sua aplicação na robótica (Enzo).

Assim, pode-se perceber que a Robótica Educacional contribuiu para que os participantes da pesquisa se apropriassem de alguns fundamentos de Robótica, desenvolvendo compreensão básica de programação, capacitando-os a fazer modificações no programa base para aplicar na resolução de situações-problemas. Ao longo dos EFRE, puderam revisar, exercitar e aprimorar conceitos matemáticos relacionados a: potência de 10; porcentagem; números inteiros e fracionários; equação do primeiro grau e do segundo grau; coeficiente angular; gráfico da função afim; regra de três; transformar sentença matemática em expressão algébrica; potência; cálculo de área; cálculo de volume; perímetro; sistema de medidas; ângulos; classificação de triângulos; circunferência; círculo; setor circular; raio e; diâmetro.

Também atuaram de forma colaborativa na resolução de problemas reais, desenvolvendo determinadas habilidades, tais como aprender a aprender e, aprender a se relacionar. Essa abordagem foi facilitada por atividades que passaram a ser do próprio interesse do educando, a partir do desafio incorporado como uma tarefa pelo grupo. Por meio da experimentação, da curiosidade e desses desafios, promoveu-se maior iteratividade estimulando o aprender com o outro, principalmente, na etapa de montagem e aplicações do robô onde o erro foi explorado como potencializador de aprendizagem, partindo-se do princípio de que “o erro oferece oportunidades para que o aluno compreenda porque errou e procure uma nova solução para o problema, investigando, explorando, descobrindo por si próprio” (Zilli, 2004).

Durante a montagem do robô e sua programação para atuar como seguidor de linha, observou-se que os alunos demonstraram atenção, participação, interesse e engajamento diante das diferentes situações-problema apresentadas como desafios. Tal fato, evidencia a importância da Robótica Educacional em estimular a investigação, o engajamento e a motivação dos alunos. Nesse contexto, os conteúdos matemáticos foram introduzidos como instrumentos necessários para resolver os problemas que estavam vivenciando. Percebendo, na prática, uma Matemática aplicada e um significado para as fórmulas estudadas na escola, na medida em que foram sendo resgatadas durante a reflexão coletiva e dialógica.

6.3.2. Relações entre Arduino, Matemática e produção do conhecimento científico

Nos últimos encontros, dedicados à programação e às aplicações do Arduino, foram abordadas utilizações do microcontrolador em instrumentos de medição, nos quais o Arduino desempenha funções por meio de programações específicas que extrapolam os conhecimentos previamente adquiridos pelos estudantes, cuja finalidade inicial era apenas movimentar e controlar o robô.

Funções que o Arduino, agora, usando sensores e atuadores, pode atuar na captação de dados de fenômenos reais, no seu tratamento, registro e apresentação na forma de gráficos. Nestes instrumentos de medição, o Arduino possibilita

acompanhar, em tempo real, o fenômeno observado, assim como fornecer dados que os alunos poderão analisar, construindo tabelas e gráficos, estabelecendo relações entre variáveis que podem se explicitar na forma de equações comumente estudadas teoricamente na escola.

Durante o workshop⁶⁵, denominado O Arduino e a Produção do Conhecimento Científico nas Ciências Exatas, os alunos puderam perceber o uso de um termômetro digital no acompanhamento do aquecimento de uma substância pura sólida, na determinação do seu ponto de fusão. Em outro experimento foi possível monitorar o aquecimento de uma substância pura líquida submetida a um processo de destilação. Nesse procedimento, observou-se a variação da temperatura no tempo com a possibilidade de construir um gráfico a partir do fenômeno observado.

Além desses experimentos, acrescentam-se aqueles realizados em encontros anteriores, como o da Lei de Ohm. Nesse caso, os alunos tiveram a oportunidade de realizar medições utilizando um voltímetro, sem a utilização do Arduino. Dessa forma, puderam compreender o funcionamento dos procedimentos adotados pelos cientistas e entender a lógica subjacente ao processo de produção do conhecimento científico.

Inicialmente, observa-se nesta etapa, que os encontros contribuíram para que os alunos fizessem articulações com conteúdos disciplinares, envolvendo fórmulas previamente estudadas durante as aulas de componentes curriculares, tais como Física e Matemática:

Relembrei fórmulas que estudei tempos atrás, então considero uma boa experiência (Julia).

Antes estava me sentindo burro nos assuntos físicos e matemáticos (Duda).

As situações experimentais, que foram vivenciadas e demandaram a aplicação de conteúdos teóricos, favoreceram aos alunos resgatar fórmulas estudadas nas disciplinas e que haviam sido esquecidas. Tais evidências apontam para a importância da Educação Matemática, ou seja, a ênfase em um ensino de conteúdos matemáticos de forma contextualizada, prática e interdisciplinar que produza sentidos para os

⁶⁵ Realizado no Encontro 23 e detalhado na subseção 5.6, que apresenta os Encontros Formativos sobre Robótica Educacional – EFRE.

alunos e para sua aprendizagem. Uma aprendizagem que se torna complexa, na medida em que vai além dos conteúdos, procurando “manifestar-se no cotidiano e na esfera científica” (Bicudo, 1999a, p. 7), neste caso, favorecida pela experimentação e uso das tecnologias.

Por outro lado, o experimento no ensino, muitas vezes é elaborado como uma forma para se atingir o resultado previsto pela teoria, em busca de alguma regularidade que deve ser encontrada. Assim, se desperdiça a possibilidade de explorar o erro e o acaso como fatores que contribuem para compreender o processo de produção do conhecimento científico. Esse *modus operandi* na forma como a experimentação tem sido desenvolvida, termina levando ao que Borges (2002) considera, como um jogo viciado, durante o qual o aluno pouco desenvolve habilidades para lidar com o erro, com situações-problemas ou situações inusitadas.

Esses fatores revelam que as tecnologias, no campo da Robótica Educacional, podem favorecer ao aluno compreender como se produz o conhecimento científico. Nesse processo, os alunos perceberam que o Arduino possibilitou acompanhar experimentos reais na etapa de coleta e tratamento dos dados, ao tempo em que a Matemática atuou como uma ferramenta que favoreceu, tanto a interpretação como a análise dos dados oriundos do experimento.

Tais aspectos corroboram o pensamento de Matthews (1995), de que é importante a abordagem da ciência na escola a partir da História e da Filosofia da Ciência. Um dos caminhos é a experimentação contextualizada no tempo histórico e explicitada didaticamente, com a intencionalidade de se revelar o processo de como ocorre a produção científica até se chegar aos conteúdos tais como são ensinados na escola. Um caminho que se torna fundamental para que o aluno compreenda quando, onde e como esse conhecimento foi produzido.

Essa constatação foi possível uma vez que os alunos compreenderam que o Arduino, usado para “dar vida” ao robô, também poderia ser usado como microprocessador, junto a sensores e atuadores, em instrumentos de medição para acompanhamento de um experimento real. Nesse sentido, os alunos explicitaram que, com o Arduino:

Podemos medir temperatura, distância (Jorge).

Adicionando sensores e atuadores (Julia).

Para observar fenômenos e analisar dados. O Arduino também serve para medir, quantificar, fazer estimativa e serve como um banco de dados para análise científica (Enzo).

[...] pode ser programado para fazer isto (Duda).

Foram mostrados exemplos e explicações também visando a própria produção do conhecimento (Bruno).

O Arduino é um exemplo de como as tecnologias podem ser usadas de forma a favorecer abordagens científicas na escola, para além do seu puro e simples manuseio por parte dos alunos como meros usuários de tecnologias, mas também como ferramentas de mediação que potencializam a observação e mensuração de experimentos reais, assim como favorece a emergência e evidenciação de relações matemáticas que ocorrem de forma aplicada como aquelas que ocorrem nos processos de investigação científica.

Quando os alunos foram indagados se gostariam que o Arduino fosse usado na escola para acompanhar experimentos práticos, visando compreender conteúdos de Matemática, responderam afirmativamente, apresentando as seguintes justificativas:

Porque seria mais fácil o aprendizado e divertido (Paulo).

Pois faz ter mais intimidade com a Matemática e conseguir se interessar mais (Fabio).

Porque é uma temática da atualidade e pode favorecer o conhecimento científico (Enzo).

Quando questionados se, a partir destes encontros, perceberam a importância de se estudar determinados conteúdos de Matemática na Escola, todos alunos responderam que sim, ou seja, que esses encontros possibilitaram compreender o papel e a importância da Matemática.

Assim, de forma interativa e dialógica, os alunos relataram que, no processo de investigação científica, os cientistas: “Observam o fenômeno” (Paulo); “Identificam variáveis” (Julia); “Fazem medições usando instrumentos de medida” (Bruno); “[Atuam] na construção da tabela [de dados] para a construção do gráfico” (Fabio);

favorecendo a “descoberta de cálculos variáveis ou constantes” (Lucio); e “Expressam seus resultados na forma de equações matemáticas” (Duda).

Os resultados corroboram os achados de Rocha e Guadagnini (2014), que investigaram o uso do Arduino em contextos de aprendizagem no Ensino Médio. A referida pesquisa identificou que os estudantes adquiriram competências relacionadas à observação de fenômenos científicos, formulação e validação de hipóteses, comparação entre resultados obtidos e previstos, realização de ajustes experimentais e reavaliação dos experimentos.

Conforme pode ser observado, também identificaram a presença da Matemática em algumas etapas do processo de produção do conhecimento e, desta forma, os alunos terminaram reconhecendo a sua importância como uma ferramenta fundamental no processo de investigação. No entanto, tiveram dificuldades em expressar, de forma correta, a sequência de etapas do método científico, em uma atividade proposta em um dos encontros, uma vez que, individualmente, nenhum participante conseguiu elucidar a sequência de etapas.

A escola ainda se encontra distante de incorporar as tecnologias sob uma perspectiva crítica do ensino, da ciência, do processo de construção do conhecimento científico e do próprio uso das tecnologias. Um processo no qual os alunos terminam atuando como meros usuários dessas tecnologias sob uma perspectiva de natureza eminentemente instrumental. Quando inseridas nas escolas sob diferentes formas (TV, pendrive, Chromebook, dentre outras) terminam sendo resultados de uma decisão heterônoma a partir de especialistas, sem a participação dos professores e, portanto, distante dos seus interesses, condições de trabalho, capacitação e de sua operacionalização no interior da escola. Desta forma, algumas dessas tecnologias, oriundas de um processo exógeno ao trabalho docente, se tornam obsoletas; outras sequer chegam a ser implantadas.

Por fim, neste percurso investigativo, permanece a necessidade de compreender de que maneira ocorreu o processo de aprendizagem na etapa final da pesquisa, especialmente no que se refere à construção e utilização do robô em contextos de interesse da investigação, incluindo aqueles relacionados à Educação

Matemática.

6.4. Contribuições da Robótica Educacional para a Aprendizagem Dialógica

A análise e discussão dos achados, nos encontros, sobre as contribuições da Robótica Educacional para a Aprendizagem Dialógica, foram conduzidas nesta seção a partir de quatro categorias: Percepção do trabalho dialógico; Dificuldades enfrentadas durante o trabalho dialógico; Aspectos que (des)favoreceram a Aprendizagem Dialógica e; A contribuição da Robótica Educacional para a Aprendizagem Dialógica.

6.4.1. A percepção dos alunos do trabalho dialógico

De modo geral, os estudantes não tiveram dificuldades para trabalhar em grupo ao lidar com as situações-problemas que foram desafiados a resolver juntos. Eles conseguiram enfrentar esses desafios de forma dialogada, como foi mencionado por eles próprios.

É uma maneira de você poder se adaptar a outras opiniões, uma forma melhor de aprendizado (Enzo).

Tive que aprender a desenvolver melhor, ouvir mais as ideias deles e não seguir só as minhas (Fabio).

As falas de Enzo e Fabio reafirmam o pensamento manifesto por Freire (2006), onde enfatiza que os processos humanos são, em última instância, processos dialógicos, uma condição imposta à existência humana, uma vez que, para este autor, “Estar no mundo implica necessariamente estar com o mundo e com os outros” (Freire, 2006, p. 20). Assim, a dialogicidade, passa a ser uma forma de experienciar a relação com o outro. Um processo dialético permanente de construção e reconstrução de si e do outro, na interação social.

Ao mesmo tempo, a dialogicidade se configura como um desafio aos alunos ao se debruçarem sobre o objeto de aprendizagem a partir do olhar do outro, do convívio com o pensamento diferente, divergente e até mesmo contraditório no modo de entender esse objeto. Assim, reconhecem a importância do diálogo como uma forma de construção do pensamento escolar emergente, contrapondo-se às dinâmicas de poder e hierarquização, naturalmente instituídas de forma heterônoma no contexto escolar. Na direção oposta, pode-se observar que a experiência dialógica, vivenciada pelos alunos, contribuiu para propiciar um ambiente de aprendizagem que envolve processos de valorização da fala do outro e da reciprocidade coletiva, horizontalizando as relações sociais, respeitando e considerando as singularidades e as diferentes visões de mundo, assim como aprendendo a lidar com elas.

No entanto, os processos de ensino e aprendizagem que ocorrem no interior da escola de forma transmissiva, centrados exclusivamente nos conteúdos em detrimento ao desenvolvimento de habilidades, pouco atentam para esses espaços dialógicos de construção humana. Ao contrário, parece se estar mais preocupado, no interior da instituição escolar, com o preenchimento de cabeças bem cheias (Morin, 2000a) demandadas por uma inflação de conteúdos, cada vez maior, decorrente do atual processo vertiginoso de produção do conhecimento científico e tecnológico. Uma condição que parece difícil de ser equacionada, uma vez que é praticamente impossível para a escola acompanhar esse processo exógeno da produção do conhecimento, restando-lhe a função de preparar os jovens para aprender a aprender, a pensar criticamente, dentre outros desafios no campo do desenvolvimento de habilidades.

Os depoimentos também sinalizam que é na interação com o outro, com o pensamento adverso, contraditório, através de uma escuta sensível e de um espaço que se funda a partir da argumentação, que se favorece a troca de saberes, opiniões e vivências, como condição para se experienciar uma busca de consensos na superação de conflitos (Habermas, 1999a, 1999b).

Certamente isto ocorreu durante os encontros porque foram produzidas rupturas nas formas de aprender, superando a perspectiva de o aluno atuar apenas

como um depósito de conteúdo, uma vez que, no ambiente dialógico, na vivência com o outro, são mobilizadas habilidades interpessoais e cognitivas essenciais no sentido de contribuir para a argumentação das ideias, atentando para o ponto de vista do outro, o que pode favorecer a resolução de conflitos em busca de acordos elaborados entre as partes (Pozo; Echeverría, 2009).

6.4.2. As dificuldades enfrentadas durante o trabalho dialógico

Os processos de pesquisa que envolvem ações, sujeitos e diferentes experiências, sempre ocorrem intercorrências ou tensões, elementos constitutivos das relações humanas que demonstram que os métodos, as técnicas e os procedimentos metodológicos são vivos, autênticos e construtivos. Quando indagados sobre como desenvolveram essa prática dialógica, os participantes revelaram:

*Eu dizia por que tinha que ser do jeito que eu estava falando e pronto! (Julia).
[...] Ora um mandava ora era o outro (Jorge).*

Conforme pode ser observado, os processos dialógicos no ambiente de aprendizagem vão além de aspectos, puramente, cognitivos e podem envolver questões de controles e competitividades, uma vez que o grupo, enquanto espaço de aprendizagem, pode atuar como microesfera social no qual dinâmicas de poder coexistem a partir de posições hierárquicas socialmente construídas, durante as quais se constroem capitais simbólicos, instituídos ou legitimados, pelos participantes do grupo nas interações sociais vivenciadas.

Esses fatos reafirmam a concepção manifesta por Foucault (2012) de que o poder não pode ser visto apenas como algo centralizado, institucionalizado, distante dos indivíduos e das suas relações sociais concretas. Ao contrário, se capilariza na sociedade. Se revela nas microesferas de poder, nas relações cotidianas entre os indivíduos, durante as quais as pessoas “estão sempre em posição de exercer esse poder e de sofrer sua ação” (Foucault, 2012, p. 284). Desse modo, o autor aponta que qualquer organização social termina funcionando como uma célula da sociedade, reproduzindo as formas de poder e de dominação existente na sociedade em geral.

A esses aspectos construídos nas relações de aprendizagem entre os alunos, configura uma outra forma de poder que Bourdieu (2012) denomina de poder simbólico. Um poder que passa a ser atribuído e reconhecido ao outro, legitimando-o, por ser um detentor de um presumido capital simbólico que vai além daquele exercido pela força (física ou econômica). Um capital simbólico através do qual as pessoas se colocam e se distinguem em relações heterônomas hierarquizadas e se organizam "para definir não somente as regras do jogo, mas também suas regularidades" (Bourdieu, 2004, p. 27).

É importante salientar que interagir e dialogar com o outro não significa nos omitirmos diante dele, muito menos a ele nos submetemos. Ao contrário, significa estar em permanente diálogo franco, refletindo, valorizando as pessoas, em um processo humanizador. Um ato que, na sala de aula, não deve ser visto associado a uma pedagogia que se estabeleça reproduzindo o sistema social vigente como uma forma de dominação do outro, mas, ao contrário, como uma prática dialógica que se funda de forma libertadora, emancipatória, humanizadora (Freire, 1996).

No caso desta pesquisa, os alunos perceberam que são capazes de construir e reconstruir o conhecimento, em coletividade, o que demanda desafios a serem vivenciados através do trabalho dialógico no qual se aprende vivenciando-o na experiência, nas trocas, nas relações de poder emergentes. Assim, estar no mundo construindo sentidos, é necessariamente estar no mundo numa relação como outro. Uma relação dialética que se funda na própria *práxis* cujo desafio da pesquisa provocou os alunos a vivenciarem de forma plena essa experiência.

6.4.3. Aspectos que (des)favoreceram a Aprendizagem Dialógica

Quando indagados quanto aos aspectos que favoreceram a Aprendizagem Dialógica, foi sinalizado que:

A experiencia foi boa, pois as pessoas que eu mais trabalhei, no caso Bruno, Enzo e Carla, são pessoas que eu já estou mais acostumado (Fabio).

Eu não sou uma pessoa muito expansiva, mas quando eu tentava liderar era porque na parte de Matemática eu ficava mais confortável, se fosse outro assunto eu ia ficar quietinha, só balançando a cabeça (Júlia).

Pode-se perceber na fala de Fabio que a afinidade entre as pessoas é um dos fatores que favorecem o desenvolvimento do trabalho dialógico. Isso significa que a escuta atenta e até mesmo a identificação com o outro, com suas formas de pensar e fazer são fundamentais para o êxito da atividade na equipe. Assim, a afinidade em grupo passa a ser uma condição essencial para vivenciar o diálogo de forma plena, no sentido de transformação da realidade. Ou, nas próprias palavras de Freire,

O que se pretende com o diálogo, em qualquer hipótese (seja em torno de um conhecimento científico e técnico, seja de um conhecimento 'experencial'), é a problematização do próprio conhecimento em sua indiscutível reação com a realidade concreta na qual se gera e sobre a qual incide, para melhor compreendê-la, explicá-la, transformá-la (Freire, 1983, p. 52).

A experiência vivenciada pelos alunos encontra ressonâncias com o pensamento de Freire (2021) em que procura resgatar o sujeito social em um contexto adverso de isolamento atual na sociedade contemporânea, muitas vezes decorrente do desestímulo às formas comunicativas concretas. Nesse sentido, passa a ser importante o diálogo no qual se parte da curiosidade ingênua, valorizando os saberes daqueles que participam do grupo, na direção da construção de uma curiosidade epistemológica através de processos não hierarquizados, indagativos e interativos, tal como aqueles que foram explorados e vivenciados durante os trabalhos no grupo dos alunos participantes da pesquisa.

Outro aspecto que contribuiu para o desenvolvimento do trabalho dialógico foi a afinidade com a tarefa proposta, que, na maioria dos casos, consistiu em lidar com situações-problema apresentadas como desafios a serem superados pelos estudantes. Nesse sentido, a tarefa representa a atividade que confere sentido ao trabalho realizado em grupo. Quando apresentada forma de uma situação-problema, a tarefa não se limita a uma ação prática; ela também funciona como um momento de reflexão acerca do que está sendo feito (Quiroga, 1994). Trata-se de um desafio que mobiliza os alunos como seres cognoscentes, empenhados na busca pela resolução do problema, por meio de interações, diálogos e elaboração de hipóteses, com o objetivo de enfrentar e superar coletivamente a situação. A afinidade com tarefas centradas no desafio relacionado à Matemática vai além da concepção comum, muitas vezes reduzida à ideia de uma atividade a ser desempenhada.

Os participantes da pesquisa enfatizaram alguns aspectos que desfavoreceram o trabalho dialógico, sinalizando, dentre outros, a formação de “panelinhas”:

Até em sala de aula tem “panelinha”, a gente se acostuma com aquelas pessoas (Julia).

Um pensamento que não foi acatado por unanimidade, uma vez que no próprio grupo um estudante reagiu, conforme o diálogo, a seguir:

- Não é bem assim não, depende da realidade de cada um, eu falo com todo mundo (Jorge).

- Não é só falar com todo mundo, é ter intimidade para trabalhar com a pessoa (Júlia).

- Tranquilamente, não vejo problema (Jorge).

- Você nunca fica isolado? (Julia).

- Não, nunca me sinto isolado, muitas vezes eu escolho ficar sozinho. Para mim é de boa trabalhar com quem não é da minha panelinha (Jorge).

A afinidade com o outro, vista anteriormente por alguns participantes como um facilitador da atividade grupal, também pode se constituir em obstáculo para que o próprio grupo possa atuar, em sua totalidade, como uma comunidade de aprendizagem. Tais aspectos demandaram a atenção para um conjunto de operações que se configuram nas atitudes dos participantes. Nesse sentido, buscou-se intervir de modo a promover condições propícias para o enfrentamento dessas situações, nas quais os participantes da pesquisa foram desafiados a lidar com o pensamento diferente, contraditório.

Do mesmo modo, foi proposto o revezamento dos estudantes que passaram a atuar em grupos maiores, para evitar a “formação de panelinhas” e promover uma interação dialógica mais ampliada, como medidas adotadas, no sentido de enfrentar essa situação emergente no grupo. Assim, em determinados momentos, os alunos foram desafiados a sair do trabalho em dupla para atuar em grupos maiores quando passaram a vivenciar experiências diferentes de desenvolver a tarefa, a partir da qual relataram:

Foi uma troca de experiência boa (Jorge).

Aquela parte do grupo até que foi boa, eu pude interagir mais com Lucas e outros. Mas eu fiquei com raiva de dois que chegaram atrasados e não contribuíram muito com o trabalho (Julia).

O grupo já estava interagindo e quando tentei entrar no meio, senti que não tinha muito espaço para mim (Paulo).

Dificuldades que parecem se intensificar à medida que aumentou o número de componentes participantes da atividade dialógica proposta, uma vez que algumas dessas equipes com dois ou três componentes tiveram que se aglutinar em grupos maiores, conforme sinalizado pelo diálogo:

- Acho que o diálogo era mais entre Maria e Lucas (Paulo).

- Isso lembrou meu caso, era trio, mas Laura pulou fora, só vinha quando queria. Ela veio me ajudou a fazer a solda, mas depois sumiu [...] eu já esperava, pois Laura é assim mesmo, tudo que começa ela larga (Julia).

Desta forma, o desafio de trabalhar em grupos maiores se, por um lado, ampliou as possibilidades de trocas e de interações, por outro lado também favoreceu o surgimento de receios e estranhamentos entre os alunos diante de novos comportamentos ou condutas, antes não verificadas, no desenvolvimento das atividades.

Ao possibilitar o surgimento de falas emergentes de forma mais ampliada em grupos maiores, explorando a reflexão sobre a experiência de forma coletiva, os conteúdos, inclusive de Matemática, terminaram sendo abordados de uma maneira mais participativa, dinâmica e construtiva. O debate em grupos maiores, favoreceu trocas entre alunos diferentes, ampliando-se o diálogo antes restrito ao que denominaram de “panelinhas”.

Esses aspectos reafirmam o potencial que tem a Robótica Educacional, quando trabalhada na perspectiva dialógica, visando a aprendizagem dos alunos. Uma forma de atuar no processo de ensino e aprendizagem que favorece o diálogo, estimula a escuta dos alunos e reforça o debate estabelecido numa relação de horizontalidade, através da razão argumentativa. Em contraposição às formas heterônomas e hierarquizantes na relação com o conhecimento, comumente estabelecidas no processo de ensino e aprendizagem no cotidiano escolar.

No entanto, de uma maneira geral, o desafio de trabalhar com o outro, inicialmente, não apresentou problemas, uma vez que relataram:

Eu gostei [...] das companhias e das atividades práticas (Maria).

Gostei bastante. Eu me diverti muito com os encontros (Fabio).

Os depoimentos evidenciam que a Robótica Educacional, ao promover encontros onde necessariamente o estudante foi levado a ter que trabalhar e dialogar com o outro, reverberou em desafios que envolveram os estudantes tanto em aspectos cognitivos quanto em aspectos afetivos. Para Tassoni (2000), o vínculo e a afetividade são elementos indissociáveis na construção do conhecimento, uma vez que a elaboração cognitiva se estabelece na relação com o outro, onde as relações afetivas passam a ser cruciais na construção de significados e na qualidade do objeto internalizado no processo ensino e aprendizagem.

Um ambiente que termina sendo prazeroso, como afirma um dos participantes, uma vez que a atividade ali realizada é desenvolvida com alegria, o que reafirma o pensamento de Vigotski, quando assinala que;

Se fazemos alguma coisa com alegria as reações emocionais de alegria não significam nada senão que vamos continuar tentando fazer a mesma coisa. Se fazemos algo com repulsa isso significa que no futuro procuraremos por todos os meios interromper essas ocupações (Vigotski, 2001, p. 139).

Neste interim, não é possível separar afeto e cognição, daí a importância de que as situações de ensino sejam planejadas com essa intencionalidade articuladora, uma vez que, para Vygotsky (2001), o pensamento vem do que ele denomina de esfera de motivação que se encontra associada aos interesses, necessidades e emoções do sujeito cognoscente. A Robótica Educacional parece ter criado esse ambiente onde a problematização, os desafios, a convivência, o afeto, se articulam em um movimento que favorece a construção de uma Aprendizagem Dialógica.

Dificuldades no campo das emoções que levaram alguns estudantes até mesmo a pensarem em desistir do Curso, alegando questões pessoais relacionadas a aspectos cognitivos (dificuldade de compreender os assuntos), problemas de saúde ou esgotamento físico, dentre outros, contudo estes alunos concluíram o curso.

Várias Vezes. Eu estava desanimado, não compreendia nada. Só continuei frequentando por conta da professora. Ela é gente boa (Jorge).

Devido à problemas que eu estava/estou passando que causou muito cansaço, pressão e desânimo (às vezes) (Enzo).

No entanto, a maioria se posicionou de forma contrária, ou seja, afirmando que não pensaram em desistir por gostar das aulas, da professora, por querer concluir o curso ou por não achar entediante os Encontros.

Tive uma motivação que eu conseguiria e que não devia ligar para as vozes da minha cabeça falando para desistir (Fabio).

Sempre gostei das aulas (Julia).

Porque em nenhum momento eu achei chato ou entediante (Paulo).

É importante destacar que, dos 20 (vinte) alunos que iniciaram os EFRE, 14 (catorze) concluíram a formação com frequência igual ou superior da 75%, chegando até o final e fazendo jus ao certificado de conclusão. Inúmeros problemas foram relatados pelos estudantes ao longo desse processo como causa para desistência ou faltas aos encontros. Dentre os quais foram alegados problemas pessoais, a intensificação dos estudos, necessidade de trabalhar, esgotamento físico, pressão nos estudos e desânimo. Muitos desses motivos independiam da ação da professora-pesquisadora, mas refletem um processo de auto intensificação dos estudos vivenciados pelos alunos que estudam numa escola em tempo integral.

6.4.4. Robótica Educacional: um ambiente para Aprendizagem Dialógica

Nesta seção, serão analisadas situações de ensino e de interações comunicativas desenvolvidas nos encontros, tendo como base o pensamento de Aubert *et al.* (2010), estruturado nos princípios do diálogo igualitário; da inteligência cultural; da transformação de si e do contexto (dos conhecimentos prévios e do contexto sociocultural) na relação com o outro; da aprendizagem instrumental (desenvolvimento de habilidades); da criação de sentidos e nas ações solidárias. Princípios que contribuíram para identificar, na pesquisa, a ocorrência de processos de Aprendizagem Dialógica (Aubert *et al.*, 2010) em ambientes que foram favorecidos pela Robótica Educacional.

Além de depoimentos, tal como utilizados anteriormente, também foram utilizadas imagens dos alunos interagindo, dialogicamente, em grupos durante o desenvolvimento dos Encontros. A compreensão que a partir das imagens

representam o significado do momento da interação vivida coletivamente, contribuindo para consubstanciar a análise realizada.

6.4.4.1. Através do Diálogo igualitário

Inicialmente, foi possível perceber que a Robótica Educacional contribuiu para uma Aprendizagem Dialógica, uma vez que favoreceu um ambiente em que se procurou estabelecer um diálogo igualitário, durante o qual os alunos puderam trazer suas contribuições que foram validadas de acordo com seus argumentos, independentemente do nível de saber que ocupavam na hierarquia do conhecimento (Flecha, 1997). Isso ocorreu em determinados momentos vivenciados nos Encontros, como exemplo, pode-se citar o fato de que, mesmo estando no primeiro, segundo ou terceiro ano do Ensino Médio, os alunos foram provocados, a partir de situações-problemas, a debater coletivamente na busca de soluções para o problema proposto.

Nestas e em outras situações semelhantes, os alunos trocaram saberes e experiências a respeito dos fenômenos vivenciados. Buscaram dialogar, apresentando argumentos com base nas suas experiências individuais. A partir dos debates, procuraram estabelecer consensos sobre como enfrentar e superar o problema para tomar uma decisão, conseguindo sair do dilema que pode paralisar na direção da ação concreta de enfrentamento e superação.

Figura 48 – O diálogo igualitário potencializou a Aprendizagem Dialógica





Fonte: Acervo da pesquisadora.

Em algumas situações, a professora-pesquisadora, muitas vezes, assumia a posição do “não responder ou responder” com uma pergunta e não com uma resposta, mediando, catalisando e provocando movimentos reflexivos, de articulação entre teoria e prática, de busca a outros referenciais a serem utilizados para argumentação com base no diálogo. De igual maneira, estimulando os relatos e experiências que os alunos traziam a partir da vivência com a família, com a comunidade ou até mesmo através de consultas bibliográficas e eletrônicas, envolvendo vídeos, textos, dentre outros, deslocando a perspectiva do professor como única fonte do saber. Essa atitude da professora-pesquisadora foi percebida por um dos alunos, durante a montagem do robô, quando relatou que:

A maior dificuldade nessa parte da montagem foi decidir onde ia ficar cada peça no corpo do robô, pois a professora não disse que era certo ou errado, o que não ajudou essa pessoa indecisa que sou eu, mas eu entendo o porquê a fez isso (Lucas).

Em determinados momentos, assumir a postura de não responder e de provocar a igualdade dialógica no grupo, é um desafio para os professores frente a uma escola fortemente influenciada por uma cultura escolar que naturaliza, em seu *modus operandi*, uma organização hierarquizada do processo de ensino e

aprendizagem. Para Aubert *et al.* (2010, p. 171), “el professorado y los profesionales de la educación em general pueden buscar las condiciones óptimas para reducir al mínimo la influencia de esa desigualdade”.

O exercício do diálogo igualitário na escola é um caminho que favorece a construção e afirmação da democracia, uma vez que a sociedade atual postula, cada vez mais, uma participação mais efetiva dos cidadãos nos espaços e debates públicos. Como provoca Aubert *et al.* (2010, p. 168-169), atualmente, “*queremos ser autoras y autores de nuestra propia biografia y, el diálogo con las personas con las que nos relacionamos a lo largo de la vida, es una forma de conseguirlo*”. Nesse contexto, passa a ser fundamental a utilização da prática dialógica nas relações, tanto sociais como pessoais, através da criação de um ambiente que a escola não pode se omitir.

Para tanto, ao assumir uma pesquisa que os alunos são sujeitos capazes de linguagem e ação, potencializa a interação por meios verbais ou não verbais em ambientes de aprendizagem onde possa predominar a força dos argumentos, em detrimentos aos argumentos da força (Aubert *et al.*, 2010). Desta forma, procurou-se fomentar o pensamento emergente dos diálogos estabelecidos de forma horizontalizada, em contraposição aos ditames acadêmicos, nos quais se pressupõe uma hierarquização do conhecimento delineada a partir daqueles instituídos no posto de saber e de poder existentes, tanto na escola como na sociedade.

6.4.4.2. Através da inteligência cultural

De maneira semelhante, é possível perceber que a Robótica Educacional contribuiu para a Aprendizagem Dialógica porque, através das trocas realizadas de forma produtiva, se valorizou os saberes e a experiência que cada um trouxe resultante de suas singulares socio-interações junto à família e à sociedade, independentemente da posição de cada um na hierarquia de instrução escolar. Saberes e experiências que não foram resultados apenas de conhecimentos acadêmicos, fruto do ensino na escola, mas de uma inteligência cultural (Aubert *et al.*,

2010), construída socialmente. Essa inteligência é resultante da acumulação de conhecimentos obtidos também de relações não formais de ensino, nas quais se encontram envolvidos a família, amigos e outros sujeitos sociais. Conhecimentos que são gestados em cada contexto social e cultural, onde os alunos se encontram inseridos.

Eu já tinha algum conhecimento, sempre assisti canais que criavam coisas com motores, placas, entre outras coisas, eu só não sabia como eles faziam, mas sempre admirei e queria comprar as pecinhas para fazer quando era menor (Julia).

Os interesses pessoais e contexto familiar de Julia⁶⁶, assim como, de todos os outros participantes, foram considerados uma perspectiva ontológica, em suas singularidades a partir de suas próprias histórias de vida. Desse modo, durante os encontros, se constatou uma pluralidade de dimensões presentes nos debates, oriundas de diferentes contextos trazidas por cada participante, a partir das interações realizadas durante os encontros, que certamente influenciaram na riqueza da construção do conhecimento, contribuindo para enfrentar e superar os desafios que lhes foram propostos. O que pode ser confirmado a partir dos depoimentos que expressam essa aprendizagem realizada na interação com o outro:

Aprendi vendo meus colegas fazendo as atividades e isso foi interessante (Jorge).

A montagem [do robô] nesse encontro foi muito mais fácil do que no anterior, porém tenho que dizer que minha "dupla" Maria me ajudou demais (Lucas).

Contribuiu para eu ter outras ideias e ver de outra forma o que via (Fabio).

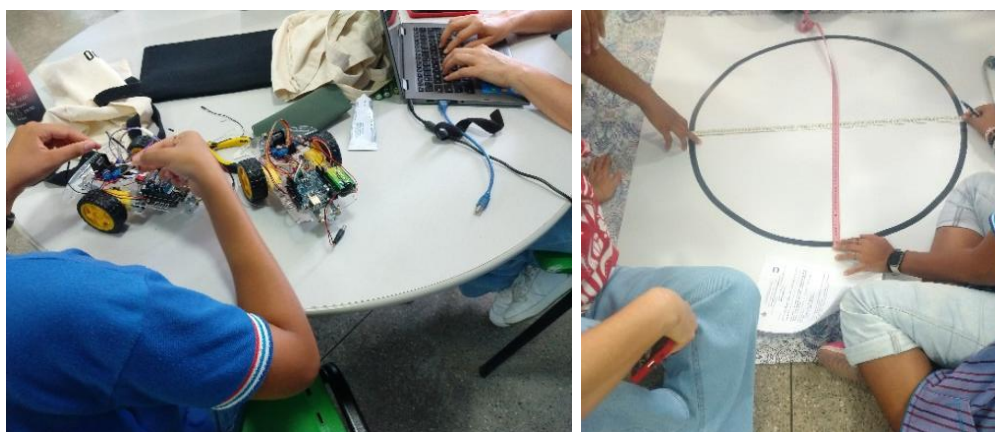
Às vezes, o interesse por determinado assunto como a Matemática ou pelas tecnologias, ou até mesmo influências no desenvolvimento de algumas habilidades por determinados alunos, dentro ou fora da escola, levaram a uma riqueza no debate a partir das contribuições destes participantes. Ou, como afirma uma aluna que demonstrou sempre gostar de Matemática: “consegui interagir com os outros participantes e interagia bastante nas aulas que tinha matemática” (Júlia).

⁶⁶ Em vários momentos, Julia comentava de forma orgulhosa das habilidades com solda e uso de ferramentas que foram aprendidas em casa, como pai.

De forma semelhante, destaca-se a participação de uma aluna que contribuiu mais efetivamente com os colegas na etapa de soldar componentes eletrônicos. Quando indagada quanto à origem desse conhecimento, revelou ter desenvolvido esse interesse e habilidades com a soldagem e uso de ferramentas na relação com o pai. Sob esse aspecto, Aubert *et al.* (2010) chama a atenção para a importância desses saberes no processo de construção do conhecimento escolar. Para esse autor, quando limitamos aos saberes apenas àqueles estritamente adquiridos na escola, alijamos desse processo “*un buen número de personas que disponen de otros saberes culturales que son imprescindibles para mejorar la calidad educativa em la sociedade de la información*” (Aubert *et al.*, 2010, p. 176).

Ao mesmo tempo, se consolidaram durante os encontros mecanismos de autoconfiança, na medida em que os participantes se perceberam capazes de, coletivamente, resolver o problema. Uma autoconfiança que era reforçada pelo grupo no reconhecimento destas habilidades ou participação. Em outras palavras, pode-se perceber que à medida em que se aprofundava um diálogo de forma igualitária, valorizando-se tanto os saberes acadêmicos como não acadêmicos, potencializaram-se as possibilidades para uma Aprendizagem Dialógica como forma de enfrentar e superar as situações-problemas.

Figura 49 – Na superação dos desafios foram usados saberes acadêmicos e não acadêmicos (inteligência cultural)



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Desta forma, foi possível constatar que nesse processo, através do qual vai emergindo um conhecimento construído coletivamente, estabelecido através do diálogo, podem ocorrer mecanismos de transferência cultural. Ou seja, processos culturais de construção de uma aprendizagem que não ocorre a partir dos significados que as pessoas atribuem individualmente às coisas, mas que são construídos socialmente, comunicativamente mediados nas interações delas com os mundos social, objetivo e subjetivo (Habermas, 1999a; 1999b).

O que equivale dizer que todas as pessoas têm uma inteligência que as capacita participar de um diálogo igualitário. Isso ocorre em função da vivência de cada um, resultante dos nossos contextos de vida e das relações que neles se estabelecem, o que termina se constituindo no que Flecha (1997) denomina de inteligência cultural. Um processo que desmistifica a falsa concepção de que só é possível construir e transmitir o conhecimento, se for alicerçado na única via possível estabelecida através da relação heterônoma entre professor e estudante nos espaços da academia. Aubert *et al.* (2010) ressalta a importância de se procurar articular na escola, ao máximo, os conteúdos curriculares aos códigos e experiências culturais trazidas pelos alunos.

6.4.4.3. Através da transformação de si e do contexto

Outro aspecto que evidencia o potencial da Robótica Educacional em promover um ambiente propício à Aprendizagem Dialógica, reside no fato de se acreditar que cada pessoa pode formar e se formar a partir das interações dialógicas em uma perspectiva de transformação, o que é assumido como um dos princípios basilares da Aprendizagem Dialógica de acordo com Flecha (1997). De uma maneira geral, a aprendizagem, e em específico, a Aprendizagem Dialógica pode produzir transformações nas pessoas, tanto na dimensão cognitiva, como afetiva e social.

Nesse sentido, ressaltamos uma situação ocorrida, na qual os participantes foram desafiados a atuar em um processo de Aprendizagem Dialógica, que foi provocado a partir de um encontro onde muitos alunos não compareceram. Assim, no

encontro seguinte, aqueles que haviam feito a prática no encontro anterior, assumiram o papel de monitores para comunicar o que vivenciaram e aprenderam, orientando aqueles que haviam faltado ao encontro passado e não tinham realizado a prática. Na percepção de alguns destes alunos:

Esse encontro foi bastante diferenciado, já que tivemos que desenvolver nosso lado totalmente social. Como na última aula faltou uma parte dos alunos, as duplas que estavam presente no encontro anterior tiveram que ajudar as duplas que estavam fazendo pela primeira vez a fazer a atividade do gráfico (Luan).

No primeiro momento eu achei que não ia conseguir ensinar, mas até que eu me sai bem. Foi um pouco difícil, mas foi algo que eu fui superando aos poucos e conseguindo “ensinar” o que aprendi (Maria).

Foi bacana, a melhor maneira de se aprender é ensinando. Tanto que tirei minhas dúvidas também, com isso tivemos oportunidade de aprender mais (Enzo).

Foi uma experiência nova e bastante interessante (Laura).

Por outro lado, na perspectiva de quem havia faltado e estava sendo orientado pelo colega, podemos destacar:

Foi uma experiência legal, significativa que eles aprenderam e conseguem passar esse conhecimento (Duda).

Foi bom e divertido, eu gostei e aprendi bastante (Rosa).

Foi interessante ter alguém do lado ensinando com paciência e sem rapidez, explicando várias vezes (Aline).

Legal, me diverti e aprendi coisas que podem se uteis pra vida (Caio).

Outras situações semelhantes foram vivenciadas durante os encontros, através das quais se procurou estimular a realização de ambientes coletivos de trocas de saberes e de experiências. Percebeu-se que essas interações são transformadoras uma vez que favorecem mudanças nas próprias pessoas e nos contextos em que elas vivem. Assim, coletivamente, os alunos foram interagindo e criando artefatos na etapa de soldagem que não estavam previstas como orientações da pesquisa, mas que passaram a ser construídos em todas as bancadas, como pulseiras e colares.

De igual modo, as interações na montagem do robô entre diferentes equipes, levaram alguns alunos que estavam conseguindo avançar nas etapas a ensinar a outros que não haviam obtido êxito. Em um movimento solidário, compartilharam conhecimentos e habilidades, impulsionados pelo ambiente colaborativo construído ao longo dos encontros. Esses aspectos demonstram que a aprendizagem na escola

deve ser orientada para a mudança e não para a adaptação, uma vez que os indivíduos nos diferentes ambientes de aprendizagem, conforme afirmou Freire (2021) são seres de transformação e não seres de adaptação.

A transformação pôde ser observada sob diversos aspectos. Um desses aspectos ocorreu em relação à sociabilidade, uma vez que um dos participantes, Duda, no início dos EFRE, resistia em interagir com os colegas e até mesmo com a pesquisadora. Na maioria das vezes, “olhava atravessado” sempre que eu tentava me aproximar. No entanto, no meio do curso em diante, na medida em que foi participando das atividades, passou a interagir mais com os colegas, a sorrir para mim e não ia embora sem me dar um abraço. Outro aspecto observado foi relativo ao desenvolvimento da confiança em si. Nesse sentido, outra participante, Laura, ao participar das atividades iniciais, sempre dizia “eu não consigo”, mesmo antes de tentar. Entretanto, depois, escreveu um depoimento onde dizia “[...] podemos melhorar na próxima aula o que eu não consegui hoje”.

Ainda sob esses aspectos de si e do contexto, destaca-se o fato de aprender com o outro, uma vez que Fabio, em alguns momentos iniciais apresentou dificuldade para trabalhar em grupo. Ficava ‘emburrado’ quando não concordavam com ele, mas, ao final do curso relatou: “Eu sinto que eu tive que aprender a desenvolver melhor, ouvir mais as ideias deles e não seguir só as minhas”. Ainda se insere nesse contexto as perspectivas futuras, no qual Fabio, inicialmente, disse que “queria aprender a programar jogo”, que gostaria de trabalhar com isso, sendo que, mais à frente relatou: “agora acredito que é possível”. Também nesse sentido destaca-se o posicionamento de Enzo ao dizer que “sempre se imaginou estudando programação” e, depois dos EFRE, passou a ter certeza do que queria e, hoje, é estudante de graduação na área de tecnologia.

Esses aspectos corroboram com o pensamento de Freire (2021) de que a aprendizagem não pode ser vista como uma mera transferência de conhecimentos (“depósito bancário”) de alguém que sabe para alguém que não sabe, mas como um processo igualitário de trocas no qual as pessoas passam a ser vistas como seres em transformações. Transformações que ocorrem em comunidades de aprendizagem

nas quais os sujeitos atuam de forma igualitária, como resultado de processos dialógicos horizontalizados, sem que se tenham imposições de ideias individuais (Flecha, 1997). Uma atuação na construção coletiva do conhecimento, que tem como base a racionalidade comunicativa e argumentativa defendida por Habermas (1999a; 1999b).

6.4.4.4. Através do desenvolvimento de habilidades

Nesta pesquisa, constata-se que a Robótica Educacional contribuiu para uma Aprendizagem Dialógica, numa perspectiva instrumental, na medida em que favoreceu o desenvolvimento de habilidades nos alunos. Em vários momentos, pôde-se registrar situações de aprendizagem nas quais os participantes da pesquisa foram desafiados a lidar com materiais e ferramentas comumente utilizadas na eletrônica, aprendendo como soldar, a escolher chaves de fenda e alicates adequados a cada trabalho ou a lidar com componentes eletrônicos. Do mesmo modo usando, como fonte de aprendizagem, dispositivos como o celular, o notebook (Chromebook), *softwares* como o Tinkercad, a linguagem de programação, assim como ferramentas manuais (*protoboard*, multímetro) e o raciocínio lógico na construção de algoritmos. Estes, dentre outros desafios, resultaram tanto no desenvolvimento de habilidades como na aprendizagem de conteúdos por parte dos alunos.

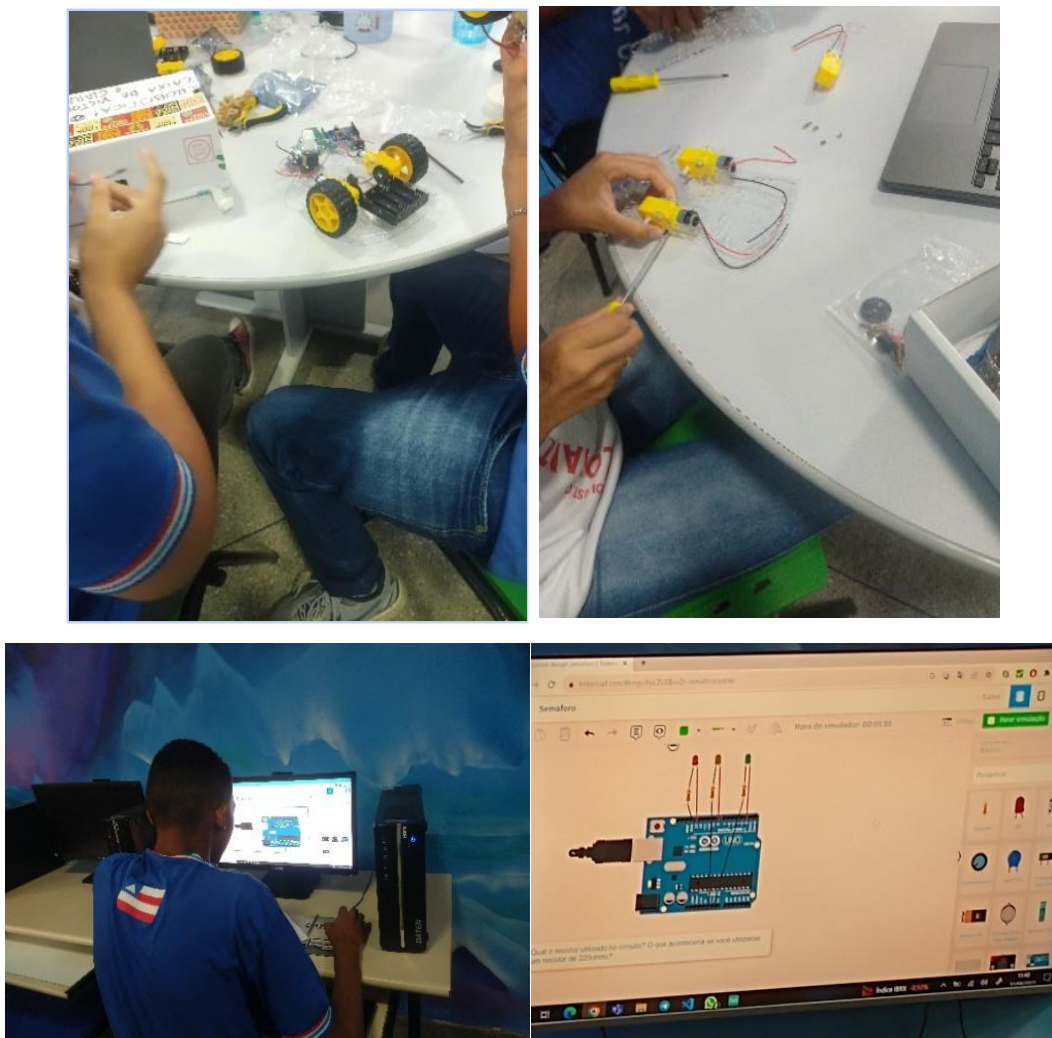
O desenvolvimento dessas habilidades é reconhecido pelos participantes da pesquisa, em relação aos desafios enfrentados de manusear ferramentas, equipamentos, *softwares*, dentre outros, quando revelaram:

Tive dificuldade de colocar os parafusos no motor da roda, mas eu consegui (Lucas).

Na montagem do robô foi fácil fazer a solda e parafusar. Amei montar o robô, foi a minha parte preferida (Maria).

Quando vi que eu soube fazer, fiquei com a sensação de aprendizado (Bruno).

Figura 50 – Desenvolvimento de habilidades na perspectiva instrumental



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Sob esse prisma, observou-se a manutenção de um trabalho dialógico e colaborativo. Sendo que os alunos se mostraram criativos, na montagem de artefatos como colares, pulseiras e outros que não estavam previstos nas orientações dadas pelo professor. Do mesmo modo, incorporaram o lúdico como componente do processo de aprendizagem de forma autoral. Um desafio que também levou ao desenvolvimento de habilidades manuais, uma vez que aprenderam a usar alicates para cortar ou desencapar fios, ou usar o torno para prender componentes eletrônicos, assim como usar o ferro de solda ou o multímetro.

No entanto, o desenvolvimento de habilidades, não ocorreu apenas em um sentido restrito instrumental no âmbito do manuseio de programas, ferramentas, equipamentos e aplicativos, ou na aprendizagem de conteúdos específicos disciplinares. Mas também incluiu o desenvolvimento de habilidades interpessoais, no sentido de lidar com o outro, articulando o pensar, sentir e agir, o que vai ao encontro do que afirma Burbules, de que o diálogo "*mejora el conocimiento, la inteligencia o la sensibilidad de los que toman parte en él*" (Burbules, 1999, p. 32).

Lidar com o outro é um desafio que atinge frontalmente um ensino e uma avaliação preponderantemente centrados no desempenho individual do aluno. Sob esse aspecto, é natural a reação dos participantes da pesquisa, seja expressando suas dificuldades no trabalho com o outro, seja reconhecendo a importância e o seu crescimento nesse processo, conforme depoimentos a seguir:

Não gosto muito de participar em grupos, mas eu me senti bem e conseguimos nos desenvolver bem (Maria).

Me senti desconfortável em não ser útil em alguma coisa ou em não conseguir ajudar em algo, pois tenho dificuldade em trabalhar em equipe (Fabio).

É você poder entender de outra maneira, você pode ter uma opinião e seu colega ter outra (Enzo).

Durante os encontros, observou-se que, na perspectiva dialógica, os alunos não só aprenderam a pensar de forma compartilhada, mas também desenvolveram a capacidade de “observar e escutar, a relacionar as próprias opiniões com as alheias, a admitir que outros pensem de modo diferente e a formular hipóteses em uma tarefa de equipe” (Bleger, 1998 p. 76-77). Na Figura 51 observa-se situações de trabalho em grupo, no qual é fundamental saber lidar com o outro.

Figura 51 – Desenvolvimento de habilidades para lidar com o outro



Fonte: Acervo da pesquisadora.

O mais importante é que todas essas habilidades, seja na perspectiva do trabalho manual ou intelectual ou de lidar com outro, foram desenvolvidas a partir dos desafios propostos e interagindo com os recursos fornecidos. Mas sobretudo, dialogando coletivamente sobre a ação e problematizando os desafios e maneiras de como enfrentá-los. As imagens da Figura 51 revelam a construção coletiva e solidária dessas habilidades, nas quais os estudantes se complementam na prática, em um esforço que supera a perspectiva da aprendizagem individualista, uma vez que a maioria dessas atividades foram desenvolvidas em dupla, trio ou grupos maiores.

É importante enfatizar que essas habilidades não foram construídas em uma perspectiva individual, mas como um processo coletivo, o que se contrapõe a um *modus operandi* muitas vezes adotado na escola na perspectiva da racionalidade técnica (Schön, 2000) de uma aprendizagem restrita a um enfoque técnico circunscrita a um “saber fazer” esvaziado de um “saber pensar”. Ao contrário, esse processo implica na articulação entre teoria e prática, entre conhecimentos cotidianos e acadêmicos, que é favorecido em processos dialógicos onde as pessoas

compartilham suas reflexões, experiências e conhecimentos, incluindo os saberes populares, indo além daqueles aprendidos na escola.

6.4.4.5. Através da criação de sentidos

A Robótica Educacional contribuiu para uma Aprendizagem Dialógica dos partícipes da pesquisa, uma vez que favoreceu a criação de sentidos nos alunos em relação às atividades ou conteúdos que estavam sendo estudados ou investigados. Dentre essas situações pode-se destacar aquelas em que os alunos foram desafiados a programar o robô para realizar uma trajetória retilínea por um determinado tempo. A partir dos cálculos de velocidade em função da distância percorrida no tempo. Desse modo puderam perceber, de forma aplicada, conceitos de Cinemática vistos na teoria da disciplina Física na escola, assim como o sentido da Matemática nas operações de realização de cálculos e aplicação de fórmulas, bem como, a importância do uso das unidades de medida para melhor compreensão dos valores calculados/medidos. Situações favorecidas por um ambiente de Aprendizagem Dialógica, proporcionado pelo conhecimento sobre Robótica Educacional.

Outra situação envolveu o encontro em que os alunos programaram o robô para se deslocar para além de uma trajetória retilínea, deslocando-se por um determinado tempo em linha reta e, em seguida formando determinados ângulos de tal maneira que, ao final, construíssem a figura de um triângulo, conforme pode ser visualizado na Figura 52. Essa ação possibilitou, aos partícipes, estabelecer relações com a Matemática.

Figura 52 – Percebendo sentidos para a Matemática nas aplicações do Robô



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Quando os alunos são provocados, em situações de ensino, a refletir coletivamente, eles tendem a produzir sonhos e sentimentos que podem influenciar suas ações. Isso demonstra que o sentido também tem uma origem intersubjetiva que não pode ser menosprezada. Muitas decisões nas vidas das pessoas são tomadas a partir de sentimentos ou emoções vividas (Moraes; De La Torre, 2004). O que leva Flecha (1997, p. 35) a afirmar que “Todo el mundo podemos soñar y sentir, dar sentido a nuestra existencia. La aportación de cada uno es diferente a la del resto y, por tanto, irrecuperable si no se tiene en cuenta”.

Assim, não basta a busca de sentidos individualmente, conforme preconizada em algumas teorias de aprendizagem e praticada na escola. A construção de sentidos a partir do exercício coletivo é essencial em uma sociedade cada vez mais carente do convívio social, da busca de sentidos criada em espaços coletivos e dialógicos que inspirem na direção de outra sociedade fundada na capacidade de organização social dos sujeitos. Em outras palavras, o aprofundamento das dimensões humanas cria significados a partir das próprias histórias de vida de cada um/uma e contribuem para a construção de uma inteligência cultural.

Construção de sentidos que foi sendo percebida pelos alunos, a partir das trocas realizadas, levando a reflexões como aquelas descritas em sessões anteriores, tais como o sentido de por que estudar matemática a partir da sua aplicação em

situações do cotidiano, ou o sentido de se compreender como se produz o conhecimento científico que é estudado na escola como produto (fórmulas e gráficos) em detrimento a um processo histórico que lhes é negado na própria escola.

Essas situações favoreceram a produção de sentidos na articulação entre teoria e prática, o que levou à manifestação dos alunos através de depoimentos como este: “fiquei bastante orgulhoso do que consegui fazer” (Lucas), feita por um dos participantes da pesquisa após concluir a soldagem, de forma criativa, construindo uma pulseira com pedaços de fios, que pode ser vista na Figura 53.

Figura 53 – O sentido construído a partir da criação e da autoralidade



Fonte: Acervo da pesquisadora.

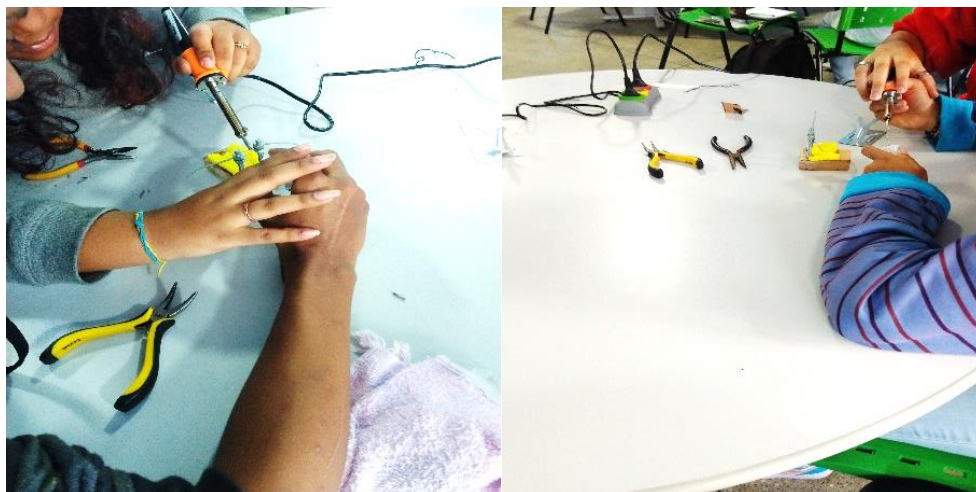
6.4.4.6. Através da solidariedade

Não menos importante foram as situações em que se percebeu que a Robótica Educacional contribuiu para uma Aprendizagem Dialógica, em virtude de momentos de solidariedade manifestos pelos participantes da pesquisa durante os Encontros, no sentido de ajudar o outro a aprender determinado conteúdo ou desenvolver alguma habilidade. Representado pelo depoimento de um aluno ao afirmar a esse respeito:

Você pode ter aprendido algo que seu colega não entendeu ou vice-versa (Bruno).

Na Figura 54 é possível observar duas imagens de duplas trabalhando literalmente a quatro mãos, em um processo de apoio mútuo para realizar uma tarefa.

Figura 54 – A solidariedade durante o desenvolvimento das atividades



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Situações de solidariedade emergiram naturalmente quando os alunos foram colocados em situações de aprendizagem, tendo como base as reflexões coletivas e as condições de diálogo igualitário, ou seja, sem a existência de cânones do saber. A partir dessas observações, cabe questionar as práticas escolares centradas no individualismo, as avaliações voltadas exclusivamente para o desempenho individual, além do estímulo ao competitivismo comumente presentes.

Contrapor-se a essas formas de educação é apostar na humanização das relações sociais dentro da escola, investindo em práticas solidárias para além das práticas individualistas e fragmentadas. Ou seja, oferecer aos estudantes, no interior da escola, mecanismos reais de contraposição aos ditames individualistas de desempenho e avaliação de uma sociedade capitalista, distante de um compromisso político e de uma visão crítica dos processos sociais, econômicos e culturais, que terminam por estabelecer normas de condutas e estatutos políticos de neutralidade da ciência, uma vez que no interior do processo de ensino e aprendizagem ninguém pode ser visto "fora da sociedade ou desligada de influências culturais, linguísticas e ideológicas" (Kincheloe, 2006, p. 99).

Em outras palavras, significa os professores assumirem o fenômeno educativo com um compromisso político e uma intencionalidade humano-formativa no sentido de produzir "experiências emancipatórias para eles mesmos e para seus alunos"

(Kincheloe, 1997, p. 180). Experiências que contribuam para romper com a fragmentação em busca da totalidade nas relações homem-homem e homem-mundo em contraposição às formas alienantes instituídas.

A Figura 55, apresenta um registro da Roda de Conversa realizada durante a pesquisa sob o título Diálogos sobre Robótica Educacional: Trocando experiências. Foi um momento de socialização de experiências, medos, angústias, conquistas e conhecimentos, num processo solidário compartilhado por iguais. A Roda de Conversa aconteceu entre os participantes da pesquisa e um grupo de alunos do Ensino Médio de uma Escola Militar de Salvador, participantes do Programa de Iniciação Científica Júnior da UNEB, em Robótica Educacional. Foi possível observar um momento de uma escuta atenta, no qual os alunos se tornaram vulneráveis e se expuseram em um ambiente favorecido pela Robótica Educacional, o qual potencializa a aprendizagem.

Figura 55 – Solidariedade na troca de experiências.



Fonte: Acervo da pesquisadora.

Sob esse aspecto, a Robótica Educacional contribuiu para reflexões coletivas, para trocas e aprendizagens mútuas, que favoreceram uma Aprendizagem Dialógica. Os participantes da pesquisa puderam vivenciar a experiência de que é possível aprender com o outro, com a máquina, de forma mais autônoma para além daquela restrita situação cognoscente de dependência do professor como única fonte de saber. Puderam aprender no debate aberto (diálogo igualitário), a partir do desenvolvimento de um raciocínio lógico, no exercício da defesa de argumentações em busca de consensos, circunscritos a uma racionalidade comunicativa habermasiana nas relações com o outro enquanto comunidade de aprendizagem. Um caminho emergente que aponta que é possível ensinar e aprender coletivamente sem se desumanizar.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa investigou situações-problemas vivenciadas em Encontros Formativos sobre Robótica Educacional (EFRE) por um grupo de alunos do Ensino Médio de uma escola da Rede Pública de Salvador - Bahia. As evidências confirmaram a propositiva de tese de que a Robótica Educacional, através de uma perspectiva dialógica, reflexiva e de situações-problemas, instiga os sentidos e significados acerca dos usos de aparatos instrumentais e, favorece a Aprendizagem Dialógica sobre Educação Matemática junto aos alunos da Rede Pública de Ensino.

Nos EFRE, os alunos-participantes enfrentaram desafios relacionados à Robótica Educacional (RE) e à Educação Matemática. Desta forma, os resultados do tratamento e análise dos dados obtidos, a luz do referencial teórico, permitiram verificar que foi atingido objetivo da pesquisa, no sentido de compreender como a Robótica Educacional pode contribuir para uma Aprendizagem Dialógica da Educação Matemática de alunos do Ensino Médio. É importante salientar que esses encontros formativos se submeteram às práticas sociais ao mesmo tempo em que foram retroalimentando o processo de investigação e de aprendizagem.

Na relação com os dispositivos tecnológicos, evidenciou-se que os alunos não demonstraram dificuldades em lidar com as tecnologias digitais, tais como o Padlet, o celular e a ferramenta de busca do Google. Algo esperado, uma vez que os adolescentes têm, naturalmente, incorporado no seu cotidiano o uso desses instrumentos tecnológicos. O Google aparece como a fonte de busca de informações preferida, ainda que, na maioria das vezes, ocorram de forma acrítica através de um processo de “cópia e cola”. A escolha do celular e da ferramenta Google ocorre pela rapidez, praticidade de acesso, e pela oferta diversificada de fontes de pesquisa, em detrimento dos livros, cada vez mais em desuso, quando se trata da preferência de pesquisa dos estudantes.

Do mesmo modo, os alunos participantes da pesquisa não apresentaram muitas dificuldades no uso de dispositivos tecnológicos como a calculadora *online* para resistência de resistores, o Chromebook, o multímetro e o Tinkercad. Sendo que, o manuseio da calculadora *online*, devido à sua maior simplicidade de utilização, e do Chromebook, por já estarem ambientados com seu uso, se diferenciaram dos demais.

Esses achados da pesquisa apontam para a necessidade de a escola ultrapassar os limites da formação de cidadãos, numa sociedade em rede, apenas como meros usuários acríticos de tecnologias. Isso implica em provocar rupturas com as formas tradicionais de aprendizagem lineares instituídas, articulando saberes e desenvolvendo um pensamento crítico-reflexivo que possibilite uma formação para autonomia.

Alguns obstáculos surgidos, como, por exemplo, no uso do multímetro, envolveram uma limitada compreensão das unidades de medida e das escalas, assim como o pouco conhecimento prévio de eletricidade e de circuitos elétricos. Contudo, esses obstáculos, muitas vezes oriundos de um ensino descontextualizado, acadêmico e distante do cotidiano dos sujeitos, terminou se revelando na pesquisa como uma oportunidade para o desenvolvimento de habilidades, para relacionar a teoria com a prática, além de favorecer a abordagem de conteúdos matemáticos de forma contextualizada.

A investigação permitiu demonstrar que as dificuldades no uso de dispositivos tecnológicos, como o Tinkercad, logo foram superadas e que ele também contribuiu para o aprimoramento de habilidades dos estudantes ao integrar teoria e prática. Esses aspectos ressaltam a importância de se trabalhar na escola o erro e a simulação, como fonte de aprendizagem. A elaboração, manipulação e simulação de projetos experimentais antes da implementação física em bancada ofereceu oportunidades de articular a teoria à prática, de forma segura e eficaz. Essa abordagem, além de acessível e de baixo custo, oferece a vantagem de evitar riscos de danos aos componentes ou circuitos durante o processo de aprendizagem, além de oportunizar uma participação efetiva do aluno.

No entanto, esse processo na relação com as tecnologias se mostrou mais eficaz, para alguns alunos, em situações de aprendizagem direcionadas às habilidades que se aproximam do trabalho manual e que têm uma relação direta com nossos sentidos. Outros se adaptaram melhor ao trabalho intelectual de inserção no mundo virtual (digital) onde predomina a imaginação, simulações, testes de componentes e montagem de circuitos eletrônicos que demandam habilidades em um campo mais abstrato do trabalho intelectual. Como exemplo, podemos citar criatividade, rapidez de raciocínio, capacidade de pensar e tomar decisões de forma autônoma. Seja pela via do experimento físico ou virtual, a RE contribuiu tanto para o desenvolvimento de habilidades, como para a articulação entre teoria e prática, onde também ficou evidente o importante o papel de mediação do professor e a diversificação das metodologias para privilegiar as diferentes formas de aprender dos alunos.

Com os EFRE foi possível constatar que a RE favorece a interdisciplinaridade uma vez que convoca conceitos e saberes diversos, necessários ao enfrentamento e resolução de cada situação-problema proposta articulando conteúdos de Matemática, Física, Eletrônica, Programação, dentre outros. Uma vertente que pode contribuir para o desenvolvimento de projetos interdisciplinares no interior da escola contribuindo para superação do paradigma cartesiano de fragmentação disciplinar.

Do mesmo modo, a RE motiva para a aprendizagem, porque oportuniza obter na prática o retorno do que foi planejado na teoria, além da possibilidade do desenvolvimento, de forma autônoma e criativa, de outros projetos. Nesse sentido, o Tinkercad pode ser uma alternativa gratuita, dependendo apenas de um computador e acesso à internet. Por outro lado, para o desenvolvimento de projetos físicos, podem ser utilizados materiais de baixo custo e fácil aquisição. Em ambos os casos, a difusão de conhecimento proporcionada pela cultura *maker* representa um importante suporte gratuito. A opção da pesquisa pela Robótica Educacional Livre utilizando o Arduino e *software* livre teve a intencionalidade de desenvolver uma proposta com viabilidade para ser implementada na Rede Pública, contribuindo para a democratização do acesso a esse conhecimento pelos alunos.

Robótica Educacional contribuiu para um ambiente de aprendizagem favorável a Educação Matemática. Ao longo dos EFRE, a Matemática foi abordada de forma transversal e em consonância com os princípios da Aprendizagem Dialógica. Promovendo uma formação que transcende a preocupação de simplesmente ensinar conteúdos. Por exemplo, na utilização do multímetro e na identificação da resistência do resistor discutiu-se: unidades de medida; escalas; erros; desvios; porcentagem; Algarismos significativos; potência de 10, entre outros. O experimento com a fonte de tensão variada fomentou o estudo de função linear; coeficiente angular; plano cartesiano e gráfico. A introdução à Algoritmos também foi uma oportunidade para a aprendizagem de Matemática, explorando: transformar sentença matemática em expressão algébrica; equação do primeiro e do segundo grau; potência; cálculo de área de figuras geométricas; cálculo de volume de figuras geométricas; perímetro.

Não menos importante foram as contribuições a RE para a Educação Matemática oriundas das aplicações do robô. Seja no cálculo da velocidade, num trajeto linear; na construção de figuras geométricas como o triângulo ou; no estudo do círculo, com o robô, atuando como seguidor de linha, percorrendo um circuito circular. Todos esses desafios, realizados pelos alunos-participantes, foram oportunidades para abordar, de forma dialógica e contextualizada: proporção; regra de três; unidades de medida; classificação de triângulo quanto ao tamanho dos lados e a medida dos ângulos; significado de perímetro e cálculo do perímetro de uma figura plana; comprimento de circunferência; cálculo da área do triângulo, círculo e setor circular. Essas atividades estimularam o debate, a problematização, o desenvolvimento do raciocínio matemático vivenciando conceitos matemáticos como algo que faz parte do seu cotidiano e desta forma, atribuíram significados e sentidos para a aprendizagem da Matemática.

Os alunos também atuaram de forma colaborativa na resolução de problemas reais, desenvolvendo habilidades para aprender a aprender e aprender a se relacionar. Esse é um papel exigido do professor e da escola evidenciado na pesquisa, no sentido de ir além de um ensino de conteúdos, mas também de promover estratégias que contribuam para estimular a participação ativa e o trabalho colaborativo.

A colaboração é uma condição fundamental na sociedade, ao mesmo tempo que contribui para o pleno exercício do cidadão numa sociedade democrática. No processo de sócio interação é que se desenvolvem habilidades para lidar com o outro, com o pensamento divergente, explorando uma racionalidade argumentativa das próprias ideias, favorecida pela imersão em situações de conflitos sociocognitivos e afetivos que só o grupo possibilita. Além da riqueza de se usar pedagogicamente os diferentes saberes dos participantes no processo de construção do conhecimento, conforme preconizado na aprendizagem dialógica.

A RE, através de processos dialógicos vivenciados, favoreceu a implicação e abertura dos participantes para expressar e trabalhar seus sentimentos e suas dificuldades em busca de ajuda mútua. Ao mesmo tempo que possibilitou o exercício da solidariedade e da escuta, de ensinar ao outro e, ao mesmo tempo, de aprender com ele.

Um outro aspecto foi que, por meio da experimentação, da curiosidade e do seu próprio interesse, os alunos foram estimulados a aprender na vivência e convivência na relação com ambientes tecnológicos. Durante esse processo eles se mostraram atentos, participativos e interessados, evidenciando a importância da Robótica Educacional em estimular a investigação, o engajamento e a motivação dos alunos.

Nas etapas de programação e aplicações do Arduino, usando sensores e atuadores no acompanhamento quantitativo de um experimento em tempo real, se possibilitou que os alunos observassem o fenômeno, coletassem e analisassem dados e estabelecessem relações entre as variáveis. O que favoreceu fazer articulações com conteúdos disciplinares envolvendo fórmulas e gráficos que geralmente são estudados em aulas de Física, Química e Matemática, muitas vezes vistos como produtos, veiculados de forma memorística e, talvez por isso, são esquecidos. Nesse processo, os participantes da pesquisa puderam perceber a importância do Arduino e da Matemática no acompanhamento de um experimento em tempo real e na compreensão de como se produz o conhecimento científico.

Desta forma, a pesquisa apontou possibilidades de como o professor pode atuar, na escola básica, indo além do uso das tecnologias apenas na aprendizagem de conteúdos científicos disciplinares, mas também de articular a História e a Filosofia da Ciência numa perspectiva epistêmica. Nesse contexto, o aluno pode perceber como o conhecimento científico é produzido, validado e o papel do Arduino e da Matemática como coadjuvantes na revelação desse processo.

Desta forma, ao favorecer a construção de um ambiente de aprendizagem contribuindo para o desenvolvimento de habilidades, a RE termina, na prática operacionalizando o atingimento de determinados objetivos preconizados nas BNCC. Isto porque contribuiu para construir um espaço de aprendizagem no qual as tecnologias foram incorporadas ao *modus operandi* dos alunos que passaram a atuar de forma crítica, reflexiva e colaborativa, articulando teoria à prática, promovendo o desenvolvimento de habilidades e de rupturas com um ensino conteudista, cartesiano e descontextualizado.

A RE favoreceu uma aprendizagem dialógica uma vez que possibilitou a construção de um ambiente no qual se pode confirmar a presença dos princípios fundamentais que alicerçam essa teoria. Esse ambiente potencializou a abordagem numa perspectiva da Educação Matemática, contribuindo com a aprendizagem da Matemática. Isso foi constatado através de um diálogo igualitário, validado a partir dos argumentos, independentemente do posto de saber dos participantes em busca de consensos. Do mesmo modo, se valorizou a experiência de cada estudante oriunda de uma “inteligência cultural”, decorrente das suas vivências em relações não formais de ensino, não se limitando apenas à “inteligência acadêmica” desenvolvida na escola.

Do mesmo modo, acrescenta-se o fato de terem sido capazes de transformar o outro e a si tanto numa dimensão cognitiva, bem como afetiva e social. Ao mesmo tempo, desenvolveram habilidades para lidar com materiais, ferramentas, instrumentos de medida, equipamentos, *softwares* e noções de linguagem de programação. No entanto, essas habilidades que não se restringiram apenas à

dimensão instrumental, mas incluíram o desenvolvimento de relações interpessoais, a capacidade de trabalhar com o outro e de lidar com o pensamento divergente.

A pesquisa também possibilitou que pudessem ser conhecidas algumas demandas pedagógicas dos alunos que têm implicações no seu percurso formativo, a exemplo de dificuldades na leitura e escrita. Dificuldades que ficaram evidentes na medida em que os alunos apresentaram resistência em fazer seus registros no diário de bordo, seja físico ou online. Atitudes que permaneceram mesmo tendo sido oferecida a opção de que esses registros fossem entregues como respostas a perguntas relacionadas à atividade do dia.

Influenciam nesse processo, conforme sinalizaram os próprios sujeitos participantes da pesquisa, a falta de hábito com a leitura, uma vez que eles pouco desenvolvem na escola habilidades de escrita, seja porque a maioria das provas é de múltipla escolha ou a maioria das disciplinas não explora em suas atividades o hábito da leitura. Ao mesmo tempo que não podemos deixar de atentar para o impacto que tem tido o uso das tecnologias nas formas aprender, com diminuição do desenvolvimento de habilidades, frente ao desuso cada vez da memória e da escrita à mão ou da terceirização desta última para a Inteligência Artificial.

A leitura na escola, por vezes, tem sido concebida como uma ferramenta para transmissão e reprodução do conhecimento, através de processos de repetição literal do que está escrito, nem sempre associados à compreensão do que está sendo lido, tais como os processos de “cópia e cola” evidenciados. Ultrapassar essa cultura instituída significa: conceber e usar a leitura e a escrita no interior da instituição de ensino, em todas as disciplinas, como ferramenta para construção do conhecimento. Assim como, investir na leitura e na escrita como estratégia metacognitiva, no desenvolvimento da capacidade de refletir sobre si e de construir metanarrativas sobre suas próprias vivências e experiências.

Outro aspecto foi que a Robótica Educacional atuou na construção de sentidos, uma vez que possibilitou a articulação entre teoria e prática nas montagens de circuito eletrônicos, construção do robô e concretização de demais projetos. Construção de sentidos de por que estudar conteúdos de Matemática, nas aplicações práticas, em

processos de contextualização, na compreensão de conceitos e na percepção de como a Matemática pode atuar no processo de construção do conhecimento científico. Tudo isso construído de forma solidária, colaborativa, em um espaço no qual se aprende, mas também se ensina.

Espera-se que essa pesquisa tenha contribuído para ampliar a compreensão sobre relações entre a Robótica Educacional, a Aprendizagem Dialógica e a Educação Matemática, bem como, sobre a importância de diversificar estratégias de ensino que favoreçam o protagonismo dos alunos; o uso de TIC de forma crítica; o estímulo a aulas práticas, com uso de laboratórios para realizar experimentos científicos concretos e articulados de forma interdisciplinar com a Matemática e com o cotidiano dos sujeitos. Além disso, que possa estimular professores e professoras da Escola Básica a implementar ações educativas de uso da Robótica Educacional que favoreçam a Educação Matemática e a implementação de projetos interdisciplinares, contribuindo também com o aprendizado de outras disciplinas.

REFERÊNCIAS

ALRO, Helle; SKOVSMOSE, Ole. **Diálogo e aprendizagem em educação matemática**. 3ª ed. Autêntica Editora, 2021.

ALTHUSSER, Louis. **Ideologia e aparelhos ideológicos de Estado**. Lisboa: Presença, 1974.

ALVES, Lynn. Aprendizagem mediada pelos jogos digitais: delineando design investigativo. In: SOUZA, Claudio Reynaldo; SAMPAIO, Renelson Ribeiro (orgs). **Educação, Tecnologia & Inovação**. Salvador, EDIFBA, 2015, p. 187-208.

ALVES, Lynn. Games e educação: desvendando o labirinto da pesquisa. In: **Revista da FAEEBA-Educação e Contemporaneidade**, v. 22, n. 40, p. 177-186, 2013.

ALVES, Lynn. Relações entre os jogos digitais e aprendizagem: delineando percurso. In **Educação, Formação & Tecnologias**; vol.1(2); pp. 3-10, Novembro de 2008. Disponível em: <http://eft.educom.pt/index.php/eft/article/view/58>. Acesso em 20 out. 2022.

ASSMANN, Hugo. A metamorfose do aprender na sociedade da informação. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 29, n. 2, maio-agosto 2000. p. 7-15. <https://doi.org/10.1590/S0100-19652000000200002>

AUBERT, Adriana; FLECHA, Ainhoa; GARCÍA, Carme; FLECHA, Ramón; RACIONERO, Sandra. **Aprendizaje dialógico en la sociedad de la información**. 3. ed., Barcelona: Hipatia, 2010.

BATISTA, Silvia Cristina Freitas. **M-learnMat: Modelo Pedagógico para Atividades de M-learning em Matemática**. Tese (doutorado) Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias da Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.

BEDIN, E.; DEL PINO, J. C. Interações e intercessões em rodas de conversa: espaços de formação inicial docente. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 99, n. 251, 9 maio 2018.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. Ensino de matemática e Educação Matemática: algumas considerações sobre seus significados. **Bolema-Boletim de Educação Matemática**, v. 12, n. 13, p. 1-11, 1999a.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. Filosofia da Educação Matemática: um enfoque Fenomenológico. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani (Org.). **Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas**. São Paulo: Editora UNESP, p 21-44. 1999b.

BLEGER, José. **Temas de Psicologia**: entrevistas e grupos. Trad. Rita Maria M. de Moraes. Revisão Luis Lorenzo Rivera. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.137 p. (Psicologia e Educação)

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria dos métodos. Lisboa: Porto Editora, 1994.

BONILLA, M. H. S. **Escola Aprendente**: desafios e possibilidades postos no contexto da sociedade do conhecimento. 2002. 307 f. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal da Bahia; Salvador, 2002.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, dez, 2002

BOURDIEU, Pierre. **Os usos sociais da ciência**: por uma sociologia clínica do campo científico. São Paulo: Editora UNESP, 2004.

BOURDIEU, Pierre. **O poder simbólico**. Trad. Fernando Tomaz. 16. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

BRANDÃO, Carlos Rodrigues. A pesquisa participante e a participação da pesquisa: um olhar entre tempos e espaços a partir da América Latina. In: BRANDÃO, Carlos Rodrigues; STRECK, Danilo Romeu (Orgs.). **Pesquisa participante: a partilha do saber**. Aparecida, SP: Ideias & Letras, 2006, p. 21-54.

BRASIL. **Base Nacional Curricular Comum**. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em:
<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília. MEC/SEMTEC, 2000a. Disponível em:
<<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso: 20 ago. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio** – Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília. MEC/SEMTEC, 2000b. Disponível em:
<<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso: 20 ago. 2020.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: MEC, 1997 (?).

BRASIL. **Resolução CNS Nº 466**, de 12 de dezembro de 2012. Dispõe sobre diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos.

Diário Oficial da União: Brasília, DF, n. 12, seção 1, p. 59, 13 junho de 2013. Disponível em <<https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>>. Acesso: 07 jul. 2022.

BRASIL. **Resolução CNS Nº 510**, de 7 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 98, seção 1, p. 44-46, 24 maio 2016. Disponível em <<http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2016/Reso510.pdf>>. Acesso: 07 jul. 2022.

BUENO, Rafael Winícius da Silva; GALLE, Lorita Aparecida Veloso. Reflexões sobre Nativos digitais. EM TEIA - Revista de Educação Matemática e Tecnológica IberoAmericana, v. 13, número 1, 2022.

BURBULES. Nicholas C. ***El diálogo en la enseñanza: teoría y práctica***. Tradução de Eduardo Sinnott. Buenos Aires: Amorrortu editores, 1999.

CAMPOS, Flávio Rodrigues; LIBARDONI, Glaucio Carlos. Investigação em robótica na educação brasileira: o que dizem as dissertações e teses. In: SILVA, Rodrigo Barbosa e; BLIKSTEIN, Paulo (Orgs.). **Robótica Educacional**: experiências inovadoras na educação brasileira, v. 1, p. 21-45. 2020.

CASTELLS, Manuel. A Era da Informação: Economia, Sociedade e Cultura – Volume I: **A Sociedade em Rede**. 8ª ed. São Paulo: Paz e Terra. 1999a.

CASTELLS, Manuel. A Era da Informação: Economia, Sociedade e Cultura – Volume II: **O Poder da Identidade**. 3ª ed. São Paulo: Paz e Terra. 1999b.

CASTELLS, Manuel. A Era da Informação: Economia, Sociedade e Cultura – Volume III: **Fim de Milênio**. São Paulo: Paz e Terra. 1999c.

CASTELLS, Manuel. A Sociedade em Rede: do Conhecimento à Política. In: CASTELLS, M.; CARDOSO, G. (Org.). **A Sociedade em Rede**: Do Conhecimento à Ação Política. Lisboa: Imprensa Nacional - Casa da Moeda. 2005.

CÉSAR, Danilo Rodrigues. **Robótica pedagógica livre: uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento**. 2013. 220f. Tese (doutorado em Difusão do Conhecimento) – Programa de Pós-Graduação em Difusão do Conhecimento, Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

CHARLOT, Bernard. **Da relação com o saber às práticas educativas**. São Paulo: Cortez, 2013.

COUTINHO, Maria Lívia. A., CORREIA, S. L. A. and MACHADO, A. L. The innovative potential of ICT in the learning of mathematical contents from the use of photomath. In: **International Journal of Development Research**, vol. 10, (10), p.p. 41406-41410. Outubro de 2020. Disponível em: <http://www.journalijdr.com/sites/default/files/issue-pdf/20241.pdf>. Acesso em 20 out. 2022.

D'ABREU, João Vilhete Viegas. Robótica pedagógica: Percurso e perspectivas. In: **V Workshop de Robótica Educacional – WRE**. p. 79-83. 2014.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **A Educação Matemática e o estado do mundo**: desafios. Em Aberto, v. 27, n. 91, 2014.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação Matemática**: da teoria à prática. 23ªed. Campinas, SP: Papirus, 2012.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática**: Elo entre as tradições e a modernidade. 6. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2020.

DE ACEDO LIZARRAGA, Maria Luisa Sanz. **Competencias Cognitivas en Educación Superior**. Madrid: Narcea Ediciones, 2010.

DEMO, Pedro. **Pesquisa Participante**: saber pensar e intervir juntos. Brasília: Liber Livro Editora, 2004. (Série Pesquisa em Educação, v. 8)

DESCARTES, Rene. **Discurso do método**. L&PM Editores, 2004.

DESIDERIO, Rosimere Cleide Souza. **A Robótica como Alternativa para o Ensino e Aprendizagem da Matemática na Educação Infantil**: Revisão Sistemática da Literatura. 03/08/2020 78 f. Mestrado em Ensino e Processos Formativos. Instituição de Ensino: Universidade Estadual Paulista Júlio De Mesquita Filho. São José do Rio Preto, 2020.

DUARTE, Newton. **Vigotski e o “aprender a aprender”**: crítica às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria vigotskiana. 2ª ed. rev. e amp. – Campinas, SP: Autores Associados, 2001. (Coleção educação contemporânea).

DUDZIAK, E.A. Information literacy: princípios, filosofia e prática. **Ciência da Informação**, v.32, n.1, p.23-35, 2003.

FARIAS, I, M, S.; MOURA, P. A.; HETKOWSKI, T. M. **Práticas Inovadoras na Educação Básica**: percursos de entrelaces e interfaces na escola pública. 1ª ed. Curitiba: CRV, 20cor19, v. 1.

FLECHA, Ramón. **Compartiendo Palabras**: el aprendizaje de las personas adultas a través del diálogo, Barcelona: Paidós, 1997.

FLECHA R.; TORTAJADA, I. Desafios e saídas educativas na entrada do século. IN: IMBERNÓN, Francisco (Org.) **A educação para o século XXI**: os desafios do futuro imediato. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000. pp. 21-36.

FOUCAULT, Michel. **Microfísica do poder**. 25. ed. São Paulo: Graal, 2012.

FREIRE, Paulo. **À sombra dessa mangueira**. 8. ed. São Paulo: Olhos d'Água, 2006.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou comunicação?** 7. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. 67ª ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2021.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido.** 45ª. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005, 213 pp.

FREIRE, Paulo; FREIRE, Ana Maria de Araújo. **À sombra desta mangueira.** 11 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015.

FRÓES BURNHAM, Teresinha. Complexidade, multirreferencialidade, subjetividade: três referências polêmicas para a compreensão do currículo escolar. **Em Aberto**, ano 12, n. 58, p. 3-13, 1993.

GADOTTI, Moacyr. Informação, Conhecimento e Sociedade em Rede: que potencialidades? In: **Educação, Sociedade & Culturas**, nº 23, 2005, p. 43-57. Disponível em: <<https://www.fpce.up.pt/ciie/revistaesc/ESC23/23-Moacir.pdf>>.

GALVÃO, Angel Pena. **Robótica Educacional e o Ensino de Matemática:** Um Experimento Educacional em Desenvolvimento no Ensino Fundamental. 08/05/2018 135 F. Mestrado em Educação. Instituição de Ensino: Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2018.

GALVÃO, Angel Pena; MAFRA, José Ricardo e Souza. **Robótica Educacional e o Ensino de Matemática.** Curitiba: Brazil Publishing, 2021.

GARNICA, Antônio Vicente Marafioti. **A experiência do labirinto:** metodologia, história oral e educação matemática. Editora Unesp, 2008.

GARNICA, Antônio Vicente Marafioti. **Filosofia da Educação Matemática:** algumas ressignificações e uma proposta de pesquisa. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, p 59-74, 1999.

GATTI, Bernardete Angelina., **A construção da pesquisa em educação no Brasil.** Brasília: Liber Livro Editora, 2012. (Série Pesquisa, v. 1).

GESSER, Gabriel Jose. **Estado da Arte das Pesquisas em Robótica Educacional no Ensino de Matemática.** 07/12/2021 125 f. Mestrado em Educação Científica e Tecnológica. Instituição de Ensino: Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

GESSER, J. **Estado da arte das pesquisas em robótica educacional no ensino de matemática.** 2022. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

GIDDENS, Anthony. **La constitución de la sociedad**: Bases para la teoría de la estructuración. Buenos Aires: Amorrortu, 1998.

GIDDENS, Anthony. **Modernidade e Identidade**. Trad. Plínio Dentzien. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editora, 2002.

GIDDENS, Anthony. Elementos da Teoria da Estruturação. In: GIDDENS, A. **A constituição da Sociedade**. Trad. Álvaro Cabral. 2. Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

GIROUX, Henry A. **Os professores como intelectuais**: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem. Trad. Daniel Bueno. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

GOMES, C. G.; SILVA, F. O.; BOTELHO, J. C.; SOUZA, A. R. de. A robótica como facilitadora do processo ensino-aprendizagem de Matemática no Ensino Fundamental. In PIROLA, N.A. (org). **Ensino de ciências e matemática**, IV: temas de investigação [online]. São Paulo: Editora UNESP, 2010. p. 205-222. Disponível em: < <https://static.scielo.org/scielobooks/bpkng/pdf/pirola-9788579830815.pdf> >. Acesso em: 25 jul. 2020.

GOMES, Roger da Trindade. **Contribuições da Robótica Educacional para a Aprendizagem de Trigonometria na 1ª Série do Ensino Médio de uma Escola Particular de Linhares-Es**. 17/11/2021 145 f. Mestrado em Ensino na Educação Básica. Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2021.

GÓMEZ, Àngel I. P. A era digital: novos desafios educacionais. In: GÓMEZ, Àngel I. P. **Educação na era digital**: a escola educativa. Porto Alegre: Penso, 2015, p. 14-30.

GORZ, André. **O imaterial**: conhecimento, valor e capital. São Paulo: Annablume, 2005.

GUARENTI, Rosimeri Gonzaga. **Robótica educacional na educação profissional e tecnológica**: desafios e possibilidades, um estudo de caso, superando desafios de aprendizagem. Tese (Doutorado em Educação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Pelotas, RS, 2015.

HABERMAS, Jürgen. **Teoría de la acción comunicativa I**: Racionalidad de la acción y racionalización social. Madrid: Taurus, 1999a.

HABERMAS, Jürgen. **Teoría de la acción comunicativa II**: crítica de la razón funcionalista. Madrid: Taurus, 1999b.

HETKOWSKI, T.; ALVES, L. (Orgs.). **Tecnologias Digitais e Educação**: Novas (re)configurações técnicas, sociais e espaciais. Salvador: Eduneb, 2012.

HETKOWSKI, Tânia Maria. **Políticas públicas**: tecnologias da informação e comunicação e novas práticas pedagógicas. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

HETKOWSKI, T. M. Geotecnologia: como explorar a educação cartográfica com as novas gerações? In: **ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICAS DE ENSINO** (ENDIPE), 15., 2010, Belo Horizonte. Anais [...]. Belo Horizonte: UFMG, 2010. Disponível em: https://klab.geotec.uneb.br/wp-content/uploads/2018/10/Geotecnologias_Como_explorar_a_educacao_cartografica_com_as-novas_geracoes.pdf . Acesso em: 20 jun. 2024.

HETKOWSKI, Tania Maria; DIAS, Josemeire Machado. Educação, Cultura Digital e Espaços Formativos. Plurais – **Revista Multidisciplinar**. Salvador, v. 4, n. 2, p. 11-25, mai./ago. 2019.

HETKOWSKI, Tânia Maria; NASCIMENTO, Fabiana dos Santos; ARAÚJO, Kátia Soane Santos. Emergency Remote Teaching (Ert): Reflexões Sobre Trabalho Pedagógico e Uso das TIC na Rede Pública Municipal. **Linguagens, Educação e Sociedade**, n. 46, p. 194-222, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpi.br/index.php/lingedusoc/article/view/1044>. Acesso em: 6 mai. 2024.

HUME, David. **Ensaio Sobre o Entendimento Humano**. Versão eletrônica do livro “Investigação Acerca do Entendimento Humano”. HUME, David. Clube de Autores, 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua – PNAD Contínua**: Acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal 2023. ISBN 978-85-240-4622-3. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102107_informativo.pdf. Acesso em: 20 jun. 2025.

KINCHELOE, Joel L. **A formação do professor como compromisso político: mapeando o pós-moderno**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

KINCHELOE, Joel L. **Construtivismo crítico**. Mangualde: Edições Pedagogo, 2006.

LE BRETON, David. **Adeus ao Corpo**: Antropologia e Sociedade. Tradução de Maria Appenzeller. Campinas, São Paulo: Papirus, 2003.

LÉVY, P. **As tecnologias da Inteligência**: o futuro do pensamento na era da informática. Tradução de Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: Ed. 34, 1999.

LÉVY, Pierre. **O que é o virtual?** Editora 34, 2011.

LIMA JR, A. S. **Tecnologias inteligentes e educação**: currículo hipertextual. Rio de Janeiro: Quartet / Juazeiro, BA: FUNDESF, 2005.

LOBATO, Peterson. **Robótica Educacional baseada em problemas**: potencializando a aprendizagem significativa para alunos do Ensino Fundamental.

Dissertação de Mestrado, apresentada à Universidade do Estado da Bahia para obtenção de título de Mestre em Gestão e Tecnologias aplicadas à Educação, Salvador, 2018.

MACEDO, R. S. **Currículo, diversidade e equidade**: luzes para uma educação intercultural. Salvador: EDUFBA, 2007.

MAFFI, Caroline. **Inserção da Robótica Educacional nas Aulas de Matemática**: Desafios e Possibilidades. 22/03/2018, 108 F. Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. Instituição de Ensino: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

MAFRA, J. R. e S., CAVALCANTE, M. D., SANTOS, G. P. dos. O ensino de matemática por meio das tecnologias educacionais na educação matemática. **Revista Cocar**, n. 14, p. 1-25. 2022.

MARCONI, Marina de Andrade.; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARX, Karl. **O Capital**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1980.

MATTHEWS, Michael R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. Tradução de Claudia Mesquita de Andrade. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.12, n. 3, p.164-214, 1995.

MEC/CNE/CEB. 2022. Resolução CNE/CEB 2/2022- Normas sobre Computação na Educação Básica – **Complemento à Base Nacional Comum Curricular** (BNCC). Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=241671-rceb001-22&category_slug=outubro-2022-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 20 jan. 2023.

MICHETTI, Miqueli. ENTRE A LEGITIMAÇÃO E A CRÍTICA: As disputas acerca da Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Ciências Sociais** - Vol. 35 N° 102, 2020.

MONEREO, C. FUENTES, M. La enseñanza y el aprendizaje de estrategias de búsqueda y selección de la información en entornos virtuales. In: COOL, C; MONEREO, C, **Psicología de la Educación Virtual**; Madrid: Morata, 2008.

MONEREO, Carles; POZO, Juan Ignacio. **La universidad ante la nueva cultura educativa**: enseñar y aprender para la autonomía. Madrid: Editorial Síntesis, 2009.

MORAES, Maria Cândida; DE LA TORRE, Saturnino. **Sentipensar**: fundamentos e estratégias para reencantar a educação. Petrópolis: Vozes, 2004.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. Tradução Eloá Jacobina. Rio de Janeiro: Bertrand, 2000a.

MORIN, Edgar. **A religação dos saberes: o desafio do século XXI**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2000b.

NAGEL, Ernest. ***The structure of science: problems in the logic of scientific explanation***. Nova Iorque: Harcourt, Brace & World, INC., 1961.

NASCIMENTO, Antônio Dias. O difícil caminho da ética na contemporaneidade: uma leitura de Zygmunt Bauman. In: PALMEIRA, Maria José de O. e ROSEIRA, Nilson Antônio F. (Orgs.). **Educação e democracia: Fundamentos teóricos para uma abordagem dos valores**. Salvador: EDUNEB, 2008, p. 19-40.

NASCIMENTO, Antônio Dias; HETKOWSKI, Tânia Maria. (Org.). **Educação e contemporaneidade: pesquisas científicas e tecnológicas**. Salvador: EDUFBA, 2009.

NIETZSCHE, F. **Genealogia da Moral**. Tradução Paulo César Souza. São Paulo: Cia das Letras, 1988.

OLIVEIRA, E. S. de; LINS, A. F. Mapeando a produção científica sobre robótica educacional e o ensino de Matemática na base de dados da capes. In: **VII Colóquio Internacional Enseñanza de las Matemáticas** – Educación Matemática en contexto, p.387-395. 2014.

OLIVEIRA, José Antônio Colvara. **Robótica como interface da tomada de consciência da ação e do conhecimento do objeto, através da metacognição como propulsora da produção do conhecimento**. Tese (doutorado) Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias da Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.

ONUICHIC, Lourdes de La Rosa. Ensino-aprendizagem de Matemática através da resolução de problemas. In: **Pesquisa em Educação Matemática**. São Paulo: Editora UNESP, p. 199-220, 1999.

PADUA, Yuri Souza. **Proposta de atividades para auxiliar o ensino de Matemática utilizando conceitos de Pensamento Computacional e robô programável**. 25/03/2020 454 f. Mestrado em Ciência da Computação Instituição de Ensino: Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2020.

PAIS, L. C. Ensaio sobre Questões de Método na Pesquisa em Educação Matemática. **Perspectivas da Educação Matemática**. Volume 11, n. 26, 2018.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PIAGET, Jean. **A epistemologia Genética**. In: OS PENSADORES. São Paulo: Abril Cultural, 1979.

PINHEIRO, Gerusa Soares. **Educação Matemática e ensino de Matemática: desvelando o cenário da formação do professor do Ensino Fundamental I da escola municipal Padre Confa - Salvador/Bahia**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação e Contemporaneidade (PPGEduC), Departamento de Educação, Campus I da Universidade do Estado da Bahia (UNEB). Salvador–BA, 2020.

PIRANI, Renato; CALUZI, João José. A Presença do Discurso Neoliberal em Educação nos PCNem. **Revista Científica Eletrônica de Pedagogia**, nº 5, 2005. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/nAwNZL3GJ68IkVz_2013-6-28-12-10-47.pdf>. Acesso em 05/08/2022.

PORLÁN, Rafael; MARTÍN, José. **El diario Del profesor**. Sevilla: Díada Editora, 1997.

PONTES, Lelino. **A história da Robótica Educacional (RE)**. Artigo sobre Robótica Educacional, 2010. Disponível em: <http://lelinopontes.wordpress.com/2010/06/25/historia-darobotica-educacionalre/> Acesso em: 01 ago. 2013.

POZO, Juan Ignacio; PÉREZ ECHEVERRÍA, Maria del Puy (Coord.). **Psicología del aprendizaje universitario: la formación en competencias**. Madrid: MORATA, 2009.

PRIGOGINE, Ilya. **El Nacimiento del Tiempo**. Buenos Aires: Tusquets Editores, 2006.

QUIROGA, Ana P. de. **Apuntes para uma teoria de la conductadesde el pensamiento de E Pichon-Riviere**. Buenos Aires Argentina: *Ediciones Cinco*, 1994.

REZENDE, A. L. **Jogo-Simulador Kimera como proposição geotecnológica para o entendimento do espaço**. 2015. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação e Contemporaneidade (PPGEduC), Departamento de Educação, Campus I da Universidade do Estado da Bahia (UNEB). Salvador-BA, 2009.

RIGAL, Luís. **A escola crítico-democrática: uma matéria pendente no limiar do século XXI**. In: IMBERNÓN, F. (Org.). **A Educação no Século XXI: Os desafios do futuro imediato**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2000. pp 171-194.

ROCHA, F.; GUADAGNINI, P. Projeto de um sensor de pressão manométrica para ensino de Física em tempo real. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 124-148, abr. 2014

RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. **Inteligência artificial**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

SALES, Mary Valda S. (org). **Tecnologias digitais, redes e educação: perspectivas contemporâneas**. Salvador: EDUFBA, 2020. 183 p.

SALES, Mary Valda S. As tecnologias no contexto educativo: perspectivas de inovação e de transformação. In: SALES, M.V.S.(Org.) **Tecnologias e Educação a Distância**: os desafios para formação. Salvador: Eduneb, 2018, p. 79-102.

SALES, Mary Valda S.; NONATO, Emanuel do R. S. Hipertextualidade e Ambientes Virtuais de Aprendizagem: Encontros e Desencontros de uma Mudança Paradigmática. In: **Revista Poiésis**, v. 5, n. 9, 2012.

SALES, Mary Valda Souza. Experiências de Form (Ação) e as Tecnologias no Ensino Superior: Práticas Pedagógicas Inovadoras no Curso de Pedagogia. **III Simpósio Internacional de Inovação em Educação**, 2015. Disponível em: <http://inovatec.tv.br/inova2015/images/trabalhos/artigos2/B1.pdf>. Acesso em 20 out. 2022.

SANTOS, Boaventura de S. e MENEZES, M. P. (Orgs.). **Epistemologias do sul**. São Paulo: Cortez, 2010.

SANTOS, Boaventura de S. **Um Discurso sobre as Ciências**. 7.ed. São Paulo: Editora Cortez, 2010.

SAVIANI, Demerval. Sistema Nacional de Educação articulado ao Plano Nacional de Educação. **Revista Brasileira de Educação**, Campinas, v. 15, n. 44, p. 380-392, 2010.

SCHÖN, D. A. **Educando o profissional reflexivo**: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Traduzido por Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

SILVA JUNIOR, L. A.; LEÃO, M. B. C.; LINS, W. C. B. **A robótica educacional no ensino de ciências em teses de doutorado brasileiras**. Enseñanza de Las Ciencias, Barcelona, n. extra., p.p. 749-754, 2017. Disponível em: <<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/335360/426188>>. Acesso em: 27 ago. 2020.

SILVA, Alzira Ferreira da. **RoboEduc: Uma metodologia de aprendizado com a robótica educacional**. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN, 2009.

SILVA, Marcos Roberto da. **Experiência com robótica educacional no estágio-docência**: uma perspectiva inventiva para formação inicial dos professores de matemática. 12/02/2020. 252 f. Doutorado em Educação. Instituição de Ensino: Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

SIMONDON, Gilbert. **El modo de existência de los objetos técnicos**. Traducción: Margarita Martínez e Pablo Rodríguez. Buenos Aires: Prometeo, 2007.

SOUZA, Crhistiane da Fonseca. **Estudo de aula de matemática com robótica educacional na formação inicial do professor de matemática**. 08/09/2021. 449 f.

Doutorado em Educação. Instituição de Ensino: Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

TASSONI, Elvira Cristina Martins. Afetividade e aprendizagem: a relação professor-aluno. In: **Anais 23ª REUNIÃO ANUAL DA ANPED**, 2000. Caxambu: ANPED, 2000. Disponível em: <http://23reuniao.anped.org.br/textos/2019t.pdf>. Acesso em: 10 out. 2024.

TONEGUTTI, Claudio Antônio. Base nacional comum curricular: uma análise crítica. **Revista Chão da Escola**, v. 1, n. 1, p. 01-06, 2016. Disponível em: https://www.sismmac.org.br/disco/arquivos/eventos/Artigo_BNC_Tonegutti.pdf, 2016. Acesso em 12 de julho de 2021.

VALENTE, W. R. Os Movimentos da Matemática na Escola: do ensino de matemática para a Educação Matemática; da Educação Matemática para o ensino de matemática; do ensino de matemática para a Educação Matemática; da Educação Matemática para o Ensino de Matemática? **Pensar a Educação em Revista**, Curitiba/Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 3-23, abr.-jun./2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/166859/vol_2_no_2_Wagner_Valente.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 09 de ago. de 2022.

VÁZQUEZ, Adolfo Sanchez. **Filosofia da práxis**. 2. ed. São Paulo: Expressão popular, 2011.

VEIGA, Ilma Passos Alencastro; SILVA, Edileuza Fernandes da. (Org.). **Ensino Fundamental**: da LDB à BNCC. Campinas, SP: Papirus, 2018.

VIGOTSKI, L. S. **Psicologia pedagógica**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da Linguagem**. Tradução Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

WALLERSTEIN, Immanuel. **The modern world-system. Capitalist agriculture and the origin of the European world-economy in the 16th. century**. New York: Academic Press, 1974, v. 1.

WALLERSTEIN, Immanuel. **Las incertidumbres del saber**. Barcelona: Gedisa Editorial, 2013.

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

ZILIO, Charlene. **Robótica Educacional no Ensino Fundamental I: Perspectivas e Práticas Voltadas para a Aprendizagem da Matemática**. 12/02/2020, 72 F. Mestrado em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde. Instituição de Ensino: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

ZILLI, S.R. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental**: perspectivas e prática. 2004. 87p. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção), UFSC, Florianópolis.

Apêndice A – Perguntas do Questionário *Online*

Perfil do(a) aluno(a)

- 01) Nome completo
- 02) Com quem você mora?
- 03) Você complementa seus estudos em casa ou estuda apenas na escola? Por quê?
- 04) Você pretende fazer faculdade? Por quê?
- 05) Além dos Encontros Formativos sobre Robótica Educacional, você participa de mais alguma oficina na escola? Se sim, qual?
- 06) No geral, você prefere estudar sozinho ou em grupo? Por quê?

Relação com as TIC

- 01) Você costuma usar tecnologias móveis (smartphone, tablet, notebook) para **fins de estudo**?
() Sim () Não
- 02) Caso afirmativo, qual a tecnologia móvel que mais utiliza para este fim?
() notebooks () tablets () Smartphones () Outro.
- 03) Qual o local em que mais utiliza essa tecnologia móvel para **fins educativos**?
() Durante a aula; () Na Escola, fora do horário da aula; () Em casa; () Outro.
- 04) Você tem smartphone?
- 05) Você usa o smartphone para: (pode marcar mais de uma opção)
Não uso; Jogar; ouvir música; acessar redes sociais; assistir vídeos curtos; assistir filmes e/ou séries; estudar; outros.
- 06) Qual você usa com mais frequência? (marcar apenas uma opção)
Não uso smartphone; Jogar; ouvir música; acessar redes sociais; assistir vídeos curtos; assistir filmes e/ou séries; estudar; outros.
- 07) Como acessa à internet?
Apenas na escola; Na escola e em casa; Passo todo tempo conectado. Outro.
- 08) Qual a rede que você mais utiliza para acessar a internet?
Wi-Fi da Escola; Internet Móvel do Celular (3G, 4G, 5G); Internet de casa; Outro
- 09) Como você classifica a qualidade da internet na maior parte do tempo em que você utiliza?
Ótima; Boa; Regular; Ruim.
- 10) Como você considera sua relação com as tecnologias digitais?

Não gosto e tenho dificuldade; Não gosto, mas tenho facilidade; Gosto, mas tenho dificuldade; Gosto e tenho facilidade; Outros

11) Cite alguns exemplos de tecnologias digitais que você utilizou no processo de ensino e aprendizagem, durante o período da pandemia.

12) Você acha que as tecnologias digitais utilizadas durante o período da pandemia contribuíram de forma positiva para sua aprendizagem?

13) Você acha que os recursos utilizados durante o período da pandemia melhoraram sua relação com as tecnologias digitais? Justifique.

14) Não considerando o período da pandemia. Os(as) professores(as) com quem você já estudou, utilizaram ou utilizam tecnologias digitais em sala de aula com a finalidade de melhorar a aprendizagem dos(as) alunos(as)?

15) Não considerando o período da pandemia, com que frequência seus(suas) professores(as) utilizam tecnologias digitais nas aulas? (Ex.: aplicativos educacionais, simuladores, jogos digitais, ...)

Nunca; Raramente; Frequentemente; Sempre.

16) Cite alguns exemplos de tecnologias digitais que você já utilizou ou utiliza no processo de ensino e aprendizagem, fora do período da pandemia.

17) Considerando sua experiência como aluno(a), descreva **vantagens** do uso das tecnologias digitais, para seu aprendizado.

18) Considerando sua experiência como aluno(a), descreva **desvantagens** do uso das tecnologias digitais, para seu aprendizado.

Relação com a Robótica

1) O que motivou você a fazer os Encontros Formativos sobre Robótica Educacional?

2) Quais as suas expectativas para esse Curso?

3) Com suas palavras, diga o que você entende por robótica ou o que você ouviu falar a respeito e para que serve.

4) Você já estudou robótica antes (mesmo que informalmente)? Se sim, onde?

5) Tem alguma habilidade ou conhecimento sobre Eletricidade? Se sim, qual?

6) Tem alguma habilidade ou conhecimento sobre Eletrônica? Se sim, qual?

7) Tem alguma habilidade para trabalhar com ferramentas (chave de fenda, alicate, ferro de solda, multímetro, dentre outros)? Se sim, qual?

8) Você sabe (mesmo que pouco) alguma linguagem de programação? Se sim, diga qual(is) e onde aprendeu?

Relação com a Matemática

1) Você gosta de Matemática? Justifique.

2) Você tem dificuldade em aprender Matemática? Explique.

3) No desenvolvimento dos seus estudos de matemática, você costuma trabalhar:

Sozinho; Em grupo; Desenvolve atividades tanto sozinho como em grupo; Outros.

Apêndice B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

ESTA PESQUISA SEGUIRÁ OS CRITÉRIOS DA ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS CONFORME RESOLUÇÃO Nº 466/12 DO CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE.

I – DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Nome do Participante: _____

Sexo: F () M () Data de Nascimento: ____/____/____

Nome do responsável legal: _____

Documento de Identidade nº: _____

Endereço: _____ Complemento: _____

Bairro: _____ Cidade: _____ CEP: _____

Telefone: () _____ / () _____

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA:

Título da pesquisa: ROBÓTICA EDUCACIONAL E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA:
explorando a Aprendizagem Dialógica no Ensino Médio

Pesquisadora (orientanda): Maria Lívia Astolfo Coutinho

Pesquisadora (orientadora): Profª Dra. Tânia Maria Hetkowski

III - EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO PARTICIPANTE SOBRE A PESQUISA:

Caro(a) senhor (a): seu filho (a) está sendo convidado (a) para participar da pesquisa: ROBÓTICA EDUCACIONAL E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: explorando a Aprendizagem Dialógica no Ensino Médio sob a responsabilidade da pesquisadora doutoranda Maria Lívia Astolfo Coutinho, orientada pela Profª Dra. Tânia Maria Hetkowski, docente da Universidade do Estado da Bahia, que tem como objetivo Investigar como a Robótica Educacional aliada a Educação Matemática pode contribuir para a Aprendizagem Dialógica da Matemática de alunos do Ensino Médio no contexto da Sociedade em Rede na contemporaneidade. A realização desta pesquisa trará ou poderá trazer benefícios para seu(sua) filho(a), dentre os quais destacam-se a motivação e para o estudo de conteúdos de matemática de forma interativa, participativa e dialógica; a articulação entre teoria e prática em situações interativas de ensino e aprendizagem; a motivação para o uso de tecnologias de forma lúdica e prazerosa, além do desenvolvimento de habilidades e competências associadas à Robótica, uma tecnociência tão importante e cada vez mais presente no nosso cotidiano.

Caso o Senhor(a) aceite autorizar a participação de seu filho (a), ele(a) responderá a um questionário, receberá um diário de bordo que será preenchido por ele(a) durante os Encontros Formativos sobre Robótica Educacional, será entrevistado(a) e esta entrevista poderá ser gravada em áudio. Riscos: a pesquisa tem baixo potencial de riscos físicos, ligados ao uso de ferramentas (chave de fenda, alicate, ferro de solda) durante os Encontros Formativos sobre Robótica Educacional. Porém, o uso dessas ferramentas será feito com a devida orientação prévia, supervisão e acompanhamento da pesquisadora e monitores. Caso algum aluno/a

não se sinta confortável em usar qualquer dessas ferramentas, seu uso será facultativo, sem prejuízo de continuidade das atividades; os possíveis riscos de ordem psíquica, intelectual ou moral estão associados a algum tipo de frustração ou constrangimento durante a aplicação dos instrumentos de coleta de dados e/ou nas atividades desenvolvidas durante os encontros formativos. Contudo, todas as etapas serão conduzidas com a máxima atenção e sensibilidade por parte da pesquisadora, com o intuito de evitar quaisquer dessas ocorrências. Entretanto, se no decorrer da pesquisa, algum/a participante sentir-se desconfortável ou constrangido/a poderá desistir da participação a qualquer momento. Em casos mais graves, relacionados a esses riscos, o/a participante poderá ser orientado/a e encaminhado/a para atendimento psicológico. Sugere-se a Clínica escola de Psicologia da Universidade do Estado da Bahia.

A participação é voluntária e não haverá nenhum gasto ou remuneração resultante dela. Garantimos que a identidade do(a) seu(sua) filho(a) será tratada com sigilo e, portanto, seu(sua) filho(a) não será identificado(a). Esta pesquisa respeita o que determina o Estatuto da Criança e do Adolescente – ECA, desta forma, a imagem de seu(sua) filho(a) será preservada. Caso queira o(a) senhor(a) poderá, a qualquer momento, desistir de autorizar a participação e retirar sua autorização. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação e a de seu(sua) filho (a) com a pesquisadora ou com a instituição. Quaisquer dúvidas que o (a) senhor(a) apresentar serão esclarecidas pela pesquisadora e caso queira poderá entrar em contato também com o Comitê de Ética da Universidade do Estado da Bahia.

Esclareço ainda que, de acordo com as leis brasileiras, é garantido ao participante da pesquisa o direito a indenização caso ele(a) seja prejudicado(a) por esta pesquisa. O (a) senhor (a) receberá uma cópia deste termo onde consta o contato das pesquisadoras, nos quais poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e a participação, agora ou a qualquer momento.

V. INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE DÚVIDAS

Pesquisadora (Orientanda): Doutoranda Maria Lívia Astolfo Coutinho

Endereço: Rua Silveira Martins, 2555, Cabula. Salvador-BA. CEP: 41.150-000.

Telefone: (71) 99966-8133. E-mail: marialivia@uneb.br

Pesquisadora (Orientadora): Dr^a Tânia Maria Hetkowski

Telefone: (71) 99148-5255. E-mail: taniah@uneb.br

Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos – CEP/UNEB, UNEB

Endereço: Avenida Engenheiro Oscar Pontes s/n, antigo prédio da Petrobras 3º andar, sala 01, Água de Meninos, Salvador- BA. CEP: 40460-120. Tel.: (71) 3612-1330, (71) 3312-1300. E-mail: cepuneb@uneb.br.

Comissão nacional de ética em pesquisa – CONEP. Endereço: SEP 510 NORTE, BLOCO A 1º SUBSOLO, Edifício Ex-INAN - Unidade II - Ministério da Saúde CEP: 70750-521 – Brasília-DF.

Telefone: (61) 3315-5878. E-mail: conep@saude.gov.br

V. CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO.

Após ter sido devidamente esclarecido(a) pela pesquisadora sobre os objetivos e benefícios da pesquisa e riscos da participação do meu(minha) filho(a) na pesquisa ROBÓTICA EDUCACIONAL E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: explorando a Aprendizagem Dialógica no Ensino Médio e ter entendido o que me foi explicado. Concordo em autorizar a participação de meu(minha) filho(a) sob livre e espontânea vontade, como voluntário(a) e consinto também que os resultados obtidos sejam apresentados e publicados em eventos e artigos científicos desde que a identificação do(a) meu(minha) filho(a) não seja realizada revelada e, assim, assino este documento em duas vias sendo uma destinada a pesquisadora e outra a via a mim.

Salvador, _____ de _____ de 2023.

Assinatura do(a) responsável pelo(a) participante da pesquisa

Maria Lívia Astolfo Coutinho (Orientanda)

Tânia Maria Hetkowski (Orientadora)

Pesquisa submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa com seres Humanos da Universidade do Estado da Bahia, aprovado sob número de parecer 5.925.796, em 06 de março de 2023, consulta disponível no link: <https://plataformabrasil.saude.gov.br/>

TERMO DE ASSENTIMENTO DO MENOR

ESTA PESQUISA SEGUIRÁ OS CRITÉRIOS DA ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS CONFORME RESOLUÇÃO N 466/12 DO CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE.

Você está sendo convidado para participar da pesquisa **ROBÓTICA EDUCACIONAL E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**: explorando a Aprendizagem Dialógica no Ensino Médio. Seu(sua) responsável permitiu que você participasse. Queremos investigar como a Robótica Educacional aliada a Educação Matemática pode contribuir para a Aprendizagem Dialógica da Matemática de alunos do Ensino Médio no contexto da Sociedade em Rede na contemporaneidade. Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu e você não terá nenhum problema se não aceitar ou desistir. Caso aceite, você responderá a um questionário, receberá um diário de bordo (caderno para anotações) que será preenchido por você durante os Encontros Formativos sobre Robótica Educacional, será entrevistado(a) e esta entrevista poderá ser gravada em áudio. A pesquisa tem baixo potencial de riscos físicos, ligados ao uso de ferramentas (chave de fenda, alicate, ferro de solda) durante os Encontros Formativos sobre Robótica Educacional. Porém, o uso dessas ferramentas não é obrigatório e será feito com a devida orientação prévia, supervisão e acompanhamento da pesquisadora e monitores. É possível que se sinta frustração ou constrangimento durante a aplicação dos instrumentos de coleta de dados e/ou nas atividades desenvolvidas durante os encontros formativos. Entretanto, tudo será conduzido com a máxima atenção e sensibilidade por parte da pesquisadora, no intuito de evitar quaisquer dessas ocorrências. Caso você queira poderá desistir, a qualquer tempo, e a pesquisadora irá respeitar sua vontade. Mas há coisas boas que podem acontecer com a realização deste projeto, pois sua realização poderá trazer benefícios, dentre eles destacam-se a motivação e para o estudo de conteúdos de Matemática de forma interativa, participativa e dialógica; a articulação entre teoria e prática em situações interativas de ensino e aprendizagem; a motivação para o uso de tecnologias de forma lúdica e prazerosa, além do desenvolvimento de habilidades e competências associadas à Robótica, uma tecnociência tão importante e cada vez mais presente no nosso cotidiano. Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar os participantes da pesquisa. Quando terminarmos a pesquisa os resultados serão publicados em jornais e revistas científicas e você também terá acesso a eles. Você ainda poderá nos procurar para retirar dúvidas pelos telefones:

Pesquisadora responsável: Maria Lívia Astolfo Coutinho

Endereço: Rua Manoel Galiza, nº 3B, Itapuã. **Telefone:** (71) 99966-8133.

E-mail: marialivia@uneb.br

Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos – CEP/UNEB, UNEB – Avenida Engenheiro Oscar Pontes s/n, antigo prédio da Petrobras 3º andar, sala 01, Água de Meninos, Salvador- BA. CEP: 40460-120. Tel.: (71) 3612-1330, (71) 3312-1300. E-mail: cepuneb@uneb.br

Eu

aceito participar da pesquisa **ROBÓTICA EDUCACIONAL E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**: explorando a Aprendizagem Dialógica no Ensino Médio. Entendi os

objetivos e as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir. As pesquisadoras tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis. Recebi uma cópia deste termo de assentimento, li e concordo em participar voluntariamente da pesquisa.

Salvador, _____ de _____ de 2023.

Assinatura do participante da pesquisa

Responsável pela pesquisa

Pesquisa submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa com seres Humanos da Universidade do Estado da Bahia, aprovado sob número de parecer 5.925.796, em 06 de março de 2023, consulta disponível no link: <https://plataformabrasil.saude.gov.br/>

Apêndice C – Roteiros dos EFRE



Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Doutorado em Educação e Contemporaneidade
e
Colégio Estadual Governador Lomanto Júnior – CEGLJ



Encontros Formativos sobre Robótica Educacional

Profª Maria Lívia Astolfo Coutinho

Roteiro do 2º Encontro

1. Discussão inicial sobre materiais de trabalho (resistor, led, pilha e multímetro).

Sobre **resistores**:

- O que é um resistor? Para que serve?
- Qual a diferença entre resistor e resistência?
- Como se identifica a resistência de um resistor?
- Como se usa? Quais os cuidados?

Sobre **Led**:

- O que é um led? Para que serve?
- Como se identifica um led?
- Como se usa? Quais os cuidados?

Sobre a **pilha**:

- O que é uma pilha? Como funciona?
- Como usar? Quais os cuidados?

Sobre o **multímetro**:

- Para que serve o multímetro?
- Como usar o multímetro como voltímetro (para medir tensões DC/AC)?
- Como usar o multímetro como Ohmímetro (para medir resistência)?
- Como usar o multímetro como Amperímetro (para medir corrente)?

- Quais os cuidados que se deve ter no uso do multímetro?

De uma maneira geral:

- Qual a diferença entre tensão, corrente e resistência?

2. Roteiro experimental

Conhecendo o **multímetro**:

- Observe o multímetro fornecido pela professora.
- Identifique as faixas de trabalho do multímetro (voltímetro DC/AC para medir tensão, Ohmímetro para medir resistências e Amperímetro).

Trabalhando com **resistores**:

- Observe o resistor fornecido pela professora.
- Identifique a resistência do resistor usando o código de cores e anote seu valor.
- Coloque o multímetro na escala ohmímetro e meça o valor desse resistor.
- Segure cada ponta de prova do multímetro e meça a resistência do seu corpo.
- Faça o mesmo de mãos dadas com seu colega e teste a resistência dos dois.
- Anote, compare os valores e discuta com seus colegas.

Trabalhando com o **Led**:

- Observe o led e pesquise sobre suas características.
- Pesquise sobre como montar o led em um circuito juntamente com um resistor e uma pilha/bateria.
- Teste o led com o multímetro na posição de voltímetro. O led acende? Que acontece se invertermos a posição do led? Quanto a montagem num circuito qual a diferença do led para o resistor?

Fazendo mais testes com o multímetro...

- Com o multímetro como voltímetro, teste e anote a tensão gerada pela pilha.
- Com o multímetro como voltímetro, teste e anote a polaridade do led.

Vamos montar um circuito para acender uma lâmpada de led?

Sugestões de links e vídeos:

- Calculadora para código de cores de resistores | Mouser Brasil

<https://br.mouser.com/technical-resources/conversion-calculators/resistor-color-code-calculator>

- O Que é a Lei de Ohm? - Aula #5 - Eletricidade Básica.

<https://www.youtube.com/watch?v=Q1bCzoX49KM&ab>

- Aprenda como usar o Multímetro Digital na Prática

<https://www.youtube.com/watch?v=u4W93w8FxJQ&ab>

- Como funciona um multímetro #ManualMaker Aula 2, Vídeo 2

https://www.youtube.com/watch?v=1WIWrmc-rBk&ab_channel=ManualdoMundo

- Como testar resistores de forma fácil e rápida.

https://www.youtube.com/watch?v=L6g_g6Yi_3E

- Como Calcular Resistor Para LED Simples! - EA #6

https://www.youtube.com/watch?v=vRcTP4XbkHM&ab_channel=CharmosaMiniaturas

Qual a diferença entre volt, watt e ampere? #ManualMaker Aula 2, Vídeo 1

https://www.youtube.com/watch?v=JtttnL28m3Q&ab_channel=ManualdoMundo

- Como funciona uma protoboard #ManualMaker Aula 3, Vídeo 2

https://www.youtube.com/watch?v=DfU6llvIMcM&ab_channel=ManualdoMundo



Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Doutorado em Educação e Contemporaneidade
e
Colégio Estadual Governador Lomanto Júnior – CEG LJ



Encontros Formativos sobre Robótica Educacional

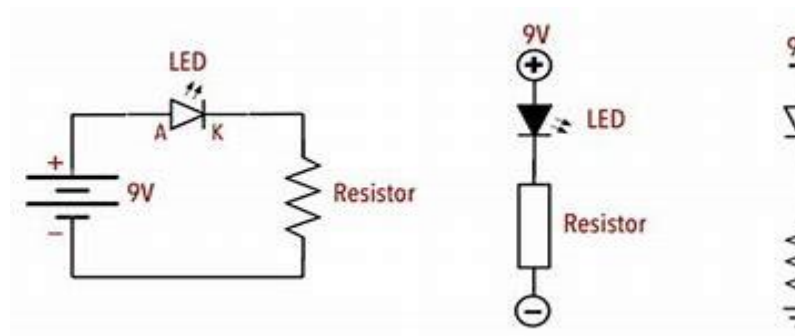
Data: _____

Profª Maria Lívia Astolfo Coutinho

Aluno(a): _____

Roteiro de Prática – 4º Encontro – Acendendo um led

1. Observe atentamente o circuito a seguir (bateria 9V-resistor-led-interruptor):



A partir do esquema monte o circuito usando o protoboard e fios para conexão.

ATENÇÃO!

Observar que a perna maior do led (positiva) precisa estar ligada no polo positivo da bateria.

Observar que o led não deve ser ligado diretamente na bateria de 9 V, mas com um resistor.

Ao final, registre através de fotos o circuito aberto (led apagado) e fechado (led aceso).

Se prepare para explicar o funcionamento do circuito qual a finalidade de cada componente no circuito?

ATIVIDADE PRÉVIA (aula invertida):

Pedir para construírem e testarem o circuito antes no “Tinkercad”, respondendo previamente um questionário com questões do tipo: O led pode ser ligado no circuito em qualquer posição? Como se deve ligar o led no circuito? Por que se usa o resistor neste circuito? Qual o sentido dos elétrons no circuito?

DESAFIOS DESTA PRÁTICA (SITUAÇÕES PROBLEMAS):

Como montar e testar um circuito simples no “Tinkercad”?

Como montar e testar um circuito simples, na prática, usando o “protoboard”

Como se explica o funcionamento do circuito simples e qual a finalidade de cada componente no circuito?

VÍDEOS SUGERIDOS:

Vídeo sobre circuito elétrico de led (soldagem e garra)

[\(608\) LED, conexión a una Batería de 9V.MOV - YouTube](#)

Usando o Arduino para acender um led no Tinkercad

[\(608\) Ligação e Montagem do LED Tinkercad- Professora Vanessa Juliato - YouTube](#)

Roteiro de atividades relacionadas a este assunto

[\(Aula 6\) Atividades Práticas de Eletricidade – GND Robotica Educacional e Automação \(wordpress.com\)](#)



Encontros Formativos sobre Robótica Educacional

Profª Maria Livia Astolfo Coutinho

Data: 20/07/2023 **Roteiro de Prática – 5º Encontro**

Lei de Ohm

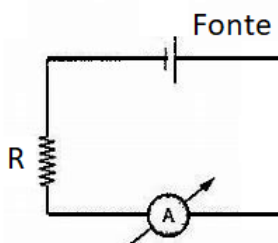
Material utilizado: 1 fonte variável de tensão, 1 resistor, 2 multímetros, conectores, lápis, borracha, roteiro e folha de registros.

Aluno(a): _____ Aluno(a): _____

1. Utilizando o multímetro como voltímetro, na escala de tensão contínua, use a ponta de teste para fazer a leitura da tensão nos conectores de saída. Anote os dados na tabela da folha de registros.

Observação: Os valores da tensão (V) são medidos em **volts (V)** e os da corrente (i) são medidos em **amperes (A)**, no nosso caso, devido as características do circuito, utilizaremos a medida em **miliamperes (mA)**.

2. Utilizando o multímetro como amperímetro, na escala de corrente contínua, monte o circuito abaixo, com a fonte de alimentação em 1,5V (aproximadamente), faça a leitura do amperímetro e anote o valor na tabela da folha de registros.



3. Repita o procedimento anterior para a fonte de alimentação em 3,0V; 4,5V e 6,0V.

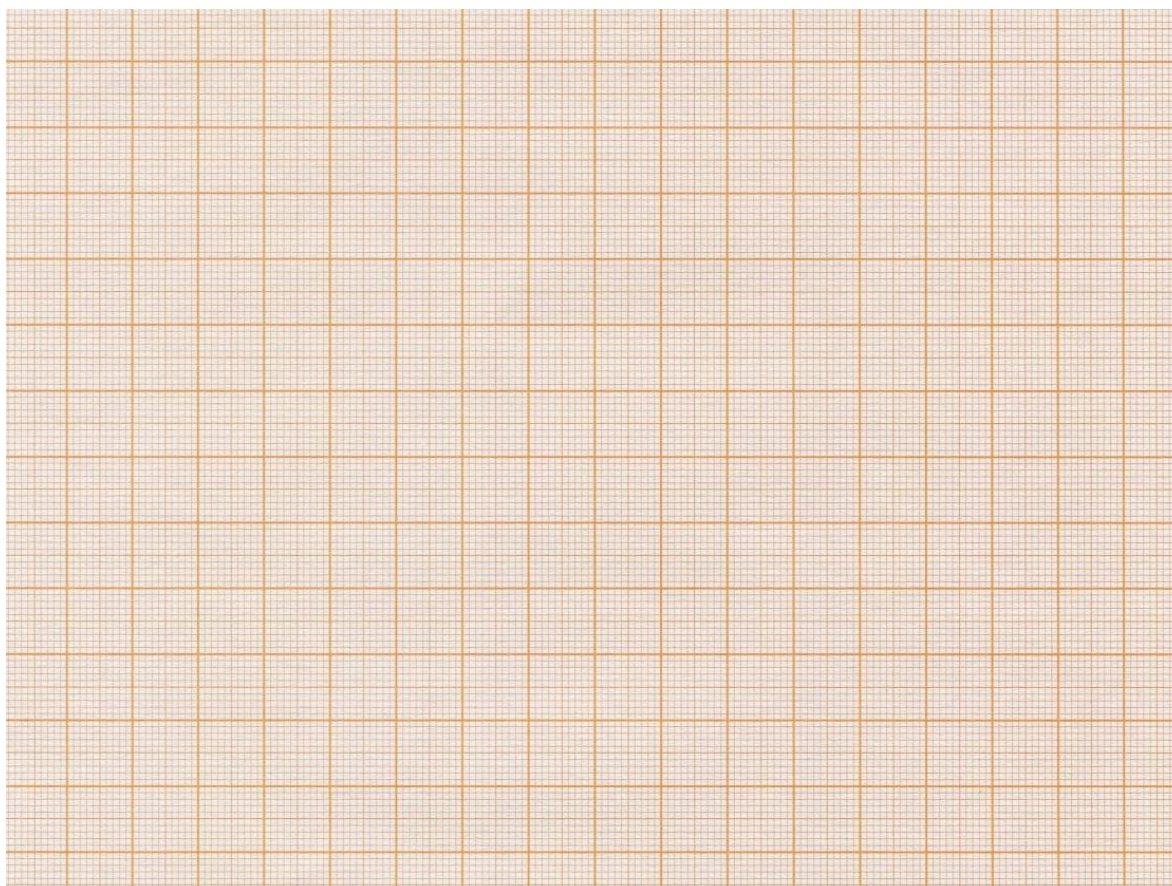
4. A partir dos dados da tabela, marque os valores no espaço reservado ao gráfico na folha de registros e trace o gráfico Tensão(V) x Corrente (i). Observe que os valores da tensão ficam no eixo Oy (vertical) e da corrente ficam no eixo Ox (horizontal).

Folha de registros

Tabela:

Tensão (V)	Corrente (mA)

Construa o gráfico:





Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Doutorado em Educação e Contemporaneidade
e
Colégio Estadual Governador Lomanto Júnior – CEGEJ



Encontros Formativos sobre Robótica Educacional

Data: _____

Profª Maria Lívia Astolfo Coutinho

Aluno(a): _____

Reflexão dialógica – 6º Encontro (Lei de Ohm)

No encontro de hoje você realizou pela primeira vez a prática do 5º Encontro ou está usando a experiência adquirida para orientar seu colega na realização dessa prática. Fale um pouco sobre isso respondendo a seguinte questão:

Como foi para você a experiência de ajudar seus colegas a fazerem a prática que já tinha feito?

No encontro de hoje você realizou pela primeira vez a prática do 5º Encontro ou está usando a experiência adquirida para orientar seu colega na realização dessa prática. Fale um pouco sobre isso respondendo a seguinte questão:

Como foi para você a experiência de aprender com seus colegas a fazer a prática de hoje?



Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Doutorado em Educação e Contemporaneidade
e
Colégio Estadual Governador Lomanto Júnior – CEGLJ



Encontros Formativos sobre Robótica Educacional

Data: _____

Profª Maria Lívia Astolfo Coutinho

Aluno(a): _____

Questionário Relativo ao Roteiro de Prática – 5º Encontro (Lei de Ohm)

Em relação à prática em que você construiu o gráfico $V \times I$:

- 1) Por que precisamos de uma fonte de tensão variada nesta prática?

- 2) Você teve alguma dificuldade na realização desta prática? Quais? Como superou essas dificuldades?

- 3) Alguma vez você já construiu um gráfico a partir dos dados de um experimento realizado por você? O que você achou dessa experiência?

- 4) Você está gostando dos Encontros Formativos sobre Robótica Educacional?

A. () Sim B. () Não

Por quê?



Encontros Formativos sobre Robótica Educacional

Data: 10/08/2023

Profª Maria Lívia Astolfo Coutinho

Roteiro do 7º Encontro – Ainda sobre a Lei de Ohm (5º Encontro)

Aluno(a): _____ Aluno(a): _____

- V = Tensão elétrica, unidade Volt (V é a letra que representa a unidade)
- I = Corrente elétrica, unidade Ampère (A é a letra que representa a unidade)
- R = Resistência elétrica, unidade Ohm (Ω é a letra grega que representa a unidade)

QUESTÕES

1) A partir do Roteiro da prática anterior preenchido e entregue ao professor (solicite seu Roteiro ao professor), retorne à tabela de dados e calcule a relação V/I anotando seus dados em uma nova coluna.

2) Pode-se perceber que a relação V/I praticamente permanece:

A) () variável B) () constante

3) Calcule o valor médio dessa constante. Qual o valor obtido? _____

4) A partir do gráfico, calcule o valor da relação $\Delta y / \Delta x$, ou seja, $\Delta V / \Delta I$. Qual o valor obtido? _____

5) Compare os valores obtidos nas questões 3 e 4. Esses valores são:

A) () semelhantes B) () diferentes

6) Assim, podemos concluir, tanto pela tabela como pelo gráfico que a relação $\Delta V / \Delta I$ é:

A) () variável B) () constante

7) Essa constante expressa uma capacidade do material conhecida como:

A) () capacitância B) () resistência

8) A unidade da resistência é expressa em:

A) () V (volt) B) () Ω (ohm) C) A (ampère)

9) Você verificou experimentalmente que para o mesmo resistor aumentando a tensão a corrente:

A) aumenta B) diminui

10) Você pode observar que o gráfico obtido a partir dos dados da tabela representa uma reta, ou seja, uma função linear. Além disso, a relação entre tensão e corrente é:

A) () diretamente proporcional B) () inversamente proporcional

11) Você acabou de verificar experimentalmente e repetir o procedimento que levou o cientista Georg Simon Ohm a enunciar sua primeira Lei que ficou conhecida como primeira Lei de Ohm: “A intensidade da corrente elétrica que percorre um condutor é diretamente proporcional à diferença de potencial e inversamente proporcional à resistência do circuito”.

Generalizando, pode-se afirmar que se $V / I = \text{constante}$ e, se essa constante é R , então a Lei de Ohm **NÃO** pode ser enunciada como:

A) () $I = V/R$ B) () $V = R.I$ C) () $V/I = R$ D) () $V = I/R$

Visite o link:

https://phet.colorado.edu/sims/html/ohms-law/latest/ohms-law_all.html?locale=pt_BR

12) Qual o valor da resistência do resistor utilizado no experimento da sua dupla? _____. Compare com o valor do resistor utilizado por seus colegas. Procure uma dupla que trabalhou com um resistor diferente do seu, juntos analisem os gráficos e procurem explicar as diferenças entre eles, se houver, relacionando com os parâmetros investigados na Lei de Ohm.



Encontros Formativos sobre Robótica Educacional

Profª Maria Lívia Astolfo Coutinho

Data: 18/08/2023 **Roteiro do 8º e 9º Encontros – Algoritmos**

Aluno(a): _____ Aluno(a): _____

Estrutura básica de um algoritmo

```
Algoritmo "nome do algoritmo"  
var  
// Aqui são declaradas as  
// variáveis  
Início  
  
// Aqui inserimos expressões,  
// instruções...  
  
FimAlgoritmo
```

Exemplo de algoritmo

```
Algoritmo CalculaMedia  
var  
  primeiraNota  
  segundaNota  
  media  
Início  
  
  Ler primeiraNota  
  Ler segundaNota  
  Calcula media = (primeiraNota  
    + segundaNota) / 2  
  Imprimir media  
  
FimAlgoritmo
```

Responda as questões:

1. Classifique o conteúdo das variáveis abaixo de acordo com seu tipo:

Variável	Tipo	Variável	Tipo	Variável	Tipo
0		"abc"		"João"	
5.7		1012		false	
-49		342		569	
"Lucas"		"true"		0.00001	
true		"444"		-78.1	

TIPO	DESCRIÇÃO
Inteiro	Representa valores inteiros Ex.: 2, 5, -3, 100, -151...
Real ou numérico	Representa valores reais Ex.: 10.0, 5.6, -3.45....
Literal ou caractere	Representa texto entre aspas duplas Ex.: "Sport Recife", "B", "1234"
Lógico	Representa os valores lógicos VERDADEIRO ou FALSO (true or false)

2. Dada a expressão matemática, escreva a expressão algorítmica:

Expressão Matemática	Expressão Algorítmica
$2.a+b$	
$a.x^2$	
$\frac{a}{2}+b$	

3. Faça um algoritmo que leia dois valores inteiros e escreva a sua soma

Resposta:

Algoritmo SomaDeInteiros;

Var

Inteiro numA, numB, soma;

Início

Ler numA;

Ler numB;

Calcular soma = numA + numB;

Imprimir soma;

Fim

4. Escreva um algoritmo para calcular o valor por pessoa de uma conta de restaurante. Será informado o valor total da conta e o número de pessoas.

Algoritmo ContaRestaurante

Var

Real ValorConta, ValorPagar;

Inteiro NumPess;

Início

Ler ValorConta;

Ler NumPess;

Calcular ValorPagar = ValorConta / NumPess;

Imprimir ValorPagar;

Fim

5. Escreva um algoritmo que receba o preço de um produto e a quantidade que existe em estoque daquele produto e imprima como resultado o valor total do estoque.
6. Escreva um algoritmo que receba os lados de um quadrado e imprima como resultado o valor da sua área e do seu perímetro.
7. Se na questão anterior fosse um retângulo, mudaria alguma coisa? Se sim, como ficaria o novo algoritmo?
8. Faça um algoritmo que leia 2 valores reais (a base e a altura de um triângulo), calcule e escreva a área desse triângulo.
9. Escreva um algoritmo para calcular o índice de massa corpórea (IMC) de uma pessoa. Para isso será informado o peso da pessoa em quilos e a altura em metros. Sabe-se que $IMC = peso/altura^2$.
10. Escreva um algoritmo para ... (use sua imaginação)



Encontros Formativos sobre Robótica Educacional

Data: 24/08/2023

Profª Maria Lívia Astolfo Coutinho

Roteiro do 10º e 11º Encontros – Introdução a Programação

Aluno(a): _____

Vamos programar? Siga as orientações a seguir:

1. Faça seu login no Tinkercad, <https://www.tinkercad.com/joinclass/HTG4D6JPC>
código da turma: HTG4D6JPC;
2. Em outra aba da internet, acesso ao vídeo:

https://www.youtube.com/watch?v=3c8mXZUHCQY&t=1726s&ab_channel=FabioSouza e assista do trecho que vai de 20:18 a 30:18;

3. Com base no vídeo que assistiu, no Tinkercad, na aba Atividades faça seu circuito “1 Led piscante”;
4. Agora responda as perguntas:
 - a. Foi explicado que o contador de tempo está em milissegundos, se você quiser que o programa “espere” 5 segundos com o led acesso, quantos milissegundos você deve colocar na configuração?
 - b. Quando e quantas vezes é executada a função “setup”? o que deve ser colocado na função “setup”?
 - c. O que acontece na função “loop” e quantas vezes é executada?
 - d. Que caractere pode ser usado para inserir um comentário no programa?
 - e. Quando demos utilizar o caractere “;” (ponto e vírgula) no programa?

5. Continuando no trecho seguinte do vídeo:

https://www.youtube.com/watch?v=3c8mXZUHCQY&t=1726s&ab_channel=FabioSouza e assista no tempo que vai de 30:20 a 40:18 para compreender melhor os pinos do Arduino e algumas funções de comando e responda as perguntas:

- a. Qual site é utilizado no vídeo para explicar sobre as funções de comando?
 - b. Para que serve o “pinMode()”?
 - c. Para que serve o “digitalWrite()”?
 - d. Na syntax do pinMode(), ou seja, pinMode(pin, mode), o que devemos colocar no “pin” e no “mode”?
 - e. Na syntax do digitalWrite(), ou seja, digitalWrite(pin, value) o que representa o “pin” e qual “value” podemos colocar?
6. Agora que você entendeu um pouco mais sobre a programação do Arduino, no Tinkercad, faça a atividade “2 Leds piscando”.
7. Você agora já é quase um especialista em acender led com o Arduino, então, faça a atividade “Semáforo” no Tinkercad. Tente fazer sem auxílio, persista, não desista!
8. Se sentiu dificuldade para fazer seu semáforo funcionar, tudo bem, não desanime! Assista aos vídeos abaixo e em seguida, tente fazer outra vez.

https://www.youtube.com/watch?v=pljx0UEcJZs&ab_channel=EngenheirodePlant%C3%A3o

https://www.youtube.com/watch?v=HvkDW9s1AnI&ab_channel=EderFernandesVieira

https://www.youtube.com/watch?v=Y_1WDIRnrfU&ab_channel=UPEducac%C3%A7%C3%A3oProfissional



Encontros Formativos sobre Robótica Educacional

Data: 24/08/2023

Profª Maria Lívia Astolfo Coutinho

10º e 11º Encontros – Reflexão dialógica

- 1) Em razão da paralisação dos professores fizemos dois encontros mais longos, dia 18/08 (7:30h às 12h) e hoje, 24/08 (13:30 às 17h). O que você achou disso?
- 2) O que você achou do encontro de hoje? O que você mais gostou? O que menos gostou?
- 3) Como foi sua experiência em relação ao primeiro vídeo indicado na atividade? Percebeu a duração total dele? Destacar apenas alguns trechos do vídeo representou algum problema para você? Tem alguma sugestão a esse respeito?
- 4) O que achou das perguntas colocadas nas questões 4 e 5? Pode marcar mais de uma opção:

☐ Ajudou a compreender e memorizar.	☐ Muito chatas e desnecessárias
☐ Tranquilas.	☐ Dífíceis.
- 5) Os termos em inglês são um problema para você? Sabe o idioma ou tem planos de aprender?



Encontros Formativos sobre Robótica Educacional

Data: 31/08/2023

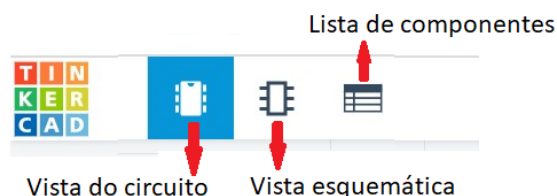
Profª Maria Lívia Astolfo Coutinho

Roteiro do 12º Encontro – Programação no Tinkercad

Aluno(a): _____

Vamos programar? Siga as orientações a seguir:

1. Faça seu login no Tinkercad, <https://www.tinkercad.com/joinclass/HTG4D6JPC> código da turma: XXXXXX;
2. Revise as atividades (1 Led piscante; 2 Leds piscando e; Semáforo) do encontro passado, busque aprimorar seus projetos seguindo algumas recomendações:
 - a. Preferencialmente, utilizar o código padrão de cores dos fios (preto – negativo e vermelho – positivo);
 - b. Qual o resistor utilizado em seus projetos? _____. O que acontece se você trocar para um resistor de 220 Ohms ou de 330 Ohms?
 - c. Evite cruzar os fios;
 - d. Experimente montar seu semáforo utilizando uma protoboard (placa de ensaio);
 - e. Na vida real, como costuma funcionar o tempo de cada luz acesa no semáforo? Quem fica aceso por mais tempo? Quem fica aceso por menos tempo? Incorpore isso ao seu projeto. (considere o semáforo da avenida principal).
 - f. No Tinkercad você já observou os ícones que ficam no canto superior direito, mostrados na figura abaixo? Experimente.



3. Agora assista ao vídeo indicado a seguir e veja como programar utilizando os blocos do Tinkercad.

https://www.youtube.com/watch?v=CrHJj4OQ6Sw&t=732s&ab_channel=ManualdoMundo

4. Em Atividades, na nossa turma do Tinkercad, “Monte um projeto do seu interesse”.



Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Doutorado em Educação e Contemporaneidade
e
Colégio Estadual Governador Lomanto Júnior – CEGLJ



Encontros Formativos sobre Robótica Educacional

Data: 21/09/2023

Profª Maria Lívia Astolfo Coutinho

Roteiro do 14º Encontro

Retomando – Introdução a Programação (encontros 10 e 11)

Aluno(a): _____

1. Com base no trecho que vai de 20:18 a 30:18 do vídeo:

https://www.youtube.com/watch?v=3c8mXZUHCQY&t=1726s&ab_channel=FabioSouza você foi desafiado a fazer no Tinkercad, a Atividade “1 Led piscante” e a responder as perguntas:

- a. Foi explicado que o contador de tempo está em milissegundos, se você quiser que o programa “espere” 5 segundos com o led aceso, quantos milissegundos você deve colocar na configuração?
- b. Quando e quantas vezes é executada a função “setup”? o que deve ser colocado na função “setup”?
- c. O que acontece na função “loop” e quantas vezes é executada?
- d. Que caractere pode ser usado para inserir um comentário no programa?
- e. Quando demos utilizar o caractere “;” (ponto e vírgula) no programa?

2. Depois de assistir ao trecho que vai de 30:20 a 40:18 do vídeo:

https://www.youtube.com/watch?v=3c8mXZUHCQY&t=1726s&ab_channel=FabioSouza você foi desafiado a responder:

- a. Qual site é utilizado no vídeo para explicar sobre as funções de comando?
 - b. Para que serve o “pinMode()”?
 - c. Para que serve o “digitalWrite()”?
 - d. Na syntax do pinMode(), ou seja, pinMode(pin, mode), o que devemos colocar no “pin” e no “mode”?
 - e. Na syntax do digitalWrite(), ou seja, digitalWrite(pin, value) o que representa o “pin” e qual “value” podemos colocar?
3. Depois de responder as perguntas você foi desafiado a fazer as atividades “2 Leds piscando” e a atividade “Semáforo” no Tinkercad.
4. Se sentiu dificuldade para fazer seu semáforo funcionar, tudo bem, não desanime! Assista aos vídeos abaixo e em seguida, tente fazer outra vez.

https://www.youtube.com/watch?v=pljx0UEcJZs&ab_channel=EngenheirodePlant%C3%A3o

https://www.youtube.com/watch?v=HvkDW9s1AnI&ab_channel=EderFernandesVieira

https://www.youtube.com/watch?v=Y_1WDIRnrfU&ab_channel=UPEducac%C3%A7%C3%A3oProfissional



Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Doutorado em Educação e Contemporaneidade
e
Colégio Estadual Governador Lomanto Júnior – CEGLJ



Encontros Formativos sobre Robótica Educacional

Data: 05/10/2023

Profª Maria Lívia Astolfo Coutinho

Roteiro do 15º Encontro

Montagem do robô-carrinho – parte 1

Aluno(a): _____

Aluno(a): _____

Recomendação de vídeos:

Como Movimentar o Robô usando Ponte H e Arduino? #MaratonaMaker

https://www.youtube.com/watch?v=mS2bP7WYZVI&t=426s&ab_channel=BrincandocomIdeias

Aprenda a controlar motores com o Arduino! (usamos o módulo L298N)

https://www.youtube.com/watch?v=yyCX9oP2cso&t=183s&ab_channel=BrincandocomIdeias

Arduino para Iniciantes - Aula 05 - Protoboard - Projeto Carro de Controle Remoto - Parte 1

https://www.youtube.com/watch?v=61M7Mg7KP6k&list=PL7CjOZ3q8fMe6SX8XWYw85KruVXI64wA6&index=6&ab_channel=BrincandocomIdeias

Playlist – Curso de Arduino para Iniciantes

<https://www.youtube.com/playlist?list=PL7CjOZ3q8fMe6SX8XWYw85KruVXI64wA6>

Como montar o Kit Chassi Robô 2wd (6 min)

https://www.youtube.com/watch?v=o29VYftnI4Y&ab_channel=Santana

Como montar um kit de chassi robótico 2WD - Robótica Prática

https://www.youtube.com/watch?v=z3sIDIOpDk&ab_channel=ProfessorJos%C3%A9deAssis

Como montar o kit Chassi de Robô 2WD - Criando um Robô Arduino Ep.1

https://www.youtube.com/watch?v=5GI00AIYIR0&ab_channel=EmersonCarvalho-PontoCanal

2WDCAR: Como Montar o Chassi Sem Mistérios P1 - Robô #Arduino

https://www.youtube.com/watch?v=AoDMuww9H28&ab_channel=AplicarCi%C3%A9ncias-GersonSena



Encontros Formativos sobre Robótica Educacional

Data: 19/10/2023

Profª Maria Lívia Astolfo Coutinho

Reflexão dialógica do 15º Encontro

Montagem do robô-carrinho – parte 1

Aluno(a): _____

1. Quem é sua dupla?
2. Como você se sentiu ao receber os componentes do robô?
3. Qual foi a estratégia da sua dupla para iniciar a montagem?
4. Houve uma divisão de tarefas na dupla (se sim, quem ficou com o quê?) ou fizeram todo o processo juntos?
5. Você assistiu algum dos vídeos indicados para ajudar na montagem? Quantos?
6. Assistiu algum vídeo que não havia sido indicado? Se sim, gostou? Compartilhou com alguém?
7. Colaborou com alguma outra dupla (ajudando ou sendo ajudado) durante a montagem? Se sim, como foi essa experiência?

8. O que você achou “mais fácil” nessa fase inicial de montagem do robô?

9. Teve alguma dificuldade nessa fase inicial de montagem do robô? Se sim, qual?

10. Em que ponto você parou a montagem do seu robô no encontro do dia 05/10?

11. Diga com suas palavras o que é **hardware**. Cite alguns exemplos.

12. Diga com suas palavras o que é **software**. Cite alguns exemplos.

13. No robô que estamos montando o que seria **hardware** e o que seria **software**?



Encontros Formativos sobre Robótica Educacional

Data: 19/10/2023

Profª Maria Lívia Astolfo Coutinho

Roteiro do 16º Encontro

Montagem do robô-carrinho – parte 2

Aluno(a): _____

1. Vamos dar continuidade a montagem do robô? Use vídeos disponíveis no YouTube como referência, busque ajuda com seus colegas, troque experiências, trabalhe de forma colaborativa.
2. Após concluir a montagem do robô, assista até 15min19seg do vídeo:
https://www.youtube.com/watch?v=mS2bP7WYZVI&t=428s&ab_channel=BrincandocomIdeias
Observe que na descrição do vídeo você tem o link para **Sketch 1**, nele tem o código de programação usado no vídeo, você pode levar esse código para a nuvem do Arduino.
3. Dialogue com sua dupla e com os outros colegas sobre o programa, buscando compreender o que faz cada comando, isso será importante para quando você for personalizar seu programa.
4. Entre no site do Arduino <https://www.arduino.cc/> faça seu login, navegue um pouco na aba “Cloud” (nuvem), depois clique em iniciar, no menu à esquerda, selecione “editor” e comece a trabalhar.
5. Carregue o programa no Arduino do seu robô e teste os movimentos.
6. Até que ponto você conseguiu chegar no encontro de hoje?



Encontros Formativos sobre Robótica Educacional

Data: 26/10/2023

Profª Maria Lívia Astolfo Coutinho

Reflexão dialógica sobre o Encontro 17

Montagem do robô-carrinho – parte 3

Aluno(a): _____

1. Quem é sua dupla?
2. Até que ponto você conseguiu chegar no encontro de hoje? (em que fase está o seu robô?)
3. Quais foram suas as dificuldades na montagem do robô e quais partes foram mais fáceis?
4. Lembre-se que esse é um curso de formação, conseguir concluir ou não uma atividade faz parte desse contexto. A aprendizagem que ocorre durante o processo é muito importante. Pensando nisso, tendo conseguido ou não programar seu robô no encontro de hoje, escreva sobre isto (como se sentiu, a parte que mais gostou no processo de programar ou de tentar programar, quais dificuldade enfrentou e o que mais desejar).
5. Tem alguma sugestão para nossos próximos encontros?



Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Doutorado em Educação e Contemporaneidade
e
Colégio Estadual Governador Lomanto Júnior – CEGLJ



Encontros Formativos sobre Robótica Educacional

Data: 09/11/2023

Profª Maria Lívia Astolfo Coutinho

Roteiro do 18º Encontro

Desafio – Matemática

Alunos(as):

Hoje, vamos trabalhar em dois grupos! Cada grupo deve eleger um único robô para executar a atividade. Toda atividade deve ser realizada a partir a escuta dos colegas, dialoguem, ouçam as ideias e sugestões antes de definirem a estratégia que será utilizada.

Qual o robô escolhido?

Desafio 1:

Coloque o robô para “andar para frente” por 4 segundos, considerando o traçado percorrido, responda:

Qual foi a distância percorrida? Explique como você fez a medição.

Quantas voltas a roda do carrinho-robô deu durante o percurso? Explique como você chegou a esse resultado (apresente os cálculos se houver).

Qual a velocidade do robô? Explique como chegou ao resultado.

Desafio 2:

Mantendo a velocidade do robô, se aumentarmos o tempo para 6 segundos, qual será a distância percorrida? Apresente seus cálculos.

Quantas voltas a roda do carrinho-robô daria durante esse percurso? Explique como você chegou a esse resultado.

Desafio 3:

Altere o programa do seu robô para “andar para frente” por 6 segundos, confira a distância percorrida e compare com seus cálculos. Comente o resultado.



Encontros Formativos sobre Robótica Educacional

Data: 16/11/2023

Profª Maria Lívia Astolfo Coutinho

Roteiro do 19º Encontro

Desafio – Matemática

Alunos(as):

Vamos trabalhar em dois grupos! Cada grupo deve eleger um único robô para executar a atividade. Toda atividade deve ser realizada a partir da escuta dos colegas, dialoguem, ouçam as ideias e sugestões antes de definirem a estratégia que será utilizada.

Qual foi o robô escolhido e por quê?

Desafio 1: (todas as equipes)

1. Vamos analisar o programa que utilizamos no encontro passado? Primeiro, observe o programa completo:

```
#define pinMotor1 5

#define pinMotor2 6 //Frente

#define pinMotor3 9 //Frente

#define pinMotor4 10

void setup() {

    // put your setup code here, to run once:

    pinMode(pinMotor1, OUTPUT);

    pinMode(pinMotor2, OUTPUT);
```

```

    pinMode(pinMotor3, OUTPUT);

    pinMode(pinMotor4, OUTPUT);
}

void loop() {

    // put your main code here, to run repeatedly:

    paraFrente();

    delay(6000);

    parar();

    delay(4000);
}

void paraFrente() {

    digitalWrite(pinMotor2, HIGH);

    digitalWrite(pinMotor3, HIGH);
}

void paraTras() {

    digitalWrite(pinMotor1, HIGH);

    digitalWrite(pinMotor4, HIGH);
}

void parar() {

    digitalWrite(pinMotor1, LOW);

    digitalWrite(pinMotor2, LOW);

    digitalWrite(pinMotor3, LOW);

    digitalWrite(pinMotor4, LOW);
}

```

2. Agora vamos destacar alguns trechos na primeira coluna, preencha a segunda coluna:

Trecho do programa	O que esse trecho do programa faz? (qual a sua função no programa? quantas vezes e quando vai ser executado?)
<pre>#define pinMotor1 5 #define pinMotor2 6 //Frente #define pinMotor3 9 //Frente #define pinMotor4 10</pre>	
<pre>void setup() { pinMode(pinMotor1, OUTPUT); pinMode(pinMotor2, OUTPUT); pinMode(pinMotor3, OUTPUT); pinMode(pinMotor4, OUTPUT); }</pre>	
<pre>void loop() { paraFrente(); delay(6000); parar(); delay(4000); }</pre>	
<pre>void paraFrente() { digitalWrite(pinMotor2, HIGH); digitalWrite(pinMotor3, HIGH); }</pre>	
<pre>void paraTras() { digitalWrite(pinMotor1, HIGH);</pre>	

<pre>digitalWrite(pinMotor4, HIGH); }</pre>	
<pre>void parar() { digitalWrite(pinMotor1, LOW); digitalWrite(pinMotor2, LOW); digitalWrite(pinMotor3, LOW); digitalWrite(pinMotor4, LOW); }</pre>	

Com esse programa instalado no Arduino, ao ser executado, como o robô se comporta? (o que ele faz?)

3. Se quisermos que o robô ande para trás por 5 segundos e depois pare por 3 segundos, que alteração será necessária no programa? Reescreva aqui como ficaria o trecho que precisa ser alterado.

Desafio 2 (todas as equipes)

Já discutimos que para o robô fazer uma curva podemos parar por alguns instantes apenas uma das rodas.

```
void curvaesquerda() {
    digitalWrite(pinMotor2, LOW); //desliga o motor da esquerda.
    digitalWrite(pinMotor3, HIGH); //liga para frente o motor da direita.
}
```


1. O delay definido para esse comando irá definir o ângulo da curva. As curvas podem ser mais acentuadas (ângulo menor) ou mais suaves (ângulo maior). Se quisermos uma curva mais acentuadas (ângulo menor) o delay deve ser maior ou menor que o de uma curva suave? Por quê?
2. Como seria o `void curvadireita( )`? (comando para fazer a curva à direita). Reescreva o trecho do programa.

```
void curvadireita( )
```

Desafio 3 (Equipe 1)

Programa o robô para andar por 2 segundos, virar uma curva à esquerda com delay (800), seguir por mais 2 segundos e parar. Considere: **A** ponto de partida; **B** ponto onde foi feita a curva e **C** ponto de chegada. Para responder as questões a seguir, **busque a fonte de pesquisa que desejar.**

1. Desenhe aqui o trajeto percorrido pelo robô;
2. Ligando os pontos A, B e C, formamos uma figura geométrica: **(justifique suas respostas indicando como chegou até elas e a fonte de consulta utilizada, e preparem-se para socializar os resultados e as estratégias com o outro grupo).**
 - a. Determine o nome da figura;
 - b. Classifique-a de acordo com o tamanho de seus lados.
 - c. Determine o ângulo $\widehat{ABC}$;
 - d. Classifique a figura de acordo com a medida dos seus ângulos;
 - e. Calcule o seu perímetro;
 - f. Calcule a sua área;

Desafio 4 (Equipe 2)

Programa o robô para andar por 2 segundos, virar uma curva à direita com delay (900), seguir por mais 3 segundos e parar. Considere: **A** ponto de partida; **B** ponto onde foi feita a curva e **C** ponto de chegada. Para responder as questões a seguir, **busque a fonte de pesquisa que desejar**.

1. Desenhe aqui o trajeto percorrido pelo robô;
2. Ligando os pontos A, B e C, formamos uma figura geométrica: **(justifique suas respostas indicando como chegou até elas e a fonte de consulta utilizada, e preparem-se para socializar os resultados e as estratégias com o outro grupo).**
 - a. Determine o nome da figura;
 - b. Classifique-a de acordo com o tamanho de seus lados;
 - c. Determine o ângulo $\widehat{ABC}$;
 - d. Classifique a figura de acordo com a medida dos seus ângulos;
 - e. Calcule o seu perímetro;
 - f. Calcule a sua área;



Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Doutorado em Educação e Contemporaneidade
e
Colégio Estadual Governador Lomanto Júnior – CEGLJ



Encontros Formativos sobre Robótica Educacional

Data: 23/11/2023 (sexta-feira)

Profª Maria Lívia Astolfo Coutinho

Roteiro do 21º Encontro

Desafio de Matemática 3

Alunos(as):

Vamos trabalhar em dois grupos! Toda atividade deve ser realizada a partir da escuta dos colegas, dialoguem, ouçam as ideias e sugestões antes de definirem a estratégia que será utilizada.

Hoje, teremos duas pistas circulares para o robô seguidor de linha, cada equipe irá trabalhar em uma delas.

Observação:

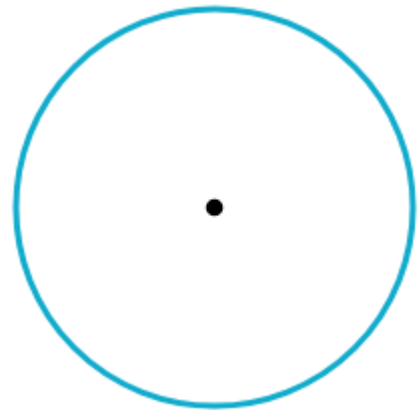
- Utilizem **apenas lápis** para riscar a pista.
- Busquem a fonte de pesquisa que desejarem.

Desafio 1:

- a) Observem a pista circular da sua equipe, juntos desenvolvam uma estratégia para determinar o centro da circunferência.
- b) Com um lápis, marquem na pista o centro da circunferência (C). Expliquem como encontraram o centro, se necessário, reproduzam o desenho aqui.
- c) Qual o raio da circunferência?
- d) Qual o comprimento da circunferência?

Desafio 2:

- a) Coloquem o robô seguidor de linha na pista circular da sua equipe, deixem ele dar algumas voltas.
- b) Agora, com um lápis, marquem um ponto de partida (A). Coloquem o robô no ponto de partida e liguem, ele irá parar quando encontrar o obstáculo colocado pela professora. Marquem o ponto de parada (B).
- c) Determinem a medida do trajeto feito pelo robô.
- d) Com um lápis, tracem uma reta do centro do círculo (C) ao ponto de partida (A) e do centro do círculo ao ponto de parada (B). No círculo, como é chamada região que vocês acabaram de delimitar? Considerando o trajeto feito pelo robô, representem aqui essa figura e hachure.



- e) Usando o transferidor, considerando o trajeto feito pelo robô, determinem o ângulo $\widehat{ACB}$ da pista.
- f) Calculem a área do setor circular, definido pelo trajeto do robô. Apresentem os cálculos.
- g) Conhecem uma forma diferente da que foi apresentada na resposta anterior para calcular o setor circular? Como seria?



Encontros Formativos sobre Robótica Educacional

Data: 06/12/2023 (quarta-feira)

Profª Maria Lívia Astolfo Coutinho

Reflexão dialógica – 24º Encontro

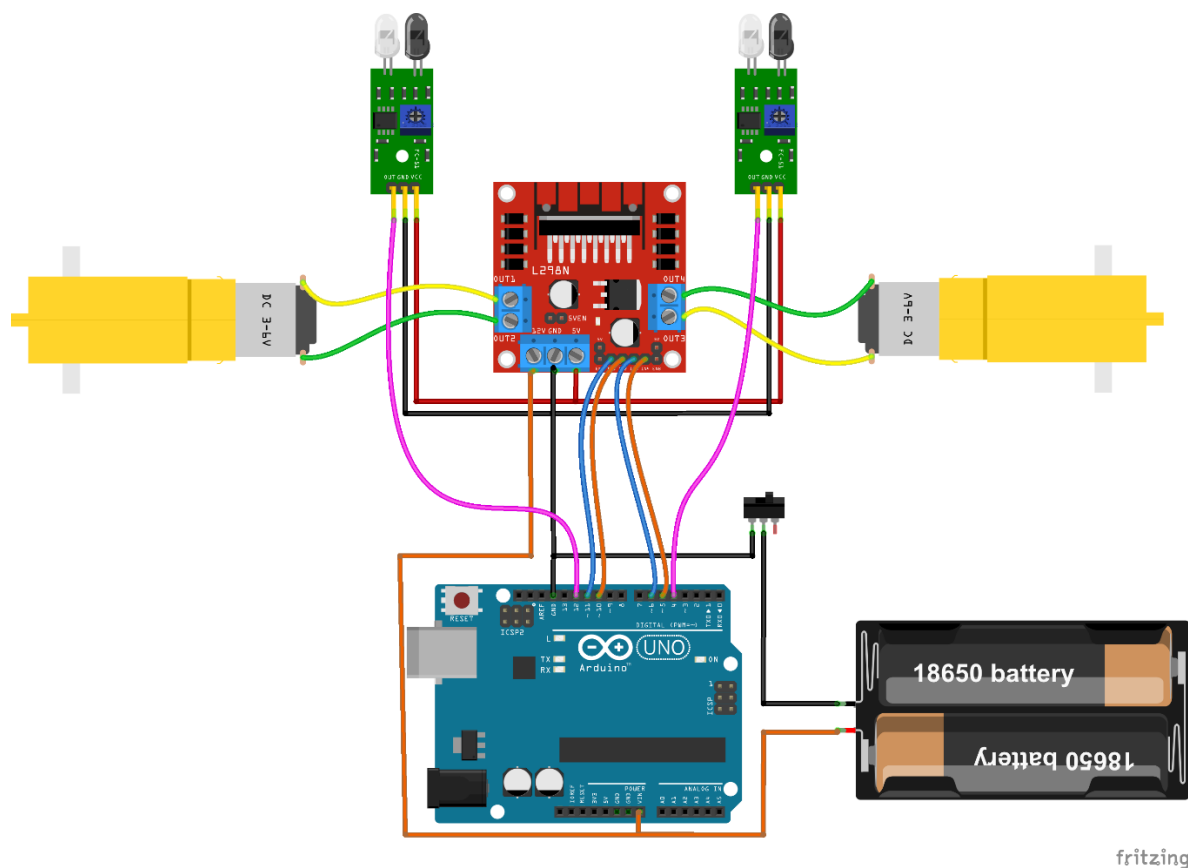
Por que estudar Matemática?

Aluno(a): _____

1. Nesse Encontro, você pode perceber que muitas fórmulas estudadas na Escola em disciplinas como Física, Química, Biologia, dentre outras, foram resultantes de um processo de investigação científica?
() Sim
() Não
2. No processo de investigação, para chegar nas fórmulas como as conhecemos, os cientistas desenvolvem várias etapas, algumas listadas a seguir em ordem aleatória. Ordene essas etapas de 1 a 6, na sequência em que são desenvolvidas.
() Constroem tabelas e, a partir delas, constroem gráficos
() Identificam variáveis
() Expressam seus resultados na forma de equações matemáticas
() Fazem medições usando instrumentos de medida
() Observam o fenômeno
() Analisam como se comportam (relacionam) essas variáveis
3. Em quais etapas descritas na questão anterior, a Matemática tem participação importante?

4. Como o Arduino pode atuar como um instrumento de observação e medição de um fenômeno?
5. Você concorda que o Arduino ao ser programado para utilização com sensores e atuadores, torna-se uma ferramenta que pode auxiliar na coleta, no tratamento e na análise de dados, visando a produção do conhecimento científico? Por quê?
6. O Arduino, além de movimentar o robô e contribuir para medidas e produção de dados científicos, pode também fazer cálculos e gráficos. Nesse sentido, você gostaria que o Arduino fosse utilizado na escola para acompanhar experimentos práticos, visando compreender conteúdos de Matemática? Por quê?
7. Nesse Encontro você percebeu por que é necessário aprender alguns conteúdos de Matemática?
- () Sim () Não
8. Você acha que usar a Robótica ou Arduino em processos de investigação científica podem ajudar o aluno a melhor compreender por que estudar certos conteúdos de Matemática? Por quê?

Anexo A – Esquema e o programa para robô seguidor de linha



Fonte: Canal Brincando com ideias. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1-iCvcAHeCeq_nGNnKTeNeBK4wBvNUEpJ/view . Acesso: 10 out. 2023.


```

/*
    CÓDIGO:   Q0702
    AUTOR:    BrincandoComIdeias
    ACOMPANHE: https://www.youtube.com/brincandocomideias ;
https://www.instagram.com/canalbrincandocomideias/
    APRENDA:  https://cursodearduino.net/ ;
https://cursoderobotica.net
    COMPRE:   https://www.arducore.com.br/
    SKETCH:    Seguidor de Linha
    DATA:     22/09/2021
*/

// DEFINIÇÕES DE PINOS
#define pinSensorDir 4
#define pinSensorEsq 12

#define dirFrente 6
#define dirTras 5
#define esqFrente 10
#define esqTras 11

// DEFINIÇÕES
#define LINHA HIGH

#define FRENTE 1
#define PARADO 0
#define TRAS -1

// DECLARAÇÃO DE FUNÇÕES
void configMotor();
void motorEsq(int direcao, byte velocidade = 80);
void motorDir(int direcao, byte velocidade = 95);

// DECLARAÇÃO DE VARIÁVEIS
bool leituraEsquerda;
bool leituraDireita;

void setup() {
    //Serial.begin(9600);

    pinMode(pinSensorDir, INPUT);
    pinMode(pinSensorEsq, INPUT);

    configMotor();
}

void loop() {
    bool valE = digitalRead(pinSensorEsq);
    bool valD = digitalRead(pinSensorDir);

    if (valE == LINHA && valD == LINHA) {
        motorEsq(PARADO);
        motorDir(PARADO);
    }
}

```

```

        delay(300);
        motorEsq(TRAS);
        motorDir(TRAS);
        delay(150);
        motorEsq(PARADO);
        motorDir(PARADO);
        delay(3000);
    } else if (valD == LINHA) {
        motorEsq(FRENTE, 100);
        motorDir(TRAS, 100);
    } else if (vale == LINHA) {
        motorEsq(TRAS, 100);
        motorDir(FRENTE, 100);
    } else {
        motorEsq(FRENTE);
        motorDir(FRENTE);
    }
}

// IMPLEMENTO DE FUNÇÕES

void configMotor() {
    pinMode(dirFrente, OUTPUT);
    pinMode(dirTras, OUTPUT);
    pinMode(esqFrente, OUTPUT);
    pinMode(esqTras, OUTPUT);

    digitalWrite(dirFrente, LOW);
    digitalWrite(dirTras, LOW);
    digitalWrite(esqFrente, LOW);
    digitalWrite(esqTras, LOW);
}

void motorEsq(int direcao, byte velocidade = 80) {
    switch (direcao) {
        case -1: {
            // Serial.println("Esq Trás");
            digitalWrite(esqFrente, LOW);
            analogWrite(esqTras, velocidade);
            break;
        }
        case 0: {
            // Serial.println("Esq PARADOdo");
            digitalWrite(esqFrente, HIGH);
            digitalWrite(esqTras, HIGH);
            break;
        }
        case 1: {
            // Serial.println("Esq Frente");
            analogWrite(esqFrente, velocidade);
            digitalWrite(esqTras, LOW);
            break;
        }
    }
}
}

```

```

void motorDir(int direcao, byte velocidade = 95) {
  switch (direcao) {
    case -1: {
      //      Serial.println("Dir Trás");
      digitalWrite(dirFrente, LOW);
      analogWrite (dirTras,    velocidade);
      break;
    }
    case 0: {
      //      Serial.println("Dir PARADODO");
      digitalWrite(dirFrente, HIGH);
      digitalWrite(dirTras,    HIGH);
      break;
    }
    case 1: {
      //      Serial.println("Dir Frente");
      analogWrite (dirFrente,  velocidade);
      digitalWrite(dirTras,    LOW);
      break;
    }
  }
}

```

Anexo B – Programa Q0946-Sketch1

Programa Q0946-Sketch1

```
#define pinMotor1 3
#define pinMotor2 5 //Frente
#define pinMotor3 6 //Frente
#define pinMotor4 9

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  pinMode(pinMotor1, OUTPUT);
  pinMode(pinMotor2, OUTPUT);
  pinMode(pinMotor3, OUTPUT);
  pinMode(pinMotor4, OUTPUT);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  paraTras();
  delay(2000);
  parar();
  delay(4000);
}

void paraFrente() {
  digitalWrite(pinMotor2, HIGH);
  digitalWrite(pinMotor3, HIGH);
}

void paraTras() {
  digitalWrite(pinMotor1, HIGH);
  digitalWrite(pinMotor4, HIGH);
}

void parar() {
  digitalWrite(pinMotor1, LOW);
  digitalWrite(pinMotor2, LOW);
  digitalWrite(pinMotor3, LOW);
  digitalWrite(pinMotor4, LOW);
}
```