

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

RANGEL ZIGNAGO

Robótica Educacional nas aulas de Matemática:
Trabalhos colaborativos com alunos do 8º ano do Ensino Fundamental

Juiz de Fora (MG)
Dezembro, 2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
Pós-Graduação em Educação Matemática
Mestrado Profissional em Educação Matemática

Rangel Zignago

Robótica Educacional nas aulas de Matemática:
Trabalhos colaborativos com alunos do 8º ano do Ensino Fundamental

Orientador: Prof. Dr. Leonardo José da Silva

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Educação Matemática, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação Matemática.

Juiz de Fora (MG)
Dezembro, 2020

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Zignago, Rangel.

Robótica Educacional nas aulas de Matemática : Trabalhos colaborativos com alunos do 8º ano do Ensino Fundamental / Rangel Zignago. -- 2020.
136 f.

Orientador: Leonardo José da Silva
Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, 2020.

1. Robótica Educacional. 2. Matemática. 3. Construcionismo. 4. Aprendizagem Colaborativa. I. Silva, Leonardo José da, orient. II. Título.

Rangel Zignago

“Robótica educacional nas aulas de Matemática: trabalhos colaborativos com alunos do 8º ano do Ensino Fundamental”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Matemática. Área de concentração: Educação Matemática.

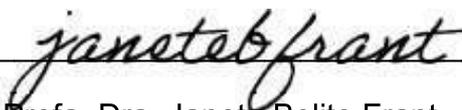
Aprovada em 09 de dezembro de 2020

BANCA EXAMINADORA



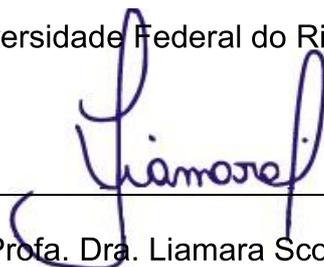
Prof. Dr. Leonardo José da Silva – Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora



Profa. Dra. Janete Bolite Frant

Universidade Federal do Rio de Janeiro



Profa. Dra. Liamara Scortegagna

Universidade Federal de Juiz de Fora

À minha esposa, Amanda Rodrigues Alves Zignago,
por todo o amor, paciência e presença durante esses
anos, e aos meus filhos, Pedro, Davi e Ana Clara, pelo
carinho e confiança.

AGRADECIMENTO

A Deus, pela presença em minha vida e por me conceder saúde durante toda essa jornada.

Aos meus amados pais, Romiro Zignago e Maria da Costa Zignago, por terem proporcionado e incentivado os meus estudos, com muito amor e confiança.

Ao meu orientador, Leonardo José da Silva, por todo o incentivo, por acreditar em nosso trabalho e estar sempre disponível a orientar.

Ao colega Felipe José Rezende de Carvalho, pelas sugestões inteligentes e pontuais na elaboração desta pesquisa.

Aos colegas Daniel de Freitas Itaborahy e Gustavo Gonçalves Silva, pelas conversas inspiradoras sobre tecnologia e por terem ajudado na parte de renderização das imagens.

Aos queridos alunos que aceitaram entusiasticamente participar dessa pesquisa.

À escola que permitiu e colaborou para que esse trabalho fosse realizado.

Às professoras Liamara Scortegagna e Janete Bolite Frant, por terem colaborado com a escrita desse trabalho, com sugestões claras e elegantes.

À Universidade Federal de Juiz de Fora, por proporcionar estudos de pós-graduação de alta qualidade a esse pesquisador/docente.

As pessoas que sonharam em fazer máquinas voadoras olharam para os pássaros com o mesmo espírito que quero olhar para os exemplos de aprendizagem bem-sucedida. (PAPERT, 2008, p. 40)

RESUMO

A presente dissertação tem como tema a relação entre aprendizagem matemática e a Robótica Educacional (RE), ao buscar compreender como abordar ângulos e proporcionalidade em um trabalho colaborativo utilizando a Robótica Educacional no 8º ano do ensino fundamental. Esta dissertação tem por objetivos: proporcionar uma reflexão sobre o uso da RE nas aulas de matemática do ensino fundamental; desenvolver oficinas de RE por meio de um olhar pedagógico, possibilitando seu uso em sala de aula e oferecer subsídios para os professores que pretenderem utilizar a RE nas aulas de matemática, abordando o estudo de proporcionalidade e ângulos. O referencial teórico que fundamenta esta pesquisa versa sobre as relações entre educação, tecnologia, mais especificamente no contexto da Robótica Educacional e ambientes de aprendizagem. Partimos dos estudos de Seymour Papert sobre a construção e programação de artefatos, os robôs, e focalizamos sua teoria construcionista que tem influenciado a forma como educadores pensam sobre as direções para reformas na educação e, nesse contexto, sobre os papéis da tecnologia na aprendizagem. Buscamos um olhar pedagógico ao utilizar os conceitos desenvolvidos por Philippe Perrenoud sobre competências e habilidades, e apresentamos também, a partir de Torres e Irala (2014), o conceito de Aprendizagem Colaborativa. Esta pesquisa foi desenvolvida com estudantes da Educação Básica de uma escola privada do interior do estado de Minas Gerais. Para buscar a compreensão de nossa pergunta orientadora, elaboramos oficinas onde os dados foram coletados por meio de imagens fotográficas, gravações audiovisuais e questionários. Foram elaboradas e aplicadas duas oficinas, onde os participantes da pesquisa buscaram resolver os problemas propostos utilizando o kit de robótica LEGO® MINDSTORMS *Education* EV3. A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, tendo como método de investigação a observação participante. Os resultados sugerem que a Robótica Educacional pode se tornar uma valiosa aliada do professor de matemática, promovendo a criação de projetos, de situações de aprendizagem, em que os participantes colaboram ativamente. Esta investigação pretende contribuir para o aprofundamento da discussão sobre uso da Robótica Educacional nas salas de aula e seus possíveis benefícios para a aprendizagem matemática.

Palavras chave: Matemática; Robótica Educacional; Construcionismo; Aprendizagem Colaborativa.

ABSTRACT

This dissertation has as its theme the relationship between mathematical learning and educational robotics, when seeking to understand how to approach angles and proportionality in a collaborative work using Educational Robotics (ER) in the 8th grade of elementary school. This dissertation aims to: provide a reflection on the use of ER in elementary school mathematics classes; develop ER workshops through a pedagogical look, enabling its use in the classroom and offer subsidies for teachers who intend to use ER in mathematics classes, addressing the study of proportionality and angles. The theoretical framework that underlies this research is about the relationship between education, technology, more specifically in the context of educational robotics and learning environments. We start from Seymour Papert's studies on the construction and programming of artifacts, robots, and focus on his constructionist theory that has influenced the way educators think about directions for education reforms and, in this context, about the roles of technology in learning. We seek a pedagogical look when using the concepts developed by Philippe Perrenoud on competences and skills, and we also present, from Torres and Irala (2014), the concept of Collaborative Learning. This research was developed with Basic Education students from a private school in the interior of the state of Minas Gerais. In order to seek understanding of our issue, we created workshops where data were collected through photographic images, audiovisual recordings and questionnaires. Two workshops were developed and applied, where the research participants sought to solve the proposed problems using the LEGO® MINDSTORMS Education EV3 robotics kit. The research is characterized as qualitative, using participant observation as a method of investigation. The results suggest that educational robotics can become a valuable ally of the mathematics teacher, promoting the creation of projects, of learning situations, where the participants actively collaborate. This investigation intends to contribute to the deepening of the discussion on the use of Educational Robotics in the classroom and its possible benefits for mathematical learning.

Keywords: Mathematics; Educational Robotics; Constructionism; Collaborative Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Seymour Papert	41
Figura 2 - Crianças brincando com a tartaruga no chão	41
Figura 3 - Participantes da pesquisa	54
Figura 4 - Kit LEGO® MINDSTORMS Education EV3	59
Figura 5 - Carro Robótico	65
Figura 6 - Modelo de "avenida"	67
Figura 7 - Participante iniciando o robô	67
Figura 8 - Participante observando o movimento do robô	68
Figura 9 - Bloco mover direção	68
Figura 10 - Exemplo de programação	69
Figura 11 - Bloco Ligado para Rotações	69
Figura 12 - Bloco Ligado para Graus	70
Figura 13 - Robô Desenhista	73
Figura 14 - Ícone mover volante caminhar em linha reta	74
Figura 15 - Ícone mover volante curva em 90°	74
Figura 16 - Ícone mover volante giro sem sair do lugar	75
Figura 17 - Resposta da equipe PHI à primeira questão	77
Figura 18 - Resposta da equipe PI à primeira questão	78
Figura 19 - Resposta da equipe PHI à segunda questão	79
Figura 20 - Modelagem Matemática como conexão entre situações reais e a matemática	80
Figura 21 - Resposta da equipe PHI à quinta questão	82
Figura 22 - Resposta da equipe PI à quinta questão	82
Figura 23 - Resposta da equipe BETA à quinta questão	82
Figura 24 - Resposta de uma equipe à primeira questão - Robô Desenhista	84
Figura 25 - Participante observando o Robô Desenhista	86
Figura 26 - Direção do Robô ao desenhar o triângulo	87
Figura 27 - Robô desenhando um triângulo	89
Figura 28 - Resposta da equipe BETA à quinta questão - Robô Desenhista	89
Figura 29 - Resposta da equipe PHI à quinta questão - Robô Desenhista	90
Figura 30 - Resposta da equipe PI à quinta questão - Robô Desenhista	90
Figura 31 - Resposta da equipe PI à sexta questão - Robô Desenhista	91

Figura 32 - Resposta da equipe BETA à sexta questão - Robô Desenhista	92
Figura 33 - Resposta da equipe PHI à sexta questão	92

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Revisão de literatura: produções científicas	18
QUADRO 2 - Momentos da oficina	27
QUADRO 3 - Dimensões do pensamento construcionista segundo Maltempo	43
QUADRO 4 - Cronograma das oficinas.....	62
QUADRO 5 - Características da Aprendizagem Baseada em Projetos	63
QUADRO 6 - Questões e objetivos - 1ª oficina	71
QUADRO 7 - Questões e objetivos - 1ª oficina	72
QUADRO 8 - Questões e objetivos - 2ª oficina	75
QUADRO 9 - Questões e Objetivos - 2ª oficina	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC Base Nacional Comum Curricular

MIT *Massachusetts Institute of Technology*

OCDE Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

Pisa Programa Internacional de Avaliação de Estudantes

PROFMAT Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional

RCP Resolução Colaborativa de Problemas

RE Robótica Educacional

RiE *Robotics in Education*

STEM Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática

TCC Trabalho de Conclusão de Curso

TICs Tecnologias de Informação e Comunicação

UEM Universidade Estadual de Maringá

UEPB Universidade Estadual da Paraíba

UFC Universidade Federal do Ceará

UFFS Universidade Federal da Fronteira Sul

UFG Universidade Federal de Goiás

UFRGS Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFRN Universidade Federal do Rio Grande do Norte

UFRPE Universidade Federal Rural de Pernambuco

GRÁFICO

Gráfico 1 - Percentual de estudantes em diferentes níveis50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 PERCURSO DO PESQUISADOR	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 TEXTOS SELECIONADOS	20
2.2 PESQUISAS INTERNACIONAIS.....	29
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	32
3.1 ROBÓTICA EDUCACIONAL	32
3.2 ROBÓTICA EDUCACIONAL E A BNCC	35
3.3 CONSTRUCIONISMO DE PAPERT.....	39
3.4 PERRENOUD E A CONSTRUÇÃO DE HABILIDADES E COMPETÊNCIAS .	45
3.5 APRENDIZAGEM COLABORATIVA	47
4 CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS	51
4.1 O PARADIGMA QUALITATIVO DE INVESTIGAÇÃO	51
4.2 PARTICIPANTES DA PESQUISA	54
4.3 ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA.....	55
4.4 COLETA DE DADOS.....	56
4.4.1 OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE	57
4.5 PLANEJAMENTO DAS OFICINAS.....	58
4.5.1 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS (ABP) E AS OFICINAS DE RE	62
4.5.2 PRIMEIRA OFICINA: CARRO ROBÓTICO	65
4.5.3 SEGUNDA OFICINA: ROBÔ DESENHISTA.....	72
5 ANÁLISE DE DADOS	77
5.1 ANÁLISE DE DADOS: 1ª OFICINA	77
5.2 ANÁLISE DE DADOS: 2ª OFICINA	83
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	94

REFERÊNCIAS.....	96
APÊNDICE A - Revisão de literatura.....	107
APÊNDICE B - Passo a passo – Carro robótico	113
APÊNDICE C - Passo a passo – Robô desenhista	118
APÊNDICE D - Questionário – Carro Robótico	126
APÊNDICE E - Atividade Pesquisa – Robô Desenhista	128
ANEXO A – Autorização de uso de imagem	130

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa teve início em face ao interesse pelo uso da tecnologia a favor da aprendizagem matemática. O uso de artefatos tecnológicos – como smartphones, internet, computadores, etc. – faz parte do cotidiano da maioria dos brasileiros. Estamos inseridos num mundo em que as inovações tecnológicas existentes alteram a nossa forma de viver e compreender a realidade. A escola pode ser uma parceira que nos ajuda a apreender e compreender essas inovações tecnológicas.

Por meio de planejamento pedagógico a tecnologia¹ pode proporcionar o processo de aprendizagem colaborativa, no qual os alunos precisam ser estimulados a trabalhar em conjunto para alcançar um objetivo único. Observamos que muitas escolas adotam um modelo tradicional de educação, em que o conhecimento é transmitido do professor para o aluno, com pouca relação dialógica, métodos tradicionais de ensino apresentam baixa efetividade no que se refere à aprendizagem dos alunos. São métodos predominantemente baseados em aulas expositivas monológicas (VIEIRA, 2014), em que os conteúdos curriculares são trabalhados quase que exclusivamente em exercícios do livro didático. Assim, deixam de desenvolver algumas habilidades, como a construção de saberes de forma coletiva e colaborativa.

Mais importante do que apenas colocar os alunos em conjunto, de forma desordenada, é o professor criar situações de aprendizagem em que possam haver trocas de saberes entre alunos e professores (TORRES; IRALA, 2014). Estudar grupos envolvidos em atividades criativas, onde há interações nos oferece uma oportunidade de observar os métodos empregados pelos participantes para conduzir seu trabalho exploratório juntos e nos permite ver a criatividade e inovação como construções sociais (SARMIENTO; STAHL, 2008).

Pensamos que a tecnologia pode contribuir, nas aulas de matemática, para a formação de um aluno crítico, capaz de analisar e elaborar suas próprias conclusões a respeito das situações e problemas que permeiam a sua realidade. Buscamos criar situações de aprendizagem que vão além do Paradigma do Exercício², possibilitando

¹ Ao longo de nosso texto a palavra tecnologia se refere às tecnologias educacionais.

² Skovsmose exprime-se assim sobre o Paradigma do Exercício: “geralmente, o livro didático representa as condições tradicionais da prática de sala de aula. Os exercícios são formulados

um ambiente rico em experiências, que se afasta daquela matemática tradicional. Em contraposição ao Paradigma do Exercício, Skovsmose define Cenários de Investigação como sendo “um ambiente que pode dar suporte ao trabalho de investigação e que convida os alunos a formularem questões e procurarem explicações.” (SKOVSMOSE, 2000, p. 67).

Diante do referido, apresentamos a questão que orienta esta pesquisa: como abordar ângulos e proporcionalidade em um trabalho colaborativo utilizando a Robótica Educacional no 8º ano do ensino fundamental?

Esta questão desdobra-se nos seguintes objetivos: proporcionar uma reflexão sobre o uso da RE nas aulas de matemática do ensino fundamental; desenvolver oficinas de RE por meio de um olhar pedagógico, possibilitando seu uso em sala de aula e oferecer subsídios para os professores que pretenderem utilizar a RE nas aulas de matemática, abordando o estudo de proporcionalidade e ângulos.

Observamos que a solução colaborativa de problemas é uma habilidade crítica (que desenvolve o espírito crítico, fazendo com que o aprendiz desenvolva suas habilidades), além de ajudar na incorporação de informações de múltiplas perspectivas, experiências e fontes de conhecimento e desenvolver soluções estimuladas pelas ideias de outros membros do grupo, ou seja, demonstra vantagens explícitas sobre a solução individual de problemas (HESSE, 2015).

Nos últimos anos, a robótica tem despertado o interesse de docentes e pesquisadores como uma importante atividade educacional. Ela pode servir para desenvolver a autonomia e a criatividade dos estudantes, contribuindo assim, para o desenvolvimento cognitivo e habilidades sociais de alunos da Educação Infantil ao Ensino Médio. Outra importante possibilidade diz respeito à possível integração para o aprendizado de Ciências, Matemática, Tecnologia, computação e outros saberes (HEUER, 2017).

Segundo Silva (2009),

a Robótica Educacional envolve motivação, colaboração, construção e reconstrução. Para isso, faz-se necessária a utilização de conceitos de diversas disciplinas para a construção de modelos, levando os alunos a uma rica vivência interdisciplinar. (p. 31).

por uma autoridade externa à sala de aula. Isso significa que a justificação da relevância dos exercícios não é parte da aula de matemática em si mesma. Além disso, a premissa central do Paradigma do Exercício é que existe uma, e somente uma, resposta correta. (SKOVSMOSE, 2000, p. 66).

Observa-se, nos últimos anos, em âmbito internacional, que a robótica se tornou popular como uma atividade educacional, conforme podemos perceber na publicação RiE (*Robotics in Education*)³ que divulga anualmente os trabalhos apresentados na Conferência Internacional sobre Robótica na Educação. Um número crescente de escolas e outras organizações educacionais estão oferecendo oportunidades para que os jovens construam seus próprios robôs controlados por computador, usando construções programáveis.

Ao desenvolver o trabalho final desta pós-graduação *stricto sensu*, pude colocar em prática muitos dos meus conhecimentos adquiridos ao longo dos anos de trabalho e complementá-los com o referencial teórico e com as experiências vividas durante o mestrado, de forma a desenvolver esta pesquisa que ora se apresenta e realizar uma prática concreta com os alunos que participaram do projeto.

A estruturação desta pesquisa abrange as seguintes seções: em seguimento a essa introdução, observa-se a trajetória deste pesquisador. No capítulo 2 apresentamos uma revisão de literatura sobre a robótica na educação, inicialmente abordamos as publicações científicas nacionais, encontradas na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), com o recorte temporal de 2015 a 2020 para análise das produções. Por fim, apresentamos pesquisas no âmbito internacional que tratam sobre robótica na educação.

No capítulo 3 apresentamos a fundamentação teórica desta pesquisa. Inicialmente abordamos a Robótica Educacional, apresentamos a relação da teoria construcionista de Seymour Papert e a RE, apontamos as competências que podem ser adquiridas e desenvolvidas pelos alunos no trabalho com a RE e mostramos seu alinhamento com algumas propostas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Em seguida, refletimos a visão de Seymour Papert sobre o uso da robótica na educação, seu trabalho no desenvolvimento na linguagem de programação Logo e o desenvolvimento de sua pesquisa. Ainda nesse capítulo, tomamos por fundamento nesta pesquisa a perspectiva das competências e habilidades, de Philippe Perrenoud, que aborda também a ideia de criar situações de aprendizagem. Finalizando o capítulo 3, refletimos sobre a aprendizagem colaborativa e algumas de suas características.

³ Disponível em:

<https://www.springer.com/gp/search?query=Robotics+in+Education&submit=Enviar>. Acesso em: 23 out. 2019. Essa publicação inclui as mais recentes conquistas em pesquisa e desenvolvimento em Robótica Educacional apresentadas nas Conferências Internacionais sobre Robótica na Educação.

No capítulo 4 apresentamos a metodologia deste trabalho, discutimos o paradigma qualitativo de investigação e a pesquisa participante. Incluímos o perfil dos sujeitos desta investigação e detalhamos a coleta de dados e o planejamento das oficinas, apresentamos o conjunto LEGO® MINDSTORMS EV3 e os principais blocos de programação que foram utilizados pelos participantes.

No capítulo 5 trazemos a análise dos dados coletados durante as oficinas à luz de nossa fundamentação teórica e de nossas leituras sobre a RE, que continuaram durante a elaboração desta dissertação.

Finalizamos esta investigação no capítulo 6, onde refletimos a respeito do processo de pesquisa/resultados e apresentamos as considerações finais.

1.1 PERCURSO DO PESQUISADOR⁴

Em minha formação inicial como professor, busquei o conhecimento que pudesse servir de base para alcançar objetivos profissionais, com intuito de que minhas aulas de matemática fossem interessantes, criando um processo de aprendizagem que pudesse ser eficaz do ponto de vista coletivo e individual para os estudantes. Nesse sentido, ingressei no curso de especialização em Psicopedagogia, área de conhecimento de Educação e Desenvolvimento Humano, pois sempre busquei compreender as dificuldades que meus alunos tinham no aprendizado. Com o objetivo de conhecer melhor o desenvolvimento humano, estudei temas que pudessem auxiliar alunos com dificuldades de aprendizagem. Dessa forma, iniciei a especialização, estudei temas que me auxiliaram muito nesses anos de profissão, como Distúrbios de Aprendizagem, Psicanálise na Educação e Psicologia do Desenvolvimento e da Aprendizagem. Na elaboração do trabalho de conclusão de Curso – TCC – refleti sobre a “Intervenção Psicopedagógica nas Dificuldades de Aprendizagem”.

Em 2015, seguindo com minha carreira docente, ingressei em uma escola privada de São João Nepomuceno para lecionar Matemática em turmas do 6º ao 8º ano do Ensino Fundamental, o que se transformou em um acontecimento de singular importância em minha vida profissional, pois, pela primeira vez, tinha à minha

⁴ Essa seção foi escrita em primeira pessoa, visando destacar o percurso deste pesquisador, suas inquietações e experiências.

disposição uma infraestrutura física e pedagógica que dava suporte aos projetos que tencionava desenvolver. Foi nesse ano que conheci a RE, uma vez que essa escola tem como um de seus focos a Educação Tecnológica. As aulas de robótica usando LEGO® aconteciam mensalmente durante as aulas de matemática e ciências para os alunos do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental, com base nas competências e habilidades da matriz de referência SESI.

Comecei a desenvolver um projeto utilizando a plataforma Mangahigh, uma interessante ferramenta que possibilita o ensino híbrido através da gameficação matemática, que desafia o aluno a aprender mais, a tentar chegar um pouco mais longe. Ela auxilia o professor a avaliar seus alunos e suas turmas e, assim, saber exatamente quais conteúdos devem ser trabalhados em sala de aula, combinando o aprendizado *online* e *off-line*: em alguns momentos o aluno estuda sozinho na plataforma e em outros com a turma, na escola, onde o professor faz a mediação desse processo.

Essa experiência possibilitou um grande interesse em matemática por parte dos alunos que, para vencerem os desafios propostos, sempre perguntavam a respeito de algum conteúdo matemático. Atualmente, ainda trabalho com a Plataforma Mangahigh.

Motivado pelos bons resultados obtidos com essa plataforma e também pelo meu grande interesse pelas tecnologias, iniciei junto aos meus alunos um projeto que propunha estimulá-los a entrar em contato com programação de computadores através de jogos, quebra-cabeças e vídeos. Foram oferecidos encontros sistemáticos quinzenais e dividimos a temática para grupos de alunos do Ensino Fundamental, 6º ao 8º ano.

Tinha em mente, naquela época, como objetivo, possibilitar que os alunos desenvolvessem uma cultura digital e fossem capazes de usar a tecnologia e se expressar através dela, como participantes ativos em um mundo digital. Dividi o projeto com objetivos específicos, tendo como premissa a busca por entender e usar os passos básicos para a solução de problemas algorítmicos, conexões entre ciências da computação e outros campos. Ainda procurei identificar modos em que o trabalho em equipe e a colaboração pudessem apoiar a resolução de problemas e a inovação, fazendo uma lista de subproblemas para serem considerados enquanto resolviam um problema maior, implementando soluções de problemas usando uma linguagem de

programação visual baseada em blocos e construir um programa como um conjunto de instruções passo a passo para serem executadas.

A realização das aulas ocorria quinzenalmente na sala de informática da escola com acesso ao site code.org⁵. Os alunos eram orientados em suas tarefas no site, bem como em atividades *off-line*.

A Code.org® é uma organização sem fins lucrativos dedicada a expandir o acesso à ciência da computação em escolas. A visão é de que todo estudante em toda escola tenha a oportunidade de aprender ciência da computação, assim como aprender ciências, história ou matemática.

Concomitantemente, continuava lecionando na escola municipal, na qual buscava trabalhar esses mesmos projetos, mas infelizmente não consegui. Muitas vezes, não tínhamos computadores suficientes e a velocidade da internet era muito lenta. Adaptei algumas atividades *off-line* como lista de problemas que envolviam algoritmos na forma de blocos e desenhos, porém a essência desses projetos não foi alcançada.

Nesses últimos anos, compreendi a importância da tecnologia educacional e observo que é necessário estimular o uso de recursos tecnológicos tais como aplicativos, plataformas virtuais de aprendizagem, sites, realidade aumentada, tecnologia 3D, gamificação, sendo utilizadas como estratégia para o desenvolvimento de novos conhecimentos, do raciocínio lógico, da criatividade e de competências e habilidades.

Ao buscar suportes teóricos para minha prática, pois gostaria de compreendê-la e fundamentá-la, ingressei no Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT). Cursei o mestrado durante um ano, mas acredito que a abordagem não era o que eu procurava. Ao término desse primeiro ano fui aprovado no processo seletivo para o Mestrado Profissional em Educação Matemática, na Universidade Federal de Juiz de Fora. Ao começar meus estudos nesse novo curso, encontrei importantes referenciais que me ajudaram a buscar algumas respostas, principalmente no que tange à minha prática com a tecnologia educacional.

Passei a refletir sobre minha prática como um professor pesquisador, algo que me possibilitou a observar nuances no processo de ensino e aprendizagem, como por exemplo, a noção de interesse dos alunos em projetos que envolvem matemática e

⁵ Disponível em: <https://code.org/>. Acesso em: 24 out. 2019.

tecnologia, a construção de artefatos tecnológicos como caminho para o aluno construir seu próprio conhecimento e o papel do professor como mediador desse processo.

A seguir apresentamos a revisão de literatura feita à luz da RE.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura que apresentaremos em seguida é constituída por pesquisas nacionais e internacionais. Destacaremos aquelas que contribuíram para nossa investigação.

Para o levantamento das produções científicas nacionais, utilizamos a base de dados da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD). Visando conhecer o atual cenário das publicações sobre RE no Brasil optamos pelo recorte temporal de 2015 a 2020 para análise das produções. No que se refere às categorias de busca, usamos o seguinte termo: Robótica Educacional. Visto que muitas dessas pesquisas encontradas eram direcionadas aos campos das engenharias, ciências da computação, informática entre outras áreas, buscamos refinar os resultados parametrizando a área de conhecimento, neste âmbito, a Educação. Deste modo as pesquisas que abrangem o uso da robótica desassociada à educação foram desconsideradas. Realizadas assim as buscas na plataforma, foram identificadas 19 produções científicas, de acordo com a categoria, área de conhecimento e distribuídas entre os anos de 2015 e 2020, resumimos as informações destas publicações no anexo 1. Trataram a respeito do tema dezenove textos, entre teses e dissertações, e desses trabalhos destacamos 8 pesquisas. Tais pesquisas estão resumidas no quadro a seguir.

QUADRO 1 - Revisão de literatura: produções científicas

AUTOR	TIPO	TÍTULO	ANO	INSTITUIÇÃO
CHARLENE ZILIO	DISSERTAÇÃO	ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO FUNDAMENTAL I: PERSPECTIVAS E PRÁTICAS VOLTADAS PARA A APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA	2020	UFRGS

NALTILENE TEIXEIRA COSTA SILVA	DISSERTAÇÃO	O ENSINO DE TÓPICOS DE CINEMÁTICA ATRAVÉS DE ROBÓTICA EDUCACIONAL	2019	UFRPE
FERNANDO BARROS DA SILVA FILHO	DISSERTAÇÃO	FUNDAMENTOS DA ROBÓTICA EDUCACIONAL DESENVOLVIMENTO, CONCEPÇÕES TEÓRICAS E PERSPECTIVAS	2019	UFC
LUIZ CLEMENTINO NETO	DISSERTAÇÃO	ROTEIRO DE EXPERIMENTOS SOBRE MOVIMENTO CIRCULAR UTILIZANDO ROBÓTICA EDUCACIONAL	2019	UFRN
JULIANA WALLOR DE ANDRADE	DISSERTAÇÃO	ROBÓTICA EDUCACIONAL: UMA PROPOSTA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA	2018	UFFS
ANA PAULA GIACOMASSI LUCIANO	TESE	A ROBÓTICA EDUCACIONAL E A PLATAFORMA ARDUINO: ESTRATÉGIAS CONSTRUCIONISTAS PARA A PRÁTICA DOCENTE	2017	UEM

MARA CRISTINA DE MORAIS GARCIA	DISSERTAÇÃO	ROBÓTICA EDUCACIONAL E APRENDIZAGEM COLABORATIVA NO ENSINO DE BIOLOGIA: DISCUTINDO CONCEITOS RELACIONADOS AO SISTEMA NERVOSO HUMANO	2015	UFG
EDVANILSON SANTOS DE OLIVEIRA	DISSERTAÇÃO	ROBÓTICA EDUCACIONAL E RACIOCÍNIO PROPORCIONAL: UMA DISCUSSÃO À LUZ DA TEORIA DA RELAÇÃO COM O SABER	2015	UEPB

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Em seguida, apresentaremos as principais pesquisas que contribuíram com nossa investigação sobre a RE.

2.1 TEXTOS SELECIONADOS

Quanto a relação entre RE e aprendizagem colaborativa, mencionamos Garcia (2015), que apresenta um estudo de caso com adolescentes de 16 anos que cursavam o 2º ano do ensino médio, num colégio estadual em Goiânia, tendo a seguinte questão norteadora: como a Robótica Educacional, num processo de aprendizagem colaborativa, pode contribuir na consolidação de conceitos de biologia relacionados ao Sistema Nervoso Humano por parte de alunos que cursam o ensino médio? Podemos citar como um dos objetivos, construir e desenvolver protótipos robóticos que facilitassem o aprendizado de biologia no ensino médio a partir de materiais

reaproveitáveis. O trabalho nos ofereceu reflexões sobre a aprendizagem colaborativa no âmbito do trabalho com a RE.

Os participantes construíram os protótipos robóticos utilizando o Kit de robótica Arduino Mega 2560 R3, papelão, caixinha de remédios, palitos de picolé e papel colorido. Os registros se deram através de anotações em diário de campo, bem como de filmagens, as quais foram transcritas para análise das falas dos integrantes do grupo.

A autora apresenta a colaboração como um conjunto de concepções que compreendem a prática reflexiva da interação entre membros de determinado grupo, e a cooperação como o estabelecimento da hierarquia de um grupo com expectativas de conclusão de determinado trabalho, e pontua também que é possível a cooperação em trabalhos colaborativos. Cabe ressaltar que de acordo com Garcia (2015) a colaboração é compreendida como o fim em si e a aprendizagem colaborativa como estado, influencia e encoraja a exposição de pensamentos através do diálogo, viabilizados pela integração entre os membros do grupo, oportuniza o consenso e direciona a aprendizagem. Assim a RE pode apoiar a realização de atividades onde os membros do grupo sejam capazes de interagir entre si alcançando a aprendizagem colaborativa. Outro ponto colocado na pesquisa é que a utilização da RE funciona satisfatoriamente desde que o professor aja como um moderador da atividade, ao mesmo tempo em que também participa como membro efetivo do grupo nas resoluções de problemas que aparecem durante a atividade. Garcia (2015) chega à conclusão de que a RE é uma estratégia que pode ser levada em conta como um processo e não um produto, considerando a aprendizagem “relacionada ao andamento do fazer e não ao protótipo obtido ao final do percurso.”

Com o objetivo principal de integrar a Robótica Educacional no ensino de tópicos de cinemática (Movimento Retilíneo Uniforme MRU, Movimento Retilíneo Uniformemente Variado MRUV, Movimento Circular Uniforme e Engrenagens) utilizando kits Mindstorms NXT 9797 da LEGO®, Silva (2019) elabora e aplica quatro atividades experimentais para o ensino-aprendizagem de tópicos de cinemática que integram a RE. Essas atividades foram vivenciadas com estudantes do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública, na cidade de Araçoiaba-PE. Os dados foram coletados e baixados do microcontrolador do robô e foram visualizados no Log de Dados LEGO® *MINDSTORMS* que permite armazenamento e análise de dados

através dos gráficos da distância versus tempo. A análise dos gráficos foi realizada junto aos estudantes com o objetivo de entender os dados obtidos.

Destacamos que para conhecer os conceitos prévios que os participantes traziam, a pesquisa apresenta a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, destacando que é imprescindível diagnosticar o que os estudantes já sabem, a fim de promover um processo de aprendizagem significativa, uma vez que, esses conceitos prévios transformam-se em pontes cognitivas entre o novo conhecimento e o já existente na estrutura cognitiva do estudante. Acreditamos ser indispensável a contextualização dessas atividades, momento em que o pesquisador pode verificar alguns conhecimentos prévios que os participantes trazem consigo, outros podem emergir durante as atividades.

De acordo com Silva (2019) a RE não é a solução para todos os problemas da educação, porém quando utilizada de forma consciente, pode facilitar bastante a apreensão de certos conceitos de fenômenos físicos, uma vez que sua utilização no ambiente escolar proporciona aos estudantes atitude crítica e proativa e potencializa-se como uma ferramenta benéfica no ensino-aprendizagem de Física.

Oliveira (2015) busca responder como acontece a relação de alunos do 8º ano do Ensino Fundamental com a RE e o raciocínio proporcional. Um dos objetivos da pesquisa é investigar como ocorrem essas relações em atividades que buscam explorar o desenvolvimento do raciocínio proporcional, considerando as dimensões identitária, epistêmica e social, refletindo de que maneira estas relações podem mobilizar o potencial de aprendizagem.

A pesquisa foi realizada em uma escola pública localizada na cidade de Campina Grande, Paraíba, com alunos do 8º ano do Ensino Fundamental. Utilizou-se nessa pesquisa o kit de Robótica Educacional TX Explorer e o microcontrolador ROBO TX Controller, fornecidos pela Secretaria de Estado da Educação da Paraíba.

O autor assume como aporte teórico a RE, características e aspectos conceituais do raciocínio proporcional e a Teoria da Relação com Saber. Essa teoria, proposta por Charlot (2000), considera o sujeito em sua singularidade, história e atividades que realiza, essas reflexões conduzem a uma discussão psicológica, sociológica e antropológica, na perspectiva da produção de sentido nas práticas escolares.

Segundo Oliveira (2015) as principais características do raciocínio proporcional abrangem taxas, proporções, razão e frações, isso invariavelmente relaciona a

assimilação mental e síntese, além de fornecer a capacidade de inferir igualdades ou desigualdades de pares ou séries. Para o autor, a importância do estudo de proporções pode ser observada na presença deste conteúdo em diversas áreas do conhecimento, visto que a capacidade de raciocinar proporcionalmente integra a compreensão de frações, e seu uso no estudo de funções e álgebra nos diversos níveis de ensino. Desse modo, podemos notar que segundo Oliveira (2015) o estudo da proporcionalidade é relevante.

A coleta de dados foi realizada em três etapas, a primeira foi realizada por meio do uso de redação e questionário inicial. A segunda etapa constituiu-se de uma proposta didática composta de quatro atividades práticas abordando o conteúdo de Geometria Plana e proporção utilizando robôs. Vale ressaltar que os robôs não foram montados pelos participantes da pesquisa, mas pela equipe Robótica na Educação Matemática, formada por professores e alunos de graduação em Matemática, pertencentes ao Programa Observatório da Educação OBEDUC/CAPES. Mesmo reconhecendo que os aspectos relacionados ao pensamento proporcional podem ser observados na montagem dos robôs, o autor optou por contar com essa colaboração, visto que era uma experiência nova para todos. Dessa maneira, optou-se por observar os alunos trabalhando apenas no ambiente de programação. As atividades teórica e práticas foram elaboradas com base na obra Matemática no Ensino Fundamental de John Van de Walle (2009), procurando identificar o uso de relações multiplicativas, seleção de razões equivalentes, comparação de razões, uso de escalas com tabelas de razão, atividades de construção e de medidas, buscando também analisar as estratégias utilizadas na resolução das atividades. Concluiu-se a coleta de dados com a terceira etapa, momento em que foi aplicado o questionário final, objetivando investigar, sob a ótica dos alunos, qual Matemática estava presente no uso da RE, bem como estabelecer aspectos relevantes para a produção de sentido e prazer no processo de aprendizagem.

Após analisar e discutir os dados a partir da fundamentação teórica assumida, Oliveira (2015) assevera que

(...) os relatos denotam que a RE aliada a uma proposta educacional adequada pode contribuir para propiciar momentos de prazer na realização de atividades escolares, mobilizar o aluno a aprender, despertar a curiosidade, tornando-se mais um caminho para construção do conhecimento científico. (p. 130).

Assim, o autor apresenta a RE como uma potencial colaboradora na construção do conhecimento científico.

A tese de Luciano (2017) tem como objetivo central avaliar a contribuição da RE, por meio do uso da plataforma Arduino, amparada metodologicamente pelo construcionismo, na modificação da ação docente de licenciandos do curso de Física bem como sua identidade profissional. Para tal fim, ofereceu-se oficinas relativas à plataforma de código aberto Arduino e RE para 25 alunos do curso de licenciatura em Física pertencentes ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID).

Assumindo a Teoria do Construcionismo de Papert como principal pressuposto teórico para amparar sua investigação, Luciano (2017) busca caracterizar por meio da análise das práticas que envolvem a RE, as atitudes dos licenciandos em sala de aula quando se submetem metodologicamente ao construcionismo no processo de ensino e aprendizagem e assim, identificar se essas atitudes influenciam e modificam a prática docente desses estudantes. Dessa maneira, a autora elaborou uma oficina de RE que foi ministrada pelos bolsistas na XXV Semana da Física da UEM. A coleta de dados deu-se por meio de entrevistas semiestruturadas, questionários contendo questões abertas, gravação das oficinas e entrevista por grupo focal. Realizou-se o tratamento de dados seguindo as recomendações da Análise Textual Discursiva, sendo agrupados com seus significantes, emergindo desta forma as categorias relacionadas a cada tema discutido.

Para a autora, o ambiente construcionista valoriza a liberdade e as habilidades de cada sujeito, bem como leva o aprendiz à reflexão de suas atitudes envolvidas no processo de aprendizagem. Luciano (2017) identifica em sua pesquisa as potencialidades da RE, “enquanto recurso metodológico, em favorecer uma aprendizagem no qual se preocupa com as estruturas cognitivas do aluno por meio de suas ações” e que o “estudante na formação inicial, enquanto submetido a metodologia construcionista, passou a refletir sobre a forma que a ciência se constrói.”

Silva Filho (2019) busca descrever quais os fundamentos que justificam e sistematizam os trabalhos da RE na educação básica por meio da observação da ação de formação de estudantes de pedagogia da Universidade Federal do Ceará. O trabalho foi norteado pela abordagem metodológica dialética por meio de pesquisa qualitativa sobre a interpretação dinâmica e totalizante da realidade conforme Prodanov (2013). Utilizou-se, nesta pesquisa, o método experimental paralelo ao

método observacional. O primeiro contemplou os momentos pós oficinas realizadas com estudantes de pedagogia da Faculdade de Educação da UFC colocando neste momento o pesquisador como expectador das ações realizadas pelos estudantes/professores envolvidos nos trabalhos de RE desenvolvidos na disciplina de Informática na Educação, ao passo que o segundo possibilitou o levantamento de dados.

Restringindo o foco da pesquisa nas redes de ensino público do Ceará, o autor evidencia que a disponibilização de materiais e equipamentos têm saído na frente em relação a formação do educador. Este desalinhamento verificado entre a disponibilidade de material didático e a formação docente pode ter sido, segundo o autor, o principal responsável pela constante crítica relativa ao sucateamento destes materiais, uma vez que em função do educador não ter recebido a devida formação para trabalhar com o referido material didático, estes tendem a serem encerrados nos depósitos escolares tendo sua integridade e função comprometidas, além disso é claro que não pode deixar de ser citado o prejuízo aos investimentos públicos realizados em materiais que não tiveram seu fim pedagógico efetivado (SILVA FILHO, 2019).

Assim, o autor justifica sua pesquisa mostrando a necessidade de investigar os fundamentos da Robótica como atividade pedagógica e estruturar seus conteúdos a fim de subsidiar estratégias que a consolide dentro das redes de ensino de forma abrangente.

Silva Filho (2019) verifica que a melhor maneira de trabalhar a formação docente no âmbito da RE acontece a partir do contato com os artefatos tecnológicos, com a finalidade de transformá-los em objetos geradores e movimentadores de conhecimento por meio da própria prática. E para isso a postura do professor é fundamental para a conscientização de que não se ensina habilidades e sim instiga-se seus desenvolvimentos nos educandos.

O objetivo da pesquisa de Clementino Neto (2019) é propor meios para adaptação do ensino às tecnologias vigentes, para isso elabora e aplica um roteiro a ser utilizado por professores do componente curricular Física no ensino médio. A pesquisa foi realizada na Escola Estadual Antônio Gomes, localizada no município de João Câmara, estado do Rio Grande do Norte, com um total de 37 alunos entre 15 e 17 anos. Para sua execução, utilizou-se um robô elaborado com o apoio do projeto URA (Um Robô por Aluno), desenvolvido por integrantes do Laboratório de Automação e Robótica da UFRN.

O autor assume como metodologia para o desenvolvimento do trabalho e para a elaboração do roteiro, os três momentos pedagógicos (3mps), que é uma proposta didática composta por três eixos: a problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

Clementino Neto (2019) aponta algumas dificuldades que teve durante sua pesquisa com a RE, a primeira dificuldade foi a quantidade disponível de robôs para a pesquisa, esse é um dos fatores que dificultam o desenvolvimento de trabalhos relacionados com a RE de forma constante, pois limita a participação de todos alunos interessados e reduz a abrangência do trabalho. Outra dificuldade apresentada pelo autor foi o domínio da matemática para a realização das atividades propostas no roteiro, mesmo que tenha havido uma explicação prévia de como realizar as operações necessárias, a maior parte da turma sentiu esse bloqueio (CLEMENTINO NETO, 2019). O tempo também se mostrou como um problema para a realização do trabalho, uma vez que muitos alunos trabalham ou moram no interior, as atividades tiveram de ser aplicadas sempre no momento da aula, inviabilizando um trabalho mais detalhado que poderia ser realizado no contraturno.

Ao refletir sobre sua investigação, Clementino Neto (2019) destaca a participação dos alunos no desenvolvimento da pesquisa, mesmo aqueles que não se expressam em aulas expositivas e a importância e efetividade da RE como método de ensino e aprendizagem. O autor sugere uma discussão sobre as dificuldades enfrentadas pelo professor do sistema público de ensino no Brasil, sobretudo na obtenção dos materiais necessários para o trabalho com a RE, afirmando que a quantidade de material é um fator limitante para esse trabalho.

Desse modo, como se pode depreender do exposto acima: a utilização da robótica na educação é um desafio em nosso país, onde podemos perceber nuances na diversas redes de ensino. Enquanto Silva Filho (2019) destaca que há material suficiente para desenvolver o trabalho com a RE e falta uma formação adequada dos educadores, Clementino Neto (2019) afirma o oposto, ou seja, a falta de material é um fator limitante segundo sua pesquisa. Assim, entendemos que estudos sobre a RE são importantes e podem oferecer subsídios às realidades diversas vivenciadas por professores e alunos de nossas escolas.

A pesquisa de Andrade (2018) tem como objetivo trabalhar uma proposta de atividades de RE, com professores da Educação Básica, para que eles possam aplicá-las em sala de aula utilizando os materiais disponíveis na escola onde atuam.

Utilizando o kit LEGO® NXT Mindstorms, com motores, sensores e bloco programável, a autora desenvolveu oficinas com professores das áreas de Matemática, Física, Educação Física, Língua Portuguesa e Artes, que atuam nos níveis I e II do Ensino Fundamental e também no Ensino Médio, secretária e diretora, todos de uma escola pública na cidade de Seara, Santa Catarina.

As oficinas foram baseadas no material de RE que acompanha o kit LEGO® NXT Mindstorms: manuais do professor, manuais de montagem e fascículos de atividades dos alunos. As atividades aplicadas durante as oficinas são fundamentadas em 4 momentos: contextualizar, construir, analisar e continuar.

Observamos que esses momentos ou fases, foram apresentadas por Cruz; Franceschini; Gonçalves (2003) e podem ser resumidos de acordo com o quadro 2.

QUADRO 2 - Momentos da oficina

FASES	DESCRIÇÃO
Contextualizar	Cria-se uma conexão dos conhecimentos prévios, que o aluno possui, com os novos e insere-se uma atividade prática, podendo ser uma situação-problema relacionada com o mundo real.
Construir	Os alunos fazem montagens relacionadas com a situação problema proposta pela contextualização, ocorrendo nesse momento uma constante interação mente/mãos. O processo de construção física de modelos proporcionará um ambiente de aprendizagem fértil para o processo de mediação a ser realizado pelo professor.
	Os alunos são levados a pensar como funcionam suas montagens,

Analisar	experimentando, observando, analisando e corrigindo possíveis erros, validando assim o projeto. Com a mediação do professor, essa etapa é enriquecida quando os alunos são questionados sobre o funcionamento do projeto, levando-os a pensar e a pesquisar
Continuar	Nessa fase, é proposta uma nova situação-problema, que funciona como um desafio para aprofundar conhecimentos. Nessa etapa, eles precisam modificar seus projetos, sendo sensíveis à mudança e se adaptando à nova situação proposta para solucionar o problema

Fonte: Elaborado pelo autor de acordo com (CRUZ; FRANCESCHINI; GONÇALVES, 2003, p. 13-14).

Em síntese, Andrade (2018) afirma ser fundamental a maneira como a escola e os educadores veem a poderosa influência que as tecnologias têm sobre os alunos na captação da atenção e no processo de aprendizagem.

Em sua dissertação, Zilio (2020) procura investigar as potencialidades na interlocução entre a RE e a Aprendizagem Significativa de conceitos da Matemática. Apresenta como objetivo geral de sua pesquisa: investigar se a RE pode potencializar a aprendizagem da Matemática no 5º ano do Ensino Fundamental.

A autora apresenta a teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (1968) como referencial teórico de suas pesquisas. Essa teoria trata de uma abordagem cognitiva na qual toda aprendizagem deve estar ancorada em conhecimentos prévios do estudante para que se torne significativa. De acordo com Moreira

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-literal e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os

conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva. (2013, p. 2).

Para Zilio (2020) a RE, quando planejada como ferramenta pedagógica, pode ser um meio para potencializar o aprendizado significativo da Matemática, além de estimular a criatividade e desenvolver o raciocínio lógico, ao passo que engaja os estudantes de forma lúdica. De acordo com a autora é importante pensar em oficinas de formação continuadas para professores, uma vez que muitos ainda não demonstram ter conhecimentos sobre a utilização de ferramentas tecnológicas de forma pedagógica nas escolas.

Na subseção a seguir, apresentaremos duas pesquisas sobre a RE realizadas em outros países.

2.2 PESQUISAS INTERNACIONAIS

Paralelamente ao estudo de publicações recentes no Brasil sobre RE, buscamos ampliar a abrangência de nosso conhecimento sobre pesquisas referentes ao tema. Para isso, começamos a leitura de trabalhos internacionais encontrados por meio de busca no Google Acadêmico, até que nos deparamos com a publicação *Robotics in Education* (RiE), o livro divulga os trabalhos apresentados anualmente na Conferência Internacional sobre Robótica na Educação. Tivemos acesso ao *e-book* RiE 2020, o qual traz 39 artigos que oferecem *insights* sobre resultados recentes de pesquisas relacionadas a currículos, atividades e avaliações com RE, apresentados na 10ª Conferência Internacional sobre Robótica na Educação (RiE) realizada no Hall of Sciences, Viena, Áustria, no mês de abril de 2019. Destacamos dois trabalhos.

O uso de tecnologia, em particular da RE, de acordo com Leoste; Heidmets (2019) é considerado como uma das formas de preparar com sucesso os alunos de hoje para empregos futuros. Os autores estão, atualmente, conduzindo uma pesquisa de vários estágios sobre RE na Estônia. Eles descrevem o design da primeira fase da pesquisa, incluindo a visão geral dos problemas práticos de elaborar planos de aula para o ensino de matemática utilizando a RE em salas de aula. A primeira etapa foi realizada a partir das perspectivas de ensino do professor, da motivação dos alunos e da aprendizagem matemática envolvida no processo. A pesquisa incluiu 208 alunos com idades entre 8 e 12 anos, 10 professores e 5 tecnólogos educacionais.

O material didático para o estudo foi elaborado em colaboração com os professores participantes, prestando atenção especial à abordagem de aprendizagem colaborativa e independência do aluno. O conteúdo matemático foi baseado no currículo regular do respectivo ano escolar. Destacamos que nessa pesquisa não houve nenhum roteiro para as aulas, os professores foram incentivados a tentar diferentes abordagens para descobrir qual produziria os melhores resultados.

Ainda que os robôs possam ser usados em séries iniciais como ferramentas que permitem aos alunos explorar e visualizar conceitos abstratos, Leoste; Heidmets (2019) afirmam que eles também são sugeridos como meios de aumentar o envolvimento dos alunos mais velhos, a empregabilidade de habilidades como criatividade, trabalho em equipe, resolução de problemas e comunicação.

Os autores apontam algumas dificuldades que percebemos também em nosso país, como a falta de conhecimento técnico por parte dos professores, uma vez que é necessário programar e gerenciar robôs e tablets educacionais, e conhecimento sobre as práticas de ensino modernas associadas à RE.

Conforme Leoste; Heidmets (2019), as aulas de matemática baseadas na RE exigem e incentivam mais a independência do aluno, o trabalho colaborativo e tutorial entre colegas, em comparação com as aulas regulares de matemática. Muitas vezes o processo de aprendizagem tradicional dissuade os alunos de seguirem o estudo das disciplinas STEM⁶, pois acham que são muito difíceis. Atualmente usa-se também o termo STEAM, que representa

STEM mais as artes – humanidades, artes da linguagem, dança, teatro, música, artes visuais, design e novas mídias. A principal diferença entre STEM e STEAM é que STEM se concentra explicitamente em conceitos científicos. STEAM investiga os mesmos conceitos, porém faz isso por meio de investigação e métodos de aprendizagem baseados em problemas usados no processo criativo. (WADE-LEEUEWEN; VOVERS; SILK, 2018, recurso online, *tradução nossa*)⁷.

⁶ STEM – sigla em inglês (Science, Technology, Engineering e Mathematics) para ciência, tecnologia, engenharia e matemática.

⁷ STEM plus the arts – humanities, language arts, dance, drama, music, visual arts, design and new media. The main difference between STEM and STEAM is STEM explicitly focuses on scientific concepts. STEAM investigates the same concepts, but does this through inquiry and problem-based learning methods used in the creative process.

Kaburlasos (2019) afirma, a partir de uma revisão de literatura sobre o tema do uso de robôs na educação com o objetivo de identificar os níveis de envolvimento das crianças durante a interação criança-robô, que uma das principais razões por trás das aparentes melhorias no desempenho acadêmico quando os robôs são usados na sala de aula é o fato de que os robôs são especialmente atraentes para as crianças por causa de sua forma física e novidade. O autor apresenta vários estudos que buscam medir o engajamento dos alunos durante os momentos em que trabalham com a RE. De acordo com Kaburlasos (2019) a revisão de literatura revelou as várias metodologias empregadas na detecção e medição de recursos que indicam envolvimento, direta ou indiretamente, na área educacional tanto na educação típica quanto na especial. O autor mostra o potencial da RE como atividade integrada ao currículo e capaz de despertar interesse por parte dos alunos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, apresentaremos nossa fundamentação teórica, que foi construída a partir dos estudos do autor desta pesquisa. Evidencia-se, neste momento, uma reflexão sobre a RE, sua relação com a BNCC, o construcionismo de Papert, a construção de habilidades e competências (PERRENOUD, 2000), e a aprendizagem colaborativa.

3.1 ROBÓTICA EDUCACIONAL

A Robótica Educacional pode ser entendida como

um ambiente onde o aprendiz tenha acesso a computadores, componentes eletromecânicos (motores, engrenagens, sensores, rodas etc.), eletrônicos (interface de hardware) e um ambiente de programação para que os componentes acima possam funcionar. (SANTOS; MENEZES, 2005, p. 2).

A escola precisa se abrir cada vez mais para a educação tecnológica, pois a vida de todos os atores do processo educacional está cercada a todo instante por tecnologias. Gualda (2019) traz que o futuro da Educação, também chamado de Educação 4.0, se baseia no conceito de *Learning by doing*, ou seja, aprender fazendo; por conseguinte, o conhecimento não pode ser entendido como uma “contemplação ociosa de um espectador não comprometido.” (DEWEY, 1997, p. 338).

A escola de hoje deve se adaptar à realidade e incentivar uma nova cultura, em que a construção criativa e o domínio da tecnologia podem melhor preparar os estudantes para todos os âmbitos da vida. A utilização da robótica como uma atividade enriquecedora no processo de ensino e aprendizagem ainda caminha lentamente no Brasil. Importante observar que

[...] existe uma carência de estudos publicados que tenham como foco principal o uso da Robótica Educacional como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem, nos fazendo crer que não houve um avanço significativo de publicações ao longo de aproximadamente 6 anos e 6 meses. (AZEVEDO; FRANCISCO; NUNES, 2017, p. 9).

A Robótica Educacional pode ser fundamentada pela teoria construcionista de Seymour Papert, princípio no qual os alunos constroem e reconstróem ativamente o

conhecimento a partir de suas experiências no mundo, e têm suas bases norteadas pelo construtivismo piagetiano.

Papert nos indica em suas pesquisas a proposta da RE como uma nova disciplina de caráter construcionista:

O esboço desta nova disciplina surgirá gradualmente, e o problema de situá-la no contexto da Escola e no ambiente de aprendizagem maior, será melhor apresentado quando a tivermos na nossa frente. Apresento aqui uma definição preliminar da disciplina – porém apenas como uma semente para discussão – como aquele grão de conhecimento necessário para que uma criança invente (e, evidentemente, construa) entidades com qualidades evocativamente semelhantes à vida dos mísseis inteligentes. Se este grão constituísse a disciplina inteira um nome adequado seria “engenharia de controle” ou até mesmo “robótica”. (PAPERT, 1994, p. 160).

Sendo assim, coloca especial ênfase na construção do conhecimento que ocorre quando os alunos estão envolvidos na construção de artefatos. “A atenção do construcionismo não está estritamente relacionada com o artefato ou produto produzido, mas sim com a própria construção e reorganização mental que ocorre ao longo de todo o processo.” (DALLA VECCHIA; MALTEMPI, 2015, p. 4).

A sociedade se transforma cada vez mais rápido e a educação não pode ficar estagnada no tempo. O modelo dominante na educação tem levado a uma compartimentalização do conhecimento em disciplinas, acentuando cada vez mais uma visão conteudista. É imprescindível religar essas disciplinas para a construção de saberes conectados. De fato, como lembra Perrenoud (2000, p.19), “a trilogia das habilidades ler, escrever, contar, que fundou a escolaridade obrigatória no século XIX, não está mais à altura das exigências de nossa época. A abordagem por competências busca simplesmente atualizá-la.”

Perrenoud (apud GENTILI; BENCINI, 2000, p.13), afirma que “competência em educação é a faculdade de mobilizar um conjunto de recursos cognitivos – como saberes, habilidades e informações – para solucionar com pertinência e eficácia uma série de situações”.

Zilli (2004) apresenta algumas competências que a RE pode desenvolver: raciocínio lógico; habilidades manuais e estéticas; relações interpessoais e intrapessoais; utilização de conceitos aprendidos em diversas áreas do conhecimento para o desenvolvimento de projetos; investigação e compreensão; representação e

comunicação; trabalho com pesquisa; resolução de problemas por meio de erros e acertos; aplicação das teorias formuladas a atividades concretas; utilização da criatividade em diferentes situações e capacidade crítica. A autora afirma que,

[..] a Robótica Educacional possibilita ao estudante tomar conhecimento da tecnologia atual, desenvolver habilidades e competências, como: trabalho de pesquisa, a capacidade crítica, o senso de saber contornar as dificuldades na resolução de problemas e o desenvolvimento do raciocínio lógico. (ZILLI, 2004, p. 13-14).

Para Truglio et al (2018), a robótica é uma poderosa atividade integradora para apoiar processos de aprendizagem e promover as relações sociais, estimulando a colaboração entre alunos e professores. Durante as aulas de robótica os alunos têm a chance de concatenar suas ideias, aprendem a dividir as tarefas e concluir o trabalho com motivação, levando em consideração as diferentes ideias discutidas e propostas por todos. Para os autores, as aulas de robótica são, na verdade, atividades inovadoras para apoiar relações sócio-afetivas entre os alunos.

Mubin et al (2013) afirmam que os robôs não são apenas construídos, mas eles também fornecem uma maneira tangível de aprendizagem: um aspecto valioso, empregando-os na educação. Uma importante ação é incentivar professores e pedagogos a entender melhor os aspectos práticos da utilização de robôs na educação.

Em nossa pesquisa, entendemos que os alunos podem se beneficiar com a educação tecnológica na escola. De acordo como nossa revisão, a RE proporciona uma série de vantagens, conforme elencamos a seguir: cria um ambiente favorável para que os alunos compreendam o mundo da tecnologia, que é vivenciado por todos; permite a aprendizagem colaborativa, o que faz com que todos compartilhem, em sala de aula, os conhecimentos, as habilidades e as competências adquiridas; valoriza a aprendizagem significativa, pois os alunos percebem a importância do que estão aprendendo; promove a aplicação do que foi aprendido em sala, tendo em vista que os alunos constroem protótipos que têm começo, meio e fim; conforme nossa revisão, alguns projetos de RE têm sido desenvolvidos em nosso país utilizando materiais de baixo custo, o que favorece a inclusão digital dos alunos e sua inserção na cultura digital, evidenciando, nesse sentido, a responsabilidade social da escola.

A RE proporciona aos alunos essa inserção na cultura digital e permite que conhecimentos adquiridos dentro da sala de aula de forma teórica possam ser utilizados na prática, construindo e programando robôs.

No livro *A máquina das Crianças*, Papert descreve uma atividade realizada por dois estudantes utilizando computadores. Sobre esta atividade o autor relata que

Movimentar aqueles objetos na tela requereu uma descrição dos movimentos em linguagem matemática que ultrapassava até mesmo o conhecimento anterior de Henry. Os meninos apresentaram a velocidade de um objeto com uma variável e , então, estabeleceram fórmulas para variá-las. Eles aprenderam a pensar sobre direções de ângulos medidos em graus e , além disso, captaram a ideia de fazer geometria por coordenadas de um modo muito mais próximo à descoberta viva e pessoal de Descartes do que à mortalmente formal apresentação dos livros-texto de Matemática. (PAPERT, 1994, p. 48).

Fernandes, Ferme e Oliveira (2009) apresentam um interessante artigo em que discutem a utilização da RE como um importante auxílio para a aprendizagem matemática. Eles dividiram a pesquisa em três estágios: no primeiro, fizeram uma análise do currículo de matemática e informática, selecionaram unidades temáticas onde a robótica pudesse ser usada e criaram tarefas para serem resolvidas durante as aulas de matemática e informática; no segundo estágio, foram aplicadas as tarefas e coletaram dados por meio de gravação de vídeo dos alunos e, no terceiro estágio, analisaram as atividades dos alunos durante aulas usando métodos interpretativos introduzidos na teoria da aprendizagem situada de Lave (1991).

Os resultados mostraram que a RE proporcionou aos alunos momentos de pensar e resolver problemas sobre proporcionalidade, abordando o tema a partir da educação tecnológica.

A seguir apresentaremos nossa reflexão sobre a relação entre a RE e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

3.2 ROBÓTICA EDUCACIONAL E A BNCC

Pensar a relação entre educação, matemática e tecnologia passa por uma reflexão sobre o currículo, compreendido aqui como um caminho construído por diversos saberes de forma integradora.

Entendemos a importância da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o nosso trabalho, uma vez que ela preconiza quais são as aprendizagens essenciais a serem trabalhadas nas escolas brasileiras públicas e particulares de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio para garantir o direito à aprendizagem e o desenvolvimento pleno de todos os estudantes. Porém não poderíamos deixar de dizer que uma discussão mais ampla e esclarecedora poderia ter tornado o documento mais adequado quanto a um melhor entendimento e aplicação das tecnologias educacionais, como podemos observar na Nota Técnica da Sociedade Brasileira de Computação⁸ (SBC) sobre o texto da BNCC. Dentre os diversos pontos analisados criticamente pela SBC, destacamos a linguagem específica (fluxograma) para a representação de algoritmos que é sugerida no texto da BNCC. Novas linguagens para representar algoritmos surgem com grande frequência no campo da Computação. Existem muitas outras linguagens visuais que podem ser utilizadas com tal propósito. Esperamos que algumas revisões sejam feitas no texto, seguindo valiosas sugestões como as da SBC.

Um importante avanço foi o estabelecimento de dez competências gerais que precisarão ser trabalhadas durante todo o ensino básico, desde a Educação Infantil ao Ensino Médio. Por conseguinte, o propósito é que as escolas deixem de ser apenas propagadoras de conteúdos, porém auxiliem o estudante a lidar com questões emocional, cultural, tecnológica, socioambiental, responsabilidades, criatividade, dentre outras.

Ressaltamos que,

No âmbito da BNCC, competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores, para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho. (BRASIL, 2017, p. 8).

As dez Competências Gerais definidas na BNCC são: 1 – Conhecimento; 2 – Pensamento científico, crítico e criativo; 3 – Repertório Cultural; 4 – Comunicação; 5 – Cultura Digital; 6 – Trabalho e projeto de vida; 7 – Argumentação; 8 –

⁸ Disponível em: <https://www.sbc.org.br/institucional-3/cartas-abertas/send/93-cartas-abertas/1197-nota-tecnica-sobre-a-bncc-ensino-medio-e-fundamental>. Acesso em: 22 out. 2020.

Autoconhecimento e autocuidado; 9 – Empatia e Cooperação; 10 – Responsabilidade e Cidadania.

No ensino por meio de competências, o aluno, ao invés de se preocupar apenas com conteúdo, também é motivado a interagir, assumindo um papel mais participativo na sociedade, de forma que ele seja capaz de construir e expor argumentos, expressando seus princípios e valores.

Vale verificarmos o que a BNCC sinaliza em relação ao desenvolvimento de competências.

A BNCC indica que as decisões pedagógicas devem estar orientadas para o desenvolvimento de competências. Por meio da indicação clara do que os alunos devem “saber” (considerando a constituição de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores) e, sobretudo, do que devem “saber fazer” (considerando a mobilização desses conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho), a explicitação das competências oferece referências para o fortalecimento de ações que assegurem as aprendizagens essenciais definidas na BNCC. (BRASIL, 2017, p. 13).

A leitura desse trecho aponta um possível trajeto das experiências de aprendizagens essenciais a serem oferecidas aos alunos.

Detemo-nos na quinta competência, sobre a Cultura Digital. Ela trata de forma abrangente um importante ponto da vida dos estudantes e também da nossa vida. Estamos todos inseridos numa sociedade em constante transformação. Essas transformações ocorrem cada vez mais rápido. Em pequenos intervalos de tempo, a maneira como nos relacionamos, consumimos, divertimos, está mudando. Em virtude dessas mudanças e da propagação das tecnologias de informação e comunicação e do aumento do acesso a elas por meio de computadores, telefones celulares, tablets e afins, os estudantes estão ativamente introduzidos nessa cultura, não somente como consumidores. Os jovens têm se engajado cada vez mais como protagonistas da cultura digital, envolvendo-se diretamente em novas formas de interação e de atuação social em rede, que se realizam de modo cada vez mais ágil.

Diz a BNCC sobre a Cultura Digital:

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, 2017, p. 9).

Nossa pesquisa sobre RE e trabalho colaborativo nas aulas de matemática reflete alguns aspectos dessa competência, uma vez que em nossas oficinas estimulamos o desenvolvimento de conhecimentos e habilidades citados no documento da BNCC. Nas oficinas, os alunos, mediados pelo professor, discutiram ideias, construíram robôs, programam e testaram seus códigos, fizeram as correções necessárias, resolveram desafios propostos ou surgidos no decorrer dos encontros, tudo isso feito conjuntamente, de modo que o conhecimento fosse construído a partir de experiências, sejam elas advindas do cotidiano extraescolar dos estudantes ou das próprias oficinas.

A RE possibilita a inserção dos alunos nessa grande reflexão sobre as transformações tecnológicas. Aliada à matemática, pode tornar as aulas mais interessantes e significativas para os alunos.

Com base no documento da BNCC, olhando para a competência geral cinco – a Cultura Digital – vemos alguns possíveis benefícios em aliar a robótica às aulas de matemática:

- Faz da aprendizagem algo motivador, possibilitando aos alunos uma maior acessibilidade aos princípios de ciência e tecnologia;
- Potencializa o aprendizado do raciocínio matemático e da lógica na construção de algoritmos e programas para controle de mecanismos;
- Auxilia os alunos a verbalizarem seus conhecimentos e experiências, e ajuda no desenvolvimento da capacidade de argumentação.

Assim, a RE, potencialmente, proporciona melhorias para a aprendizagem dos alunos, que são preparados, dessa forma, não para serem meros usuários da tecnologia, mas também para serem capazes de criar, resolver problemas conjuntamente e usar as variadas ferramentas tecnológicas de maneira racional, eficiente e significativa.

Salientamos que o documento da BNCC aprovado, faz menção explícita à tecnologia também em outras duas Competências Gerais. Destacamos a Competência 1:

Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e **digital** para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. (BRASIL, 2017, p. 9).

Analogamente, ressaltamos a competência 2:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive **tecnológicas**) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2017, p. 9).

Dessa forma, notamos a premência com que as escolas devem tratar essas competências, inserindo-as em todo o currículo, atendendo assim uma demanda social de importância fundamental para todos, já que nossos alunos estão inseridos numa sociedade em que a cultura digital se propaga rapidamente, mudando relações, estreitando laços e criando novos meios de interação. Cabe à escola fornecer aos alunos uma visão social e crítica de todo esse processo, dotando-os de uma reflexão a partir da própria realidade.

Logo, o exposto anteriormente sugere a importância de um currículo amplo e integrador, que acolha as experiências trazidas pelos alunos no âmbito da escola e que lhes possibilite desenvolver seus saberes relacionados às tecnologias.

3.3 CONSTRUÇÃO DE PAPERTE

Seymour Papert nasceu em 1928, em Pretória, na África do Sul, onde obteve um bacharelado em Filosofia em 1949, seguido por um doutorado em Matemática, três anos depois. Ele foi um dos principais ativistas antiapartheid durante seus anos universitários.

Papert foi convidado para pesquisar na Universidade de Genebra, onde trabalhou com o filósofo e psicólogo suíço Jean Piaget, cujas teorias sobre as maneiras pelas quais as crianças dão sentido ao mundo mudaram a visão de Papert sobre crianças e aprendizagem. Seymour Papert foi diretor do grupo de Epistemologia

e Aprendizado do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e um dos fundadores do MIT *Media Lab*, um laboratório de pesquisa interdisciplinar que incentiva a combinação não convencional e a correspondência de áreas de pesquisa aparentemente díspares, investigando inovações tecnológicas e como podemos aprender com elas.

De acordo com Thornburg (2014), a linguagem de programação educacional Logo foi criada na década de 1960 por Seymour Papert, Cynthia Solomon e Wally Feurzeig. Essa linguagem proporcionava aos alunos programar e criar desenhos por meio do computador.

Valente assevera que,

Como linguagem de programação o Logo serve para nos comunicarmos com o computador. Entretanto, ela apresenta características especialmente elaboradas para implementar uma metodologia de ensino baseada no computador (metodologia Logo) e para explorar aspectos do processo de aprendizagem. Assim, o Logo tem duas raízes: uma computacional e a outra pedagógica. (2008, p. 19).

O autor afirma que

A utilização do Logo permitiu entender que o processo de criação de um programa para a resolução de um problema acontece por intermédio de um ciclo de ações descrição-execução-reflexão-depuração. [...] As ações do ciclo [...] têm sido úteis para explicitar as atividades que o aprendiz realiza na interação com as tecnologias digitais e ajudam a entender como a interação com as tecnologias digitais contribuem para o desenvolvimento do Pensamento Computacional. (VALENTE, 2016, p. 871-872).

Para Papert (2008), não é mais aceitável que se permita que forças sociais cegas determinem posições na vida por meio de diferenças de acesso à aprendizagem. Ele destaca a imprescindibilidade de um esforço consciente para disponibilizar às crianças conhecimentos que não foram, inicialmente, concebidos para elas.

Papert (2008), ao tratar dessa questão, pondera que:

A Escola, na melhor das hipóteses, é demasiada morosa e tímida para tanto. Nesse espírito, o Logo foi incentivado desde o início por uma perspectiva tipo Robin Hood de roubar a programação dos

tecnologicamente privilegiados (o que naquele início da década de 1960, eu teria chamado de complexo militar-industrial) e dá-lo às crianças. (p. 170).

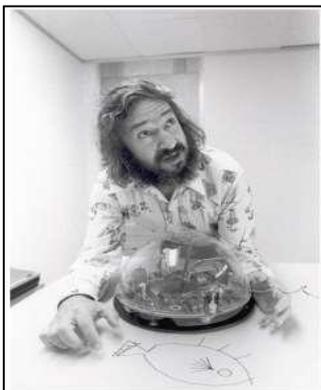
A princípio, a linguagem de programação Logo era utilizada por um robô em formato de semiesfera, a “Tartaruga de Chão”, que se movimentava sobre um papel e, deixando traços de caneta, fazia desenhos, conforme podemos ver nas figuras 1 e 2.

Já na década de 1970, a linguagem Logo passou a funcionar com o software Logo, que com o passar dos anos evoluiu e sofreu diversas modificações. Papert afirma que

A Tartaruga é um animal cibernético controlado pelo computador. Ela existe dentro das miniculturas cognitivas do “ambiente LOGO”, sendo LOGO a linguagem computacional que usamos para nos comunicar com a Tartaruga. Essa tartaruga serve ao único propósito de ser fácil de programar e boa para se pensar. Algumas Tartarugas são objetos abstratos que vivem nas telas dos computadores. Outras, como as Tartarugas que andam no chão, são objetos físicos e podem ser manuseadas como qualquer outro brinquedo mecânico. (1985, p. 26-27).

Papert (2008) esclarece que a tartaruga surgiu ao imaginar como uma criança poderia captar em uma forma computacional algo físico como o desenhar ou o caminhar.

Figura 1 - Seymour Papert



Fonte: Cyberneticzoo (2010).

Figura 2 - Crianças brincando com a tartaruga no chão



Fonte: Cyberneticzoo (2010).

Em 1985, deu-se início uma colaboração longa e produtiva entre Papert e a empresa LEGO®, um dos primeiros e maiores patrocinadores corporativos do Media Lab. As ideias de Papert serviram de inspiração para o kit de robótica LEGO® Mindstorms, que recebeu o nome de seu livro de 1980. Em 1989, a empresa LEGO® patroneou uma bolsa de pesquisas no Media Lab e Papert tornou-se o primeiro professor de Pesquisa de Aprendizagem da LEGO®. Em 1998, após Papert tornar-se professor emérito, o nome da cátedra foi modificado, em sua homenagem, para o LEGO® *Papert Professorship of Learning Research*. A cátedra foi passada para o ex-aluno e colaborador de longa data de Papert, Mitchel Resnick, que continua a ocupar a cadeira até hoje.

Kafai e Resnick (2012) apontam o uso do termo Construcionismo no ano 1991, pois o grupo de pesquisa de Papert no MIT Media Lab publicou uma coleção de artigos sob o título *Constructionism*, editado por Idit Harel e Seymour Papert.

A fundamentação teórica do Logo ficou conhecida como construcionismo. Kafai e Resnick (2012) mostram que essa teoria tem influenciado profundamente a forma como educadores e pesquisadores pensam sobre as direções para reformas na educação e, nesse contexto, sobre os papéis da tecnologia na aprendizagem. O construcionismo é uma ampliação das ideias de Piaget (1970) para a cibernética.

Para os autores

O construcionismo é tanto uma teoria da aprendizagem quanto uma estratégia para a educação. Isto baseia-se nas teorias construtivistas de Jean Piaget, afirmando que o conhecimento não é simplesmente transmitido de professor para aluno, mas ativamente construído pela mente do aluno. (KAFAI; RESNICK, 2012, p. 1).

Os autores continuam

Um princípio do construcionismo é que os alunos constroem e reconstróem ativamente o conhecimento a partir de suas experiências no mundo. Coloca especial ênfase na construção do conhecimento que ocorre quando os alunos estão envolvidos na construção de objetos. O construcionismo difere de outras teorias da aprendizagem em várias dimensões. Enquanto a maioria das teorias descreve a aquisição de conhecimento em termos puramente cognitivos, o construcionismo vê um papel importante para o afeto. Argumenta que é mais provável que os alunos se tornem intelectualmente engajados quando estão trabalhando em atividades e projetos pessoalmente significativos. (KAFAI; RESNICK, 1996, p. 2-3).

Na aprendizagem construcionista, formar novas relações com o conhecimento é tão importante quanto formar novas representações de conhecimento. O construcionismo também enfatiza a diversidade: reconhece que os aprendizes podem fazer conexões com o conhecimento de muitas maneiras diferentes. Os ambientes de aprendizado construcionista encorajam múltiplos estilos de aprendizado e múltiplas representações de conhecimento. Nesse processo, o objetivo é ensinar com o mínimo de ensino, isto é, o estudante procura solução para seus problemas. (VALENTE, 1994).

Nossa pesquisa baseia-se na teoria construcionista de Seymour Papert. Buscamos compreender como abordar ângulos e proporcionalidade em um trabalho colaborativo utilizando a Robótica Educacional no 8º ano do ensino fundamental.

O construcionismo propõe a criação de ambientes investigativos que potencializem situações ricas e específicas de construção do conhecimento, nas quais o aluno esteja engajado em construir um produto público e de interesse pessoal sobre o qual possa refletir e compartilhar suas experiências com outras pessoas. (SÁPIRAS; DALLA VECCHIA; MALTEMPI, 2015, p. 975).

Maltempi (2005), baseado em Papert (1985), destaca 5 dimensões que constituem a base do pensamento construcionista. São elas: dimensão pragmática, dimensão sintônica, dimensão sintática, dimensão semântica e dimensão social. Com base na classificação feita por Maltempi, elaboramos um quadro para facilitar o entendimento sobre o construcionismo.

QUADRO 3 - Dimensões do pensamento construcionista segundo Maltempi ⁹

Dimensões	Características
Dimensão pragmática	O aluno aprende algo que pode ser utilizado de imediato, desenvolvendo novos conceitos e trazendo a sensação de praticidade e poder.

⁹ SÁPIRAS, Fernanda Schuck; DALLA VECCHIA, Rodrigo; MALTEMPI, Marcus Vinicius. Utilização do Scratch em sala de aula Using Scratch in the classroom. Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, v. 17, n. 5, p. 973-988, 2015.

Dimensão sintônica	Refere-se à construção de projetos contextualizados com aquilo que o aluno considera importante, aumentando as chances de o conceito trabalhado ser aprendido; mas, para isso, o aluno precisa ser ativo na escolha. Nesse momento, o professor tem o papel de mediar o processo de escolha para chegar a algo desafiador e que pode ser realizado.
Dimensão sintática	É a possibilidade de o aluno acessar conhecimentos básicos e progredir nesses conceitos de acordo com a necessidade e seu desenvolvimento cognitivo. Dessa forma, é importante que as ferramentas possam ser utilizadas sem pré-requisito com possibilidades de desenvolvimento ilimitado.
Dimensão semântica	É a importância de o aluno lidar com elementos que carregam significados em vez de meros formalismos e símbolos, por meio da manipulação e construção dos conceitos que levam à descoberta de novos conhecimentos e com significados múltiplos.
Dimensão social	É a integração das atividades com as relações culturais e sociais. O computador e o domínio da tecnologia são bons materiais que demonstram grandes possibilidades; assim, cabe ao professor permitir e propiciar sua utilização de forma educacional.

Fonte: Elaborado pelo autor de acordo com os conceitos de Maltempi (2005).

Com o estudo dessas dimensões, podemos melhor compreender a teoria de Papert, observando que nosso trabalho se constitui da integração de cada dimensão, o que nos proporciona uma visão aprofundada sobre a relação entre tecnologias e aprendizagem.

O princípio central da teoria construcionista da aprendizagem é que as pessoas constroem o conhecimento de maneira mais eficaz quando estão ativamente engajadas na construção de coisas no mundo, coisa tangíveis e que lhes despertem o interesse, a curiosidade. Segundo Papert (2008)

O construcionismo também possui a conotação de “conjunto de peças para construção”, iniciando com conjuntos no sentido literal, como o Lego, e ampliando-se para incluir linguagens de programação consideradas como “conjuntos” a partir dos quais programas podem

ser feitos, até cozinhas como “conjuntos” com os quais são construídas não apenas tortas, mas receitas e formas de matemática-em-uso. Um dos meus princípios matemáticos centrais é que a construção que ocorre “na cabeça” ocorre com frequência de modo especialmente prazeroso quando é apoiada por um tipo de construção mais pública, “no mundo” – um castelo de areia ou uma torta, uma casa Lego ou uma empresa, um programa de computador, um poema ou uma teoria do universo. Parte do que tenciono dizer com “no mundo” é que o produto pode ser mostrado, discutido, examinado, sondado e admirado. Ele está lá fora. (p. 137).

Para Papert, o fazer não é um fazer qualquer, é um fazer com arte, uma experiência estética. O autor emprega o termo matemáticos a partir do princípio central que sugere deixar o aluno “fazer algo de seu interesse”, pois o trabalho do aluno é aprender, aprender com arte.

3.4 PERRENOUD E A CONSTRUÇÃO DE HABILIDADES E COMPETÊNCIAS

Ao pensar sobre RE, torna-se premente refletir a respeito de situações pedagógicas que o professor proporcionará durante suas aulas. Quais competências esperamos que os alunos desenvolvam durante as aulas? Que habilidades os alunos podem desenvolver ao lidar com a tecnologia?

Entendemos que a teoria desenvolvida pelo sociólogo suíço Philippe Perrenoud contribui para nossa investigação, pois ele tem uma visão abrangente sobre a construção de competências e habilidades, indo além de uma visão conteudista. Para o autor, as tecnologias transformam “espetacularmente não só nossas maneiras de comunicar, mas também de trabalhar, de decidir, de pensar.” (PERRENOUD, 2000, p. 125).

De acordo com o autor, todo aprendizado deve ter como objetivo preparar os alunos para etapas posteriores do currículo escolar, tornando-os capazes de transpor os muros da escola, levando seus saberes para um ambiente diferente do escolar, tornando qualquer espaço um ambiente pedagógico.

Perrenoud (apud GENTILI; BENCINI, 2000, p.13), afirma que “competência em educação é a faculdade de mobilizar um conjunto de recursos cognitivos – como saberes, habilidades e informações – para solucionar, com pertinência e eficácia, uma série de situações”.

No que se refere à utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) no processo de ensino e aprendizagem dos alunos, essas podem “reforçar a contribuição dos trabalhos pedagógicos e didáticos contemporâneos, pois permitem que sejam criadas situações de aprendizagens ricas, complexas, diversificadas.” (PERRENOUD, 2000, p. 139). A partir do pressuposto de que os seres humanos se desenvolvem pelas relações que estabelecem com seu meio, o autor vê as competências não como um caminho, mas como um efeito adaptativo do homem às suas condições de existência. Desse modo, cada pessoa, de maneira diferente, desenvolveria competências voltadas para a resolução de problemas relativos à superação de uma situação, por exemplo, a melhor maneira de construir e programar um robô com determinados objetivos discutidos previamente com seus colegas.

Ao refletir sobre as novas competências para ensinar, Perrenoud destaca a importância da utilização da tecnologia por parte dos docentes. Nesta circunstância, a principal competência de um professor é ser

um usuário alerta, crítico, seletivo, que propõe os especialistas dos *softwares* educativos e da AA; um conhecedor dos *softwares* que facilita o trabalho intelectual, em geral, e de uma disciplina, em particular, com familiaridade pessoal e fértil imaginação didática, para evitar que esses instrumentos se desviem do seu uso profissional. (PERRENOUD, 2000, p. 134).

Perrenoud assevera que

a escola deve oferecer situações escolares que favoreçam a formação de esquemas de ações e de interações relativamente estáveis e que, por um lado, possam ser transportadas para outras situações comparáveis, fora da escola ou após a escolaridade. (PERRENOUD, 1999, p. 32).

Para o autor,

a Robótica Educacional é uma ferramenta educativa que auxilia a prática de muitos conceitos teóricos estudados em sala de aula. Nas aulas de Robótica Educacional, facilita-se o processo ensino aprendizagem por meio da integração de novas tecnologias no contexto escolar. (PERRENOUD, 2001, p. 108).

Na experiência docente do pesquisador, a presença de situações-problema é uma constante, já que nas aulas de matemática em que a RE se faz presente, quando

é proposto um problema/desafio inicial para que os alunos busquem a solução trabalhando em equipe; como por exemplo construir um carro robótico que ande sobre determinada linha, ou construir e programar um robô desenhista para que ele trace figuras geométricas como semicírculos, quadrados e triângulos. As situações-problema vão sendo modificadas de acordo com a mediação do professor, baseada na aprendizagem dos alunos. Vale salientar que

em uma pedagogia das situações-problema, o papel do aluno é implicar-se, participar de um esforço coletivo para elaborar um projeto e construir, na mesma ocasião, novas competências. Ele tem direito a ensaios e erros e é convidado a expor suas dúvidas, a explicar seus raciocínios, a tomar consciência de suas maneiras de aprender, de memorizar e de comunicar-se. (PERRENOUD, 1999, p. 65).

Quando refletimos sobre nossa prática, percebemos a necessidade de um constante aprimoramento, construindo novos saberes em nossa formação. Segundo Perrenoud o professor, hoje, precisa:

[...] despende energia e tempo e dispõe das competências profissionais necessárias para imaginar e criar outros tipos de situações de aprendizagem, que as didáticas contemporâneas encaram como situações amplas, abertas, carregadas de sentido e de regulação, as quais requerem um método de pesquisa, de identificação e de resolução de problemas. (PERRENOUD, 2000, p. 25).

Importante notar que

[...] a construção do conhecimento é uma trajetória coletiva em que o professor orienta, criando situações e dando auxílio, sem ser o especialista que transmite o saber, nem o guia que propõe a solução do problema. (PERRENOUD, 2000, p. 35).

Deste modo, a solução de situações-problemas pode ser pensada, discutida e aplicada de forma colaborativa, onde os alunos procuram explicar seus pensamentos aos colegas, ouvir e experimentar possíveis soluções, fazendo correções quando necessário.

3.5 APRENDIZAGEM COLABORATIVA

Ao observar e analisar nossas escolas, percebemos que o modelo de ensino e aprendizagem baseado no depósito de informações sobre os estudantes é ultrapassado, não atende à realidade vivenciada por nossos alunos, que estão sempre conectados, relacionando-se de várias maneiras.

Na aprendizagem colaborativa (CROOK, 1998), (ROSCHELLE, 1992), o aprendizado ocorre em grupos, onde os participantes dividem seus pensamentos e conhecimentos, ouvindo, compartilhando pontos de vista, buscando alcançar objetivos comuns.

A escola precisa oferecer aos alunos experiências em que o conhecimento é construído socialmente, na interação entre pessoas, e não somente pela transferência do professor para o aluno. A partir dessa perspectiva, o professor pode atuar na criação de contextos e ambientes adequados para que o aluno possa desenvolver suas habilidades sociais e cognitivas de modo criativo, na interação com outrem.

No contexto da RE, a Aprendizagem Colaborativa faz-se presente em todo o processo de ensino e aprendizagem e pode ser compreendida “[...] como efeito colateral de uma interação entre pares que trabalham em sistema de interdependência na resolução de problemas ou na realização de uma tarefa proposta pelo professor” (TORRES; IRALA, 2014, p. 65). A troca de ideias com outras pessoas melhora o pensamento e aprofunda o entendimento (GERDY, 1998, apud WIERSEMA, 2000).

Segundo Torres e Irala

Quando há a interação entre pessoas de forma colaborativa por meio de uma atividade autêntica, elas trazem seus esquemas próprios de pensamento e suas perspectivas para a atividade. Cada pessoa envolvida na atividade consegue ver o problema de uma perspectiva diferente e estão aptas a negociar e gerar significados e soluções por meio de um entendimento compartilhado. (2014, p. 72).

Para Torres e Irala (2014), os principais objetivos dessa abordagem centrada no aluno são:

- a) A promoção de uma modificação no papel do professor, que passa a ser um facilitador.
- b) O desenvolvimento de habilidades de metacognição.
- c) A ampliação da aprendizagem por meio da colaboração, em que os alunos, pela troca entre pares, se ensinam mutuamente.

Muitos pesquisadores concordam que, quando os alunos participam de atividades que envolvem a criatividade, sempre surgem novas ideias, abordagens ou soluções para problemas que derivam do processo criativo do qual o grupo participa. (CRAFT et al, 2007), (KAMPYLIS; BERKI; SAARILUOMA, 2009), (SAWYER, 2006), (STERNBERG; LUBART, 1999).

Ao trabalhar colaborativamente, com suas diferenças e potencialidades, os alunos desenvolvem habilidades imprescindíveis para a vida moderna, como a explicação mútua e a construção do conhecimento de forma compartilhada (GROSSEN, 2008), (SARMIENTO; STAHL, 2008), (SAWYER, 2006), possibilitando o nascimento de novos processos de resolução de problemas e resultados criativos.

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) definiu, em 2015, como um domínio inovador para o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa), a Resolução Colaborativa de Problemas (RCP) como:

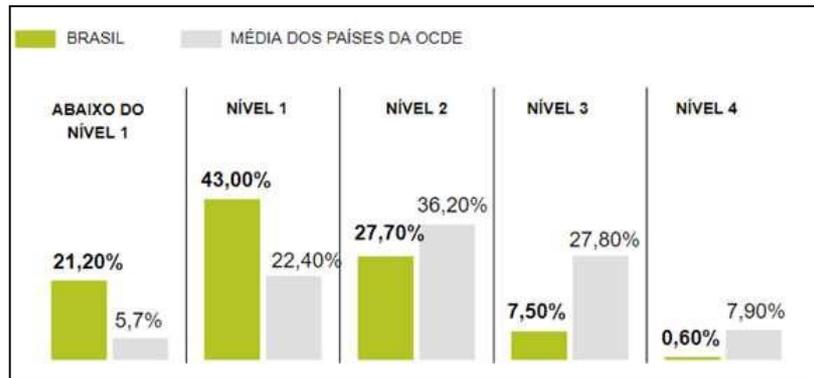
a capacidade de um indivíduo de se envolver efetivamente em um processo pelo qual dois ou mais agentes tentam resolver um problema compartilhando a compreensão e o esforço necessários para chegar a uma solução e reunindo seus conhecimentos, habilidades e esforços para alcançar essa solução. (IEDE, 2018, p. 5).

As unidades de RCP incluem tarefas baseadas em conversas ou bate-papos (*chat-based*) nas quais os estudantes interagem com um ou mais agentes ou grupos de membros simulados, para resolver um determinado problema.¹⁰

O gráfico a seguir nos mostra a proficiência em resolução de problemas de forma colaborativa. Estudantes abaixo do nível 2 são considerados de baixo desempenho:

¹⁰ Disponível em:
http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/itens/2015/itens_liberados_rcp_pisa_2015.pdf. Acesso em: 28 mai. 2020.

Gráfico 1 - Percentual de estudantes em diferentes



Fonte: O Globo (2017).

A partir da leitura do gráfico 1, observamos que precisamos melhorar muito para alcançar um bom desempenho nessa avaliação, sobretudo na RCP.

Pensamos que é possível melhorar a aprendizagem dos alunos, caso o professor crie situações pedagógicas para desenvolver nos alunos as habilidades de se trabalhar em equipe (STAHL, 2004) e alcançar soluções colaborativamente.

A RE, conforme salientamos em nossa pesquisa, é uma das possibilidades mais instigantes para ser trabalhada com os alunos, aliando novas tecnologias e trabalho colaborativo. São muitas as vantagens de construir trabalhos de forma colaborativa, como por exemplo: possibilita aos alunos o exercício de funções que permitem tomar decisões, organizar atividades, coordenar ações, otimizar recursos físicos; incentiva a socialização, entendida como a arte de conviver com diferenças econômicas, culturais e pessoais; propõe a administração de conflitos, que envolve a descoberta do outro.

4 CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

Nesse capítulo apresentamos as opções metodológicas que delineiam nossa investigação, no qual definimos os critérios utilizados para escolher o tipo de pesquisa, os sujeitos que a compõem, a coleta e a análise de dados.

4.1 O PARADIGMA QUALITATIVO DE INVESTIGAÇÃO

Com a finalidade de compreender como abordar ângulos e proporcionalidade em um trabalho colaborativo utilizando a RE no 8º ano do ensino fundamental, adotamos uma abordagem qualitativa para nossa pesquisa. Nesse tipo de pesquisa, de acordo com Godoy (1995),

a palavra escrita ocupa lugar de destaque nessa abordagem, desempenhando um papel fundamental tanto no processo de obtenção dos dados quanto na disseminação dos resultados. Rejeitando a expressão quantitativa, numérica, os dados coletados aparecem sob a forma de transcrições de entrevistas, anotações de campo, fotografias, videoteipes, desenhos e vários tipos de documentos. (p. 62).

Para a autora o ambiente e as pessoas nele inseridas devem ser olhados holisticamente: não são reduzidos a variáveis, mas observados como um todo. Deste modo, o pesquisador que adota uma abordagem qualitativa está mais preocupado com o processo e não apenas com o resultado ou produto de sua pesquisa. A atenção está em compreender determinado fenômeno e como ele se manifesta nas atividades, procedimentos e interações.

Ao pensar no papel do investigador nesse tipo de pesquisa, destacamos o objetivo de perceber o quê e como os sujeitos dessa pesquisa vivenciam e interpretam um determinado fenômeno, ou seja,

os investigadores qualitativos estão continuamente a questionar os sujeitos de investigação, como objetivo de perceber aquilo que eles experimentam, o modo como eles interpretam as suas experiências, o modo como eles próprios estruturam o mundo social em que vivem. (BOGDAN; BICKLEN, 1994, p. 51).

Zanete (2017) ao investigar a pesquisa qualitativa no contexto da educação brasileira, afirma que o foco desse tipo de pesquisa é a análise interpretativa e não a quantificação de dados. E que o pesquisador exerce influência sobre a situação em que está investigando e é por ela também influenciado.

Ao caracterizar nossa pesquisa como qualitativa, destacamos que, conforme Godoy (1995),

quando estamos lidando com problemas pouco conhecidos e a pesquisa é de cunho exploratório, este tipo de investigação parece ser o mais adequado. Quando o estudo é de caráter descritivo e o que se busca é o entendimento do fenômeno como um todo, na sua complexidade, é possível que uma análise qualitativa seja a mais indicada. (p. 63).

Ainda, em referência ao processo de pesquisa qualitativa, Creswell (2010) destaca que esse tipo de pesquisa

envolve as questões e os procedimentos que emergem, os dados tipicamente coletados no ambiente do participante, a análise dos dados indutivamente construída a partir das particularidades para os temas gerais e para as interpretações feitas pelo pesquisador acerca do significado dos dados. (p. 26).

Nessa perspectiva, Bogdan e Biklen (1994) apresentam cinco características para uma investigação qualitativa.

A primeira característica, para os autores é que na investigação qualitativa, o ambiente natural é a fonte de dados. O pesquisador dispõe de tempo no ambiente de coleta de dados para esclarecer as questões educativas. Sendo assim, “os investigadores qualitativos frequentam os locais de estudo porque se preocupam com o contexto. Entendem que as ações podem ser melhor compreendidas quando são observadas no seu ambiente habitual de ocorrência” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 47).

A segunda característica é que a investigação qualitativa é descritiva, ou seja, “os dados recolhidos são em forma de palavras e imagens e não de números. Os resultados escritos da investigação contêm citações feitas com base nos dados para ilustrar e substanciar a apresentação”. (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 48). Assim, a escrita exerce um papel importante servindo para registrar e difundir os resultados.

Nesse tipo de investigação, todos os dados possuem potencial para ajudar a compreender o objeto de estudo.

A terceira característica concerne ao fato de que na investigação qualitativa, os pesquisadores têm maior interesse pelo processo do que pelos resultados ou produto.

Sobre a quarta característica, destaca-se que os pesquisadores qualitativos analisam os dados de maneira indutiva, isto é, “não recolhem os dados ou provas com o objetivo de confirmar ou infirmar hipóteses construídas previamente, ao invés disso, as abstrações são construídas à medida que os dados particulares que foram recolhidos vão se agrupando”. (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 50).

Por último, a quinta característica refere-se ao significado, que é considerado como de fundamental importância para a pesquisa qualitativa. Nessa abordagem, os investigadores estão interessados no modo como as pessoas atribuem sentido às suas experiências. Além disso

os investigadores qualitativos estabelecem estratégias e procedimentos que lhes permitem tomar em consideração as experiências do ponto de vista do informador. O processo de condução de investigação qualitativa reflete um espécie de diálogo entre os investigadores e os respectivos sujeitos [...]. (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 51).

Nossa pesquisa é descritiva, explicativa e exploratória e se constitui num estudo de caso. A respeito do estudo de caso, Creswell (2010, p. 38) expressa que “estudos de caso são estratégias de investigação em que o pesquisador explora profundamente um programa, um evento, uma atividade, um processo ou um ou mais indivíduos”. Nesse sentido, para Yin (2001) a relevância do estudo de caso “é a sua capacidade de lidar com uma ampla variedade de evidências - documentos, artefatos, entrevistas e observações - além do que pode estar disponível no estudo histórico convencional” (p. 27). Em consonância com o que foi apresentado, Ponte (2006) afirma que o estudo de caso

é uma investigação que se assume como particularística, isto é, que se debruça deliberadamente sobre uma situação específica que se supõe ser única ou especial, pelo menos em certos aspectos, procurando descobrir a que há nela de mais essencial e característico e, desse modo, contribuir para a compreensão global de um certo fenômeno de interesse. (p.112).

Assim, no estudo de caso, cada situação deve ser tratada como particular, considerando os participantes investigados e a realidade em que estão inseridos.

Nesta pesquisa, o estudo de caso nos possibilitou analisar as percepções dos participantes sobre a inserção da robótica nas aulas de matemática; e também a percepção do próprio autor a respeito de como esses participantes resolvem problemas conjuntamente, utilizando a RE nas aulas de matemática.

4.2 PARTICIPANTES DA PESQUISA

Esta pesquisa foi desenvolvida com alunos de uma turma do 8º ano do Ensino Fundamental de uma escola privada, localizada no município de São João Nepomuceno, Minas Gerais, com o conteúdo de conceitos relacionados a proporcionalidades e ângulos. Admite-se a escolha desta turma devido ao fato de o referido conteúdo ser tratado nesse ano de escolaridade, na escola mencionada.

Participaram desta pesquisa 12 alunos da turma, 7 do gênero feminino e 5 do gênero masculino, sendo que a turma tem um total de 39 alunos. São estudantes que têm entre 13 e 14 anos de idade, pertencentes à classe média e que possuem acesso à tecnologia em geral, como celulares, notebooks, tablets, etc.

Apresentamos na figura 3 a seguir os participantes desta pesquisa na sala de aula da escola, onde ocorreu todo o processo de coleta de dados.

Figura 3 - Participantes da pesquisa



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Quando perguntamos quem gostaria de participar da pesquisa, todos demonstraram interesse, então realizamos um sorteio entre toda a turma. Os alunos sorteados se dividiram em três grupos, cada um com quatro integrantes.

As atividades de nossa investigação foram aplicadas em dois encontros, nos meses de abril e maio de 2019 e aconteceram no contraturno, na sala de aula da escola. Denominamos esses encontros de oficinas.

4.3 ORGANIZAÇÃO DA PESQUISA

A presente investigação foi organizada em quatro momentos, sendo eles: apresentação da proposta de pesquisa na instituição de ensino; autorização do uso de imagem, por parte dos responsáveis pelos alunos participantes da pesquisa; organização e oferta de duas oficinas, cada uma com três horas-aulas (50 min cada) e a análise dos dados coletados nessas oficinas.

Para o desenvolvimento da pesquisa na referida instituição de ensino, foi apresentado inicialmente a ideia de pesquisar sobre o uso da RE nas aulas de matemática dos anos finais do Ensino Fundamental. Nesse momento, em reunião com a direção e coordenação pedagógica, foram explicados os objetivos e procedimentos metodológicos da pesquisa. A coordenação pedagógica e a direção de imediato aceitaram a realização da pesquisa.

Convém ressaltar que o autor desta pesquisa leciona nessa instituição de ensino desde 2014, com turmas de 6º ao 8º ano do Ensino Fundamental, e a partir do sexto ano os alunos trabalham com a robótica nas aulas de matemática, o que facilitou a organização de nossa pesquisa.

Após o diálogo com a direção da unidade escolar, foram explicados para os estudantes os objetivos da pesquisa, sorteamos os alunos que participaram e foi entregue o termo de autorização do uso de imagem, conforme o anexo A. Esse termo foi assinado pelos seus responsáveis.

Todos os responsáveis assentiram com a participação de seus filhos nesta investigação, bem como, no uso das imagens desses em publicações futuras relativas ao trabalho desenvolvido.

4.4 COLETA DE DADOS

De acordo com as características da pesquisa optamos por utilizar, para a coleta e análise de dados a observação participante, que é um instrumento utilizado quando o observador está inserido no cenário de estudo e participa dessa realidade (COSTA; COSTA, 2012). Além da observação, utilizamos também, para a coleta de dados, imagens fotográficas, gravações audiovisuais e questionário.

Carvalho e Locatelli (2007) asseveram que as gravações beneficiam a coleta de dados:

A gravação favorece a coleta de informações quando os alunos estão no pequeno grupo resolvendo o problema e quando já com toda a classe estão discutindo, sob a orientação do professor. Estes são os momentos em que os alunos, ao experimentarem, ao explicarem o “como?” e o “por quê?”, apresentam, por meio das linguagens gestual e oral, as estruturas do raciocínio utilizadas para chegar à resolução do problema proposto. (p. 25).

Diante disso, as oficinas foram ouvidas e assistidas, e os dados coletados também foram estudados por meio de transcrições de um diário de campo, o que nos forneceu material para a análise que foi realizada.

Para Gil (2009), um questionário é uma técnica de investigação com questões que possuem o propósito de obter informações; de acordo Parasuraman (1991), é um conjunto de questões feito com o fim de gerar os dados necessários para se atingirem os objetivos de um projeto, sendo de grande importância na pesquisa científica, em particular nas Ciências Sociais. O questionário é considerado um instrumento de coleta de dados e é constituído por questões que seguem uma ordem e devem ser respondidas por escrito. (MARCONI; LAKATOS, 2007).

No decorrer de cada oficina distribuimos um questionário com questões abertas acerca das atividades desenvolvidas pelos participantes durante os encontros (oficinas). Optamos por um questionário a ser respondido por cada grupo devido ao fato da construção e programação dos robôs terem se dado dessa forma. Explicaremos os objetivos desses questionários na próxima seção, quando apresentarmos a elaboração das oficinas.

As atividades desenvolvidas durante as oficinas foram elaboradas procurando orientação nas dimensões propostas por Papert (1994), que atribuem “[...] especial importância ao papel das construções no mundo” (p. 128), servindo como apoio para

a organização e reorganização de ideias.

A pesquisa se constituiu na análise de duas oficinas, com três horas-aulas (50 min cada uma), desenvolvidas na sala de aula da escola.

4.4.1 OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE

Nesta pesquisa, assumimos a função de observador como participante, ou seja, nosso papel de pesquisador era conhecido. Dessa maneira, registramos anotações de campo descrevendo os comportamentos e as atividades realizadas pelos participantes.

Nesse sentido, para Vianna (2007, p. 12) “ao observador não basta simplesmente olhar. Deve, certamente, saber ver, identificar e descrever diversos tipos de interações e processos humanos”. Nessa perspectiva, Schwartz e Schwartz apud Minayo (2010) definem a observação participante

[...] como um processo pelo qual mantém-se a presença do observador numa situação social, com a finalidade de realizar uma investigação científica. O observador está em relação face a face com os observados e, ao participar da vida deles, no seu cenário cultural, colhe dados. Assim o observador é parte do contexto sob observação, ao mesmo tempo modificando e sendo modificado por este contexto. (p. 273-274).

Com relação as anotações de campo, Creswell (2010, p. 214), acentua que “[...] o pesquisador registra, de uma maneira não estruturada ou semiestruturada [...] as atividades no local da pesquisa”.

De acordo com Vianna (2007),

a observação não-estruturada é com bastante frequência usada como técnica exploratória, em que o observador tenta restringir o campo de suas observações para, mais tarde, delimitar suas atividades, modificando, às vezes, os seus objetivos iniciais, ou determinando com mais segurança e precisão o conteúdo das suas observações e proceder às mudanças que se fizerem necessárias no planejamento inicial. (p. 26-27).

Além disso, para Yin (2001) a importância fundamental das observações é o fato de tratarem os acontecimentos em tempo real e apresentarem o contexto do evento investigado. Ele afirma que

as provas observacionais são, em geral, úteis para fornecer informações adicionais sobre o tópico que está sendo estudado. Se o estudo de caso for sobre uma nova tecnologia, por exemplo, observar essa tecnologia no ambiente de trabalho prestará uma ajuda inestimável para se compreender os limites ou os problemas dessa nova tecnologia. (YIN, 2001, p. 115).

Assim, as observações nos auxiliaram na compreensão de como os participantes resolvem problemas conjuntamente, utilizando a RE nas aulas de matemática.

4.5 PLANEJAMENTO DAS OFICINAS

De posse do aporte teórico apresentado anteriormente, buscamos preparar as oficinas para a participação dos alunos. Foram planejadas duas oficinas, cada uma com três horas de duração. Elaboramos as oficinas com o objetivo de coletar dados e buscar a compreensão de como abordar ângulos e proporcionalidade em um trabalho colaborativo utilizando a Robótica Educacional no 8º ano do ensino fundamental.

Cabe ressaltar, neste momento, que “as situações assim concebidas distanciam-se dos exercícios clássicos, que apenas exigem a operacionalização de um procedimento conhecido”. (PERRENOUD, 2000, p. 25). Pensando nisso, procuramos mais do que ensinar um conteúdo, mas relacionar os conteúdos a objetivos, dentro de situações de aprendizagens¹¹.

Visando ao protagonismo dos participantes, planejamos essas oficinas com 3 equipes, cada uma composta por 4 integrantes. Dessa forma, eles podem desenvolver suas ideias, discutir soluções e propor questionamentos. Os participantes escolheram nomes para as equipes, que ficaram assim denominadas: *beta*, *pi* e *phi (fi)*. Pequenos grupos de trabalho possibilitam a participação de todos os envolvidos, de acordo com as autoras Elizabeth G. Cohen e Rachel A. Lotan:

Grupos de quatro ou cinco membros parecem ser ideais para a discussão produtiva e para a colaboração eficiente. Esse tamanho permite que os membros estejam em proximidade física para ouvir as

¹¹ A expressão “situações de aprendizagem” é utilizada nesta dissertação sob a ótica de Perrenoud (2000). Para o autor essa expressão “acentua a vontade de conceber situações didáticas ótimas, inclusive e principalmente para os alunos que não aprendem ouvindo lições.” (PERRENOUD, 2000, p. 25).

conversas e sejam capazes de estabelecer contato visual com qualquer outro colega. Se o grupo for maior, há chances de que um ou mais alunos sejam quase inteiramente deixados de fora da interação. (2017, p. 67).

Dessa maneira, ensinamos aos participantes desta pesquisa um conviver e um expressar-se conforme suas experiências de aprendizagem, tornando-os aptos a:

Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza. (BRASIL, 2017, p. 10).

As oficinas foram planejadas de acordo com o material disponível na escola pesquisada, ou seja, lançando mão da disponibilidade de kits LEGO® MINDSTORMS Education EV3 e notebooks com a linguagem de programação própria do EV3 instalada.

O kit EV3 é uma solução STEM interdisciplinar e prática que envolve alunos e professores, fornecendo os recursos para projetar, construir e programar suas criações, podendo ajudá-los a desenvolver habilidades essenciais, como criatividade, pensamento crítico, colaboração e comunicação.

Apresentamos, na figura a seguir, o Kit LEGO® MINDSTORMS *Education* EV3:

Figura 4 - Kit LEGO® MINDSTORMS Education EV3



Fonte: Lego Education (2019).

Ele é composto por:

a) Blocos de construção LEGO®;

b) Motores e 5 Sensores (giroscópio, ultrassônico, de cor e dois de toque);

c) Bloco EV3, um computador programável, compacto e potente, que torna possível controlar motores e coletar *feedback* dos sensores utilizando o software de programação e registro de dados;

d) RoboLab, um software de programação em blocos para ambientes gráficos, cuja finalidade é desenvolver os programas de movimentação e interação autônoma dos modelos robóticos montados. Tudo isso em um ambiente intuitivo, baseado em ícones, com usabilidade simples e natural.

Dentre os componentes do LEGO® MINDSTORMS *Education* EV3 podemos destacar como o mais importante o bloco EV3. Trata-se de um controlador com processador ARM9 de 300 MHz(mega-hertz) que funciona como o “cérebro” dos artefatos robóticos que são desenvolvidos.

O bloco EV3 dispõe de importantes recursos e funcionalidades necessários ao desenvolvimento dos artefatos como: 64 MB de memória RAM, 16 MB de memória Flash interna e suporte de expansão para cartões micros; display de LCD: 178 x 128 pixels; porta USB 2.0; portas GPIO (*General Purpose Input/Output*) contendo 4 entradas e 4 saídas, o que proporciona a conexão de até 4 *bricks* (blocos componentes); e, alto falante.

Cada oficina foi dividida em três momentos: apresentação, desenvolvimento e conclusão. No primeiro momento, contextualiza-se o tema principal, dialogando, pesquisando e discutindo aspectos ligados àquele tema, como sua evolução histórica, tecnologias presentes e inovações existentes; nesse momento, o pesquisador propõe a construção de um robô. Para isso, foi elaborado um tutorial de montagem, feito no programa Studio 2.0¹², onde é possível construir, renderizar e criar instruções. O tutorial foi elaborado a partir do Manual de Montagens¹³ do Programa de educação tecnológica Conecta.

O momento do desenvolvimento foi planejado para que os participantes da pesquisa montem e programem o robô. Os principais conceitos de programação abordados incluem: execução de sequências, ordenação, lógica, instruções condicionais, repetição e depuração. O computador pode ser utilizado de forma

¹² Disponível em: <https://studio.bricklink.com/v2/build/studio.page>. Acesso em: 03 nov. 2019.

¹³ Manual que orienta aos alunos e professores sobre a montagem de modelos robóticos. Faz parte do programa **Conecta Educação Tecnológica, da Rede de Escolas SESI**, com foco nas áreas de STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática).

instrucionista, possuindo a função de “entregar” as informações solicitadas, ou pode ser utilizado num caráter construcionista, em que o aluno irá interagir com o computador, inclusive “ensinando” as ações que o dispositivo deve tomar por meio de estratégias e conteúdos. Valente (2001) apresenta um ciclo de elementos que constituem a aprendizagem por meio do computador em uma abordagem construcionista:

Primeiro, a interação com o computador na programação requer a **descrição** de uma ideia em termos de uma linguagem formal e precisa. Esta descrição permite ao aluno representar e explicitar o nível de compreensão que possui sobre os diferentes aspectos envolvidos na resolução do problema. Segundo, o computador **executa** fielmente a descrição, fornecendo uma resposta imediata e desprovida de qualquer animosidade ou afetividade que possa haver entre o aluno e o computador. O resultado obtido é fruto somente do que foi solicitado à máquina. Terceiro, o resultado obtido serve como objeto de **reflexão** sobre o que foi solicitado ao computador. Finalmente, se o resultado não corresponde ao que era esperado, o aluno tem que **depurar** a ideia original, adquirindo novos conteúdos ou estratégias. (p. 2).

Nesse momento, além da aprendizagem durante a programação, os participantes podem interagir entre si e com o pesquisador, que age como um mediador, tornando cada etapa da oficina uma interação que amplia a experiência e possibilita novas aprendizagens. Perrenoud (1999) esclarece que:

O professor não está ali para atender a qualquer preço as demandas dos alunos. A negociação é uma forma não só de respeito para com eles, mas também um desvio necessário para implicar o maior número possível de alunos em processos de projeto ou solução de problemas. Isso, é óbvio, só funciona se o poder for realmente partilhado e se o professor escutar as sugestões e as críticas dos alunos, lidando corretamente com as situações. (p. 68).

Para o momento final de cada oficina, foi planejada uma lista de perguntas e sugestões de atividades, proporcionando uma retomada de discussões, a fim de chegarem juntos a uma solução satisfatória para a equipe.

Elaboramos um cronograma conforme o quadro 4 a seguir:

QUADRO 4 - Cronograma das oficinas

Projeto/ Oficina	Conteúdos curriculares	Data	Horas/aula (50 min)
Carro Robótico	Ângulo (Rotação). Medidas. Proporcionalidade.	25/04/2019	3
Robô Desenhista	Figuras geométricas planas; ângulo interno e ângulo externo em triângulos.	28/05/2019	3

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Ressaltamos que os participantes conheceram apenas, previamente, a data e tempo de cada oficina. Assim, o projeto a ser desenvolvido foi apresentado somente no dia de cada encontro e os conteúdos curriculares emergiram durante o desenvolvimento de cada projeto.

A seguir apresentamos alguns aspectos da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), que nos orientaram na elaboração das oficinas.

4.5.1 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS (ABP) E AS OFICINAS DE RE

A aprendizagem atua por uma constante reorganização e reconstrução da experiência buscando constituir uma relação entre os saberes e a vida (BIELUCZYK; CASAGRANDE, 2015), intentamos esse aspecto ao elaborar e organizar as oficinas.

A ABP nos possibilitou aprofundar a reflexão a respeito de criar situações de aprendizagem em que os alunos buscam resolver um problema.

Compreendemos a ABP como uma metodologia de ensino, de acordo com Bender (2014):

A ABP pode ser definida pela utilização de projetos autênticos e realistas, baseados em uma questão, tarefa ou problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos alunos no contexto do trabalho cooperativo para a resolução de problemas. (p. 15).

A ABP é um método de aprendizagem ativa, cujo objetivo é mobilizar os alunos na aquisição de conhecimentos, habilidades e competências por meio da investigação com propósitos à realização de uma atividade real e planejada. (MARKHAM; LARMER; RAVITZ, 2008), (MASSON et al, 2012).

Uma das características mais importantes da ABP que adotamos ao elaborar as oficinas é o fato de ser voltada para a resolução da questão orientadora, ou seja, um problema ou pergunta que conduzirá as atividades de aprendizagem. (HELLE et al, 2006). Assim, após uma conversa inicial com os participantes, propomos desafios para as equipes resolverem.

Esses desafios propostos desdobram-se em problemas que surgem no decorrer das oficinas, de acordo com os questionamentos e desenvolvimentos que emergem durante o processo de solução. Assim, “sendo a educação o resultado de uma interação por meio da experiência e do organismo com o meio ambiente, a direção da atividade educativa é intrínseca ao próprio processo da atividade.” (WESTBROOK, 2010, p. 43).

Uma vez que permite o desenvolvimento de habilidades na resolução de problemas e na busca de soluções por meio da discussão em equipe (BENDER, 2014), a ABP nos auxiliou na elaboração das oficinas principalmente na escolha dos desafios, deixando espaço para que os participantes ampliassem o escopo do desafio inicial.

O Quadro 5 apresenta as características essenciais da ABP:

QUADRO 5 - Características da Aprendizagem Baseada em Projetos

CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
Desafio Intelectual e Solução	Os alunos aprendem profundamente, pensam criticamente e se esforçam para atingir a excelência.
Autenticidade	Os alunos trabalham em projetos que são relevantes e significativos para sua cultura, suas vidas, e seu futuro.
Produto Público	O trabalho dos alunos é exibido, discutido e criticado publicamente.

Colaboração	Os alunos colaboram com outros alunos pessoalmente ou online e / ou recebem orientação de mentores adultos e especialistas.
Gerenciamento de Projetos	Os alunos usam um processo de gerenciamento de projetos que lhes permite prosseguir com eficácia desde o início do projeto até a conclusão.
Reflexão	Os alunos refletem sobre seu trabalho e sua aprendizagem ao longo do projeto.

Fonte: Adaptado de Mergendoller (2018).

A partir dessas características buscamos elaborar as oficinas nos três momentos citados na subseção anterior: apresentação, desenvolvimento e conclusão.

Elaboramos as oficinas tendo como base o material LEGO® MINDSTORMS EV3, esse material possibilita um trabalho inter e transdisciplinar. Inspirados na estrutura da ABP propomos atividades para que os participantes pudessem utilizar conhecimentos de matemática, física ou outras áreas do conhecimento, à medida que pesquisavam sobre o tema proposto.

De acordo com Bacich e Holanda (2020):

Em projetos *interdisciplinares*, existem etapas mais estruturadas para que o estudante crie a conexão entre as habilidades das áreas envolvidas no projeto. As etapas costumam ser desenhadas pelo professor, para auxiliar os estudantes a criar alguma solução, considerando um contexto autêntico, um problema ou uma questão norteadora. (p. 78).

Assim, preparamos algumas etapas para que os participantes conseguissem resolver o desafio proposto. Cabe ressaltar que esse trajeto proposto por nós é flexível, permitindo que caminhos alternativos para resolução dos problemas fossem discutidos e traçados. Deste modo, os participantes tiveram liberdade para pesquisar na internet, livros, trocar ideias com os outros colegas e buscar uma possível resposta.

Ao se referirem aos elementos da interdisciplinaridade e sua relação com a transdisciplinaridade Bacich e Holanda (2020) afirmam:

Em projetos *transdisciplinares*, temos também esses elementos, porém os limites de aplicação dos conhecimentos das áreas não são tão claros. (...) o conhecimento parte da própria necessidade, e não se estabelece uma divisão de trabalho por disciplinas, e sim pelos conhecimentos fundamentais que serão necessários para desenvolver determinado tema. (p. 78).

Deste modo preparamos as oficinas de maneira a proporcionar um ambiente em que os participantes pudessem buscar a solução do problema, seja pesquisando, construindo o robô ou programando-o para realizar as atividades, sem uma divisão específica de tarefas, ou seja, a solução pode ser desenvolvida com a participação de todos, incluindo diversos pontos de vista e diversos conhecimentos, seja de matemática, física, engenharia, etc.

Na subseção a seguir, apresentamos o planejamento da primeira oficina. Assim, poderemos observar a organização que nossa investigação seguiu.

4.5.2 PRIMEIRA OFICINA: CARRO ROBÓTICO

Em nossa primeira oficina, propusemos que os alunos construíssem e programassem um carro, utilizando o kit EV3 disponível na escola. Dessa maneira, preparamos uma imagem de um carro, conforme a figura 5, a fim de oferecer aos alunos uma oportunidade de visualizar a imagem final da construção.

Figura 5 - Carro Robótico



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Como objetivos para essa oficina, destacamos:

- Compreender o conceito de ângulo e sua aplicação no contexto tecnológico;
- Utilizar noções dos conceitos básicos de proporcionalidade para resolver problemas ligados à tecnologia;
- Proporcionar um ambiente de trabalho colaborativo, onde os alunos contribuam na interpretação de situações-problema, elaboração de estratégias de resolução e na sua validação.

Inicialmente, lemos e discutimos um texto sobre carros autônomos¹⁴, abrindo a oficina com a participação de todos, contextualizando o tema e trazendo para esse momento assuntos que motivam os participantes, pois “o que é aprendido, sendo aprendido fora do lugar real que tem na vida, perde com isso seu sentido e seu valor.” (DEWEY, 1954, p. 18).

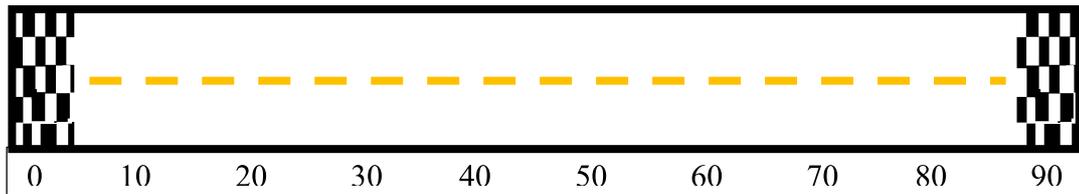
De acordo com os autores Tinoco, Schliemann e Carraher (1997), a aplicação do conceito de proporcionalidade nas escolas limita-se, quase que exclusivamente, à utilização da regra de três, baseando-se apenas nas propriedades de razões equivalentes. Nesta oficina buscamos ampliar a abrangência dessa aplicação.

Segundo Kenski (2012), as tecnologias devem ser integradas ao ambiente escolar e não serem apenas um apêndice ao processo. Os robôs podem ser utilizados em sala de aula, não necessitando outro ambiente, como laboratórios de informática, onde diversas vezes os alunos não se tornam conscientes de que o processo de ensino e aprendizagem está acontecendo naquele local.

Após uma breve conversa com os participantes sobre automóveis – sua história e inovações recentes como o carro autônomo – propomos um desafio: construir um carro utilizando o kit EV3 e programá-lo para se deslocar no chão e percorrer uma “avenida”, conforme observamos a figura 6:

¹⁴ Disponível em: <https://transformacaodigital.com/tecnologia/o-estado-dos-carros-autonomos-em-2019/>. Acesso em: 10 mai. 2019.

Figura 6 - Modelo de "avenida"



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Em seguida, os participantes fizeram uma pista no chão, utilizando fita isolante e fita métrica, conforme as figuras 6 e 7: um modelo de avenida na sala de aula para que pudessem colocar o carro, que deveria percorrer o trajeto até o fim da avenida. Eles mediram o comprimento total da pista e o tempo que o robô levou para percorrer todo o percurso e parar na linha de chegada.

Figura 7 - Participante iniciando o robô



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Figura 8 - Participante observando o movimento do robô



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Elaboramos um tutorial (Apêndice B) para auxiliá-los na construção, e planejamos algumas mediações. Com o intuito de explicar nosso planejamento de forma clara, apresentamos os blocos de programação utilizados nessa oficina.

O primeiro bloco está representado na figura 9. Ele tem a função de mover o robô.

Figura 9 - Bloco mover direção



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

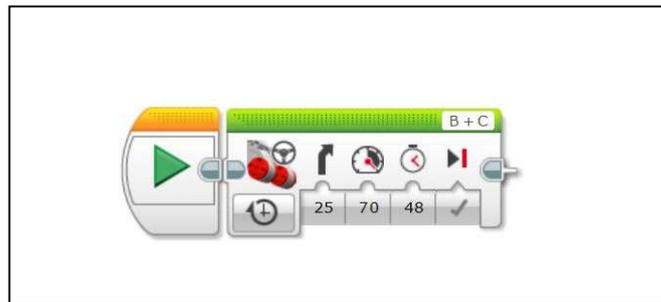
O campo **Mover Direção**  é usado para definir esse bloco como desativado ou ativado. Ele também determina como as unidades de movimento serão definidas. Desligado  ligado , ligado para segundos , ligado para graus , ligado para rotações .

O campo **Direção** ↑ determina o quanto o robô irá girar enquanto se desloca. O intervalo é qualquer número entre -100 (↶ giro totalmente para a esquerda sem avançar) para +100 (↷ giro totalmente para a direita sem avançar).

O campo **Potência** 🚦 determina a quantidade da energia total (100) que o robô usará durante a movimentação.

A fim de exemplificar a utilização desse bloco, apresentamos na figura 10 um exemplo:

Figura 10 - Exemplo de programação



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Esse bloco está configurado para indicar que a direção do movimento do robô está ligada para segundos. Ele estará dirigindo 25/100, a potência será 70%, o robô se moverá por 48 segundos, e ele irá seguir se movendo livremente quando terminado o programa.

Propusemos uma atividade que consistia em programar o robô para se deslocar, tendo como base o número de rotações (ou a medida em graus do motor) para atingir determinada distância.

As mediações sugeridas tratam do bloco ligado para rotações, conforme a figura 11 a seguir:

Figura 11 - Bloco Ligado para Rotações

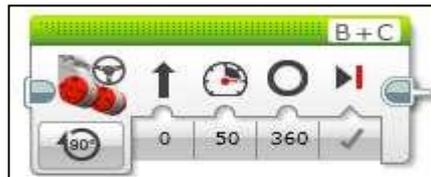


Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Ligado para rotações aciona ambos os motores, aguarda até que um deles tenha girado o número de rotações presente na entrada, e depois desliga ambos os motores. Isso pode ser usado para fazer com que o robô percorra uma distância específica ou gire em uma quantidade específica.

Mas o mesmo pode ser feito para o bloco ligado para graus, de acordo com a figura 12 abaixo:

Figura 12 - Bloco Ligado para Graus



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Ligado para graus aciona ambos os motores, aguarda até que um deles tenha girado pelo número de graus de rotação presente na entrada graus, e depois desliga ambos os motores. Isso pode ser usado para fazer com que o robô percorra uma distância específica ou gire em uma quantidade específica. A medida 360 graus de rotação corresponde a um giro completo do motor.

Após construir e programar o carro robótico, os participantes receberam uma lista de perguntas e sugestões elaboradas por este autor, visando complementar a coleta de dados. Apresentamos o quadro 6 onde definimos algumas questões e seus objetivos.

QUADRO 6 - Questões e objetivos - 1ª oficina

QUESTÕES

1) Programe seu carro para mover com 1 rotação, qual foi a distância percorrida (meça com sua fita métrica)? Agora modifique seu bloco mover direção ligado para graus e programe-o com 360° , qual foi a distância percorrida (meça com sua fita métrica)? Existe alguma relação?

3) Sem a utilização do robô responda: Se o motor estivesse programado para usar 3600° qual seria a distância, em centímetros, que o robô teria percorrido?

4) Observe a figura



Para se deslocar 30 cm qual deve ser o número de rotações? E de graus?

OBJETIVO: Utilizar conceitos básicos de proporcionalidade em um novo contexto, para resolver problemas ligados à tecnologia;

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

No quadro 7 apresentamos as questões 2 e 5 e seus objetivos:

QUADRO 7 - Questões e objetivos - 1ª oficina

Questões:

2) 1 rotação corresponde a que distância percorrida pelo carro (meça com sua fita métrica)? E se forem 3 rotações, o que acontece com a distância percorrida?

Objetivo: Compreender o conceito de proporcionalidade e verificar na prática as medidas.

5) Quais conceitos matemáticos vocês utilizaram para solucionar os desafios (Percurso livre e percurso com linha de chegada)? Como fizeram para o veículo parar na linha preta?

Objetivo: Refletir sobre sua própria aprendizagem e expor o que foi pensado.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Terminamos nossa primeira oficina ouvindo os participantes e guardando os kits nos armários.

4.5.3 SEGUNDA OFICINA: ROBÔ DESENHISTA

Na segunda oficina, convidamos as equipes para que construíssem e programassem um robô desenhista, utilizando o kit EV3 disponível na escola. Por conseguinte, elaboramos uma imagem do robô, segundo a figura 13, com o propósito de oferecer aos participantes uma oportunidade de visualizar a imagem final da construção.

Figura 13 - Robô Desenhista



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Como objetivos para essa oficina, evidenciamos:

- Construir um robô que faça desenhos e se movimente utilizando dois motores;
- Discutir a construção de ângulos, utilizando conhecimentos tecnológicos;
- Programar o robô desenhista, para que ele faça figuras geométricas;
- Compreender os comandos do ícone de programação mover direção, que possibilita o controle de dois motores simultaneamente.

Ao pensar em motivar os participantes da pesquisa, assistimos ao vídeo “Escher e a geometria”¹⁵. O vídeo produzido pela Nova Escola aborda a relação entre a obra do famoso artista holandês Maurits Cornelis Escher e a geometria.

Em seguida, foram propostas a montagem e a programação de um robô que pudesse fazer desenhos das formas geométricas planas observadas no vídeo. Elaboramos um tutorial (apêndice) para auxiliá-los na construção e planejamos algumas mediações. Disponibilizamos exemplos de programação para que o robô desenhasse um quadrado, um círculo e um triângulo.

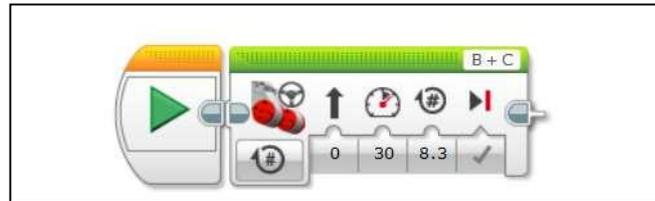
O robô deveria ser montado de modo a conduzir uma caneta própria para escrever em quadro branco, com a qual se faria o desenho. Esse robô se locomoveria na superfície plana do próprio quadro branco, que foi utilizado na horizontal, como uma mesa, na qual foram testados os diversos movimentos e sobre a qual os

¹⁵Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=6aRFy73cZxY&t=315s>. Acesso em: 28 mai. 2019.

desenhos foram sendo feitos à medida que o robô obedecia aos comandos programados pelos alunos.

O principal ícone de programação utilizado pelas equipes nessa oficina foi o mover volante, que possibilita a distribuição de potências entre os dois motores do robô, resultando em movimentos em linha reta ou em curvas de diferentes raios. Apresentamos algumas configurações desse ícone na figura 14:

Figura 14 - Ícone mover volante caminhar em linha reta

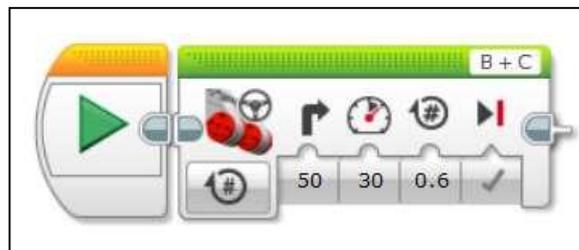


Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Na configuração apresentada acima, o robô caminha em linha reta, e os motores, com potência 30, funcionam por 8,3 segundos.

Verifica-se, na figura 15 a seguir, uma configuração do ícone mover volante em que o robô faz uma curva de 90°, e os motores, com potência 30, funcionam por 0.6 segundos.

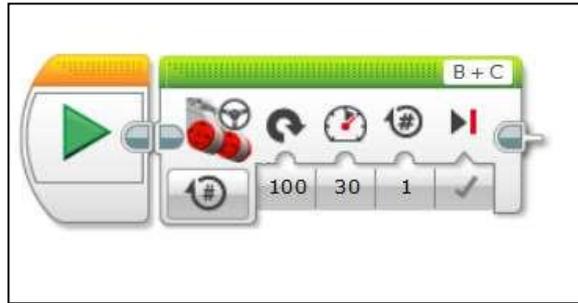
Figura 15 - Ícone mover volante curva em 90°



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Apresentamos abaixo o ícone da figura 16. Nessa figura, o robô gira em torno de um ponto, com potência de 30, durante 1 segundo, sem sair do lugar.

Figura 16 - Ícone mover volante giro sem sair do lugar



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Ao término da construção e programação do robô desenhista, os participantes receberam um questionário e algumas sugestões elaboradas por este autor, a fim de integrar a coleta de dados. Apresentamos o quadro 8 onde definimos algumas questões e seus objetivos.

QUADRO 8 - Questões e objetivos - 2ª oficina

Questões

- 1) Programe o robô para desenhar um semicírculo e descreva como chegou à solução?
- 2) Como vocês devem programar o robô para que ele desenhe uma semicircunferência?
- 3) Quais os principais ícones de programação sua equipe usou para que o robô desenhasse um quadrado?

OBJETIVOS:

Discutir a construção de ângulos, utilizando conhecimentos tecnológicos e programar o robô para que ele faça figuras geométricas;

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

A seguir, apresentamos no quadro 9 as questões 4, 5 e 6 e seus objetivos:

QUADRO 9 - Questões e Objetivos - 2ª oficina

Questões:

4) Vocês utilizaram algum conhecimento matemático para programar o robô desenhista?

5) Qual desenho foi mais desafiador para vocês programarem o robô? Por quê?

6) Na opinião de vocês, como foi a experiência de resolver problemas de forma colaborativa?

Objetivos:

Refletir sobre o processo de resolução desenvolvido e apresentar a percepção da equipe quanto ao trabalho em equipe.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Na sequência, apresentamos a análise de dados aqui coletados à luz das abordagens teóricas tomadas como referência para o embasamento desta dissertação.

5 ANÁLISE DE DADOS

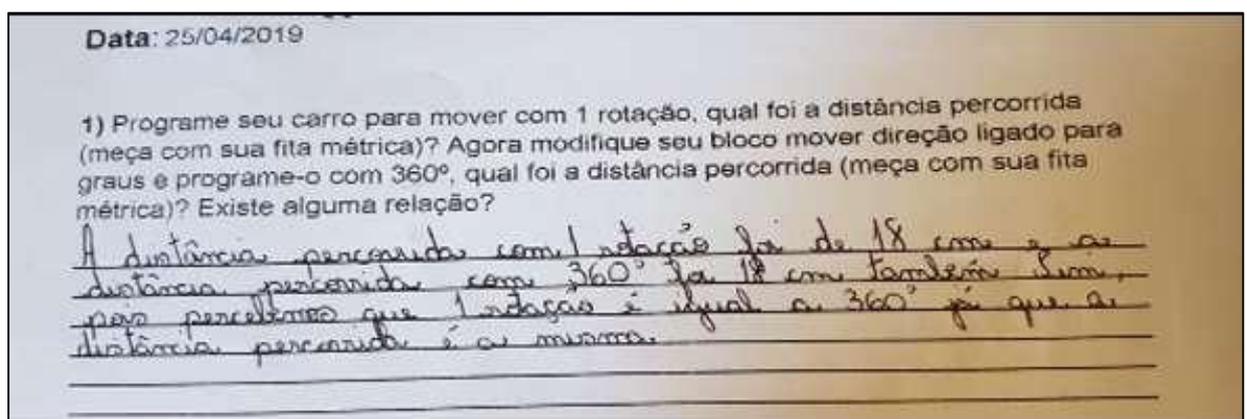
Neste capítulo analisaremos os dados coletados nas oficinas que foram aplicadas na sala de aula da escola pesquisada. Para a análise desses dados foram consideradas as respostas dos participantes ao questionário, a gravação audiovisual e também o diário de campo do pesquisador. Nas subseções a seguir detemo-nos a descrever, interpretar e argumentar as percepções deste pesquisador e dos participantes, que emergiram a partir da análise dos dados coletados.

Ao refletir sobre o processo de pesquisa desenvolvido, e ao deparar-nos na análise dos dados concordamos com Godoi, Bandeira-de-Mello e Silva (2010), os quais afirmam que a abertura à experiência modifica o próprio pesquisador em favor do discurso ou da situação, ou seja, o pesquisador é invadido e construído pela experiência.

5.1 ANÁLISE DE DADOS: 1ª OFICINA

Inicialmente observemos algumas repostas referentes à primeira pergunta de nosso questionário. Na figura 17 apresentamos a resposta de uma equipe à questão 1 de nossa lista.

Figura 17 - Resposta da equipe PHI à primeira questão



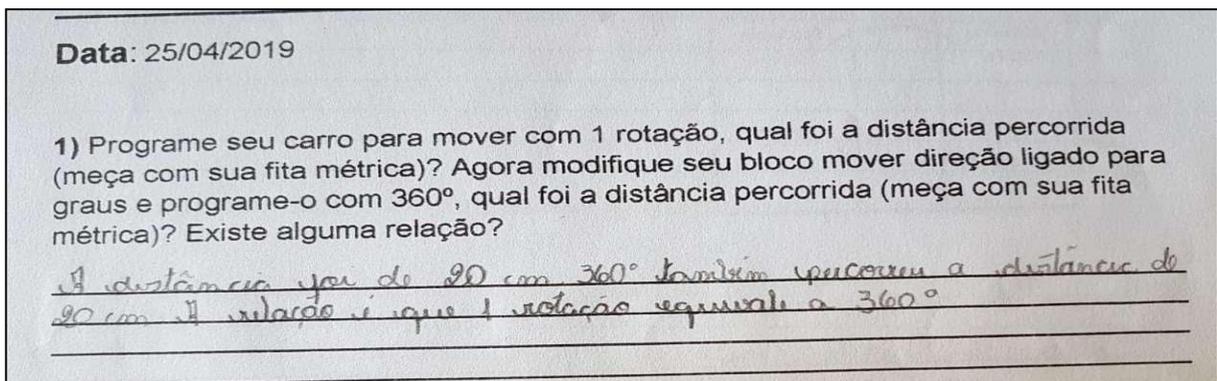
Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Observamos nessa resposta que a equipe PHI forneceu, um desenvolvimento do raciocínio proporcional. De acordo com Lesh, Post e Behr (1988), o raciocínio proporcional é uma forma de raciocínio matemático que compreende um sentimento

de covariação e de comparações múltiplas, bem como a capacidade de armazenar e processar mentalmente várias informações, preocupando-se com inferências, envolvendo em seu entorno métodos qualitativos e quantitativos de pensamento.

Todas as equipes responderam de forma semelhante à primeira questão formulada, como podemos notar na figura 18, que mostra a resposta de outros participantes:

Figura 18 - Resposta da equipe PI à primeira questão



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Observa-se, assim, que há indícios de que a experiência com a RE pode ter levado os alunos à compreensão prática desse do conceito de proporcionalidade em um novo contexto e inferiram respostas mais rápidas para as questões, confrontando-as com o observado na realidade, ou seja, nos movimentos do robô, que foram medidos, filmados e fotografados.

Cabe ressaltar a busca por situações de aprendizagem que possibilitem aos alunos desenvolverem competências e habilidades, e que permitam a apropriação de conceitos matemáticos. Conforme Spinillo (1994),

se de um lado procuramos entender quais as noções que o sujeito possui sobre proporção; do outro lado procuramos também compreender que situações seriam facilitadoras e propiciadoras de desenvolvimento. Tomando como situação a sala de aula, é preciso considerar que experiências de instrução seriam intelectualmente desafiadoras e que permitiriam a apropriação do conceito (objeto de conhecimento) pela criança (sujeito), promovendo assim, seu desenvolvimento. (p. 109).

De acordo com Spinillo (2002), não obstante a diversidade de formas de investigar o conceito de proporção, alguns objetivos são fundamentais: reconhecer a equivalência entre situações distintas; pensar em termos relativos e não em termos absolutos; e estabelecer relações entre relações.

Uma das perguntas propostas às equipes gerou uma interessante discussão. Foi a pergunta número 2, como observamos na figura 19:

Figura 19 - Resposta da equipe PHI à segunda questão

2) 1 rotação corresponde a que distância percorrida pelo carro (meça com sua fita métrica)? E se forem 3 rotações o que acontece com a distância percorrida?

1 rotação corresponde a 18 cm percorridos. Se forem 3 rotações serão 54 cm, pois a distância será triplicada.

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

As equipes responderam prontamente, sem fazer contas, confiando na noção de proporcionalidade entre o número de rotações e a distância percorrida pelo carro, em centímetros. Percebe-se isso na expressão “pois a distância será triplicada”. Contudo, foi solicitado que eles verificassem na prática essa distância percorrida.

Nesse momento, todos ficaram surpresos, pois quando testaram o carro robótico programado para três rotações, verificaram distâncias diferentes de 54 cm: algumas medições passaram desse valor; outras não chegaram a esse valor. Então começaram a discutir entre si sobre qual seria o motivo de não encontrar o valor exato: poeira no pneu do artefato, interferindo no atrito entre o pneu e o chão, ou bateria fraca do bloco EV3; após verificarem essas variáveis, notaram ainda pequenas diferenças, entre 0,5 cm e 1,0 cm.

No exposto acima, os estudantes acreditaram que as variáveis distância e número de rotações deveriam ser proporcionais. Notamos que a ideia de proporcionalidade é importante para os alunos, já que eles escolheram coletar seus dados várias vezes, uma vez que os resultados não foram os esperados.

Apesar das evidências das medições, os estudantes acreditaram que os valores deveriam ser proporcionais. Isso mostra que o conhecimento “dogmático” da

proporcionalidade direta está mais arraigado do que sua confiança na capacidade de realizar experiências com sucesso e, conseqüentemente, negligenciaram a evidência do experimento.

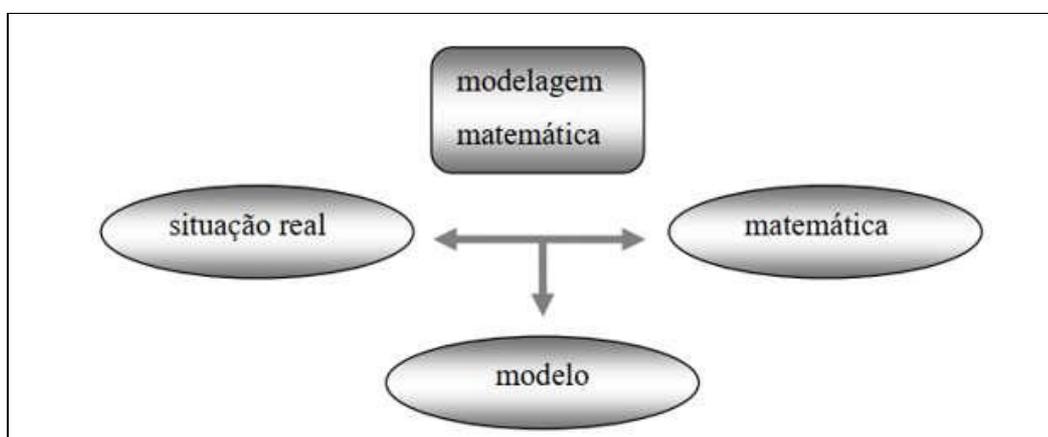
Aqui podemos destacar um potencial da RE: ser uma estratégia de aprendizagem alternativa à matemática tradicionalmente trabalhada na sala de aula. Caso esse problema fosse proposto pelo livro didático a resposta seria o triplo, mas em um contexto real, experimental, outras variáveis vieram à tona, enriquecendo o debate e proporcionando aos alunos reflexões que só foram possíveis devido ao trabalho prático com a robótica.

Essa questão nos levou a refletir sobre a Modelagem Matemática, ela é uma das tendências em Educação Matemática que valoriza a discussão para além da própria matemática, refletindo também sobre variáveis externas à questão. Biembengut define a Modelagem Matemática como um

(...) processo artístico, visto que, para se elaborar uma modelo, além de conhecimento de matemática, o modelador precisa ter uma dose significativa de intuição e criatividade para interpretar o contexto, saber discernir que conteúdo matemático melhor se adapta e também ter senso lúdico para jogar com as variáveis envolvidas. (2009, p. 11).

Percebemos que os participantes usaram seus conhecimentos matemáticos para inferir uma resposta a partir de um modelo pré-estabelecido de pensamento (“pois a distância será triplicada”). A figura 20 nos ajuda a pensar sobre a Modelagem Matemática como uma conexão entre situações reais e a matemática.

Figura 20 - Modelagem Matemática como conexão entre situações reais e a matemática



Fonte: Biembengut (2007).

Quando confrontados com a situação real, verificaram que era preciso discutir outras variáveis e que o pensamento proporcional auxiliou a uma aproximação do resultado real, ou seja, para explicar o fenômeno (problema), formularam uma hipótese explicativa a partir dos dados iniciais (1 rotação = 18 cm) e construíram um modelo pelo qual buscaram descrever a solução. Ao se depararem com outra resposta, levantaram discussões sobre alguns fenômenos que pudessem agir sobre seus modelos e reavaliaram suas respostas. Como alguns desse fenômenos não eram objetos de estudo dessa pesquisa, apenas tangenciamos-nos, por exemplo, condições do pneu (alguns mais novos enquanto outros usados), atrito do pneu com a superfície, partículas de poeira, nível de energia da bateria do bloco EV3, etc.

Ressaltamos que a atividade proporcionou uma maior flexibilidade para resolver o problema, assim como Barbosa (2001) destaca:

Modelagem pode ser entendida em termos mais específicos. Do nosso ponto de vista, trata-se de uma oportunidade para os alunos indagarem situações por meio da matemática sem procedimentos fixados previamente e com possibilidades diversas de encaminhamento. (p. 5).

Deste modo, a segunda questão possibilitou reflexões para além de típicos exercícios aplicados na sala de aula.

Outro ponto que desatacamos é que o uso de artefatos na aula de matemática (fita métrica, robôs, notebooks) associados a uma metodologia de trabalho onde os alunos podem se levantar, medir, programar o computador e experimentar dados, ajudou os alunos a construir e reconstruir o significado do conceito de proporcionalidade, apresentar seu artefato em funcionamento, algo que está ligado à ideia de construcionismo. A importância de apresentar sua construção é que “o produto pode ser mostrado, discutido, examinado, sondado e admirado. Ele está lá fora.” (PAPERT, 2008, p. 137).

Outra questão importante a ressaltar, nessa oficina, foi a resposta dada por todas as equipes à questão de número 5, conforme podemos observar a seguir, na figura 21:

Figura 21 - Resposta da equipe PHI à quinta questão

5) Quais conceitos matemáticos vocês utilizaram para solucionar os desafios (Percurso livre e percurso com linha de chegada)? Como fizeram para o veículo parar na linha preta?

Os conceitos matemáticos que nós utilizamos foram propor-
cionalidade e ângulos. Para que o veículo parasse na linha
preta utilizamos o sensor de cor.

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A equipe PHI respondeu que utilizaram proporcionalidade e ângulos, para resolver os desafios e, para que o carro robótico parasse, usaram o sensor de cor do conjunto EV3.

Resposta análoga observa-se com a equipe PI, conforme a figura 22:

Figura 22 - Resposta da equipe PI à quinta questão

5) Quais conceitos matemáticos vocês utilizaram para solucionar os desafios (Percurso livre e percurso com linha de chegada)? Como fizeram para o veículo parar na linha preta?

Os conceitos que usamos foi proporcionalidade e ângulo. Uti-
lizamos o sensor de cor.

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A equipe BETA, de forma semelhante, registra:

Figura 23 - Resposta da equipe BETA à quinta questão

5) Quais conceitos matemáticos vocês utilizaram para solucionar os desafios (Percurso livre e percurso com linha de chegada)? Como fizeram para o veículo parar na linha preta?

Ângulos e proporcionalidade. Nós fizemos o veículo parar na linha
preta utilizando o sensor de cor.

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Ao analisar essas respostas, vindas de equipes diferentes, sobre os conceitos matemáticos aplicados na construção e programação de um artefato, é importante lembrar que:

Transformar ciência em conhecimento utilizado tem implicações epistemológicas porque permite maneiras mais ricas de pensar sobre o conhecimento do que uma epistemologia verdadeiro falso baseada na autoridade. O conhecimento torna-se valorizado por ser útil, por ser possível compartilhar com outras pessoas e por combinar com o estilo pessoal do indivíduo. (PAPERT, 2008, p. 173).

Durante a oficina, os participantes se manifestaram a fim de resolver os problemas. Em nenhum momento, este pesquisador lhes sugeriu algum conceito matemático ou escolheu algum participante específico para solucionar as questões; eles próprios buscaram/construíram, conjuntamente, suas soluções. Não podemos deixar de destacar também que devido às questões respondidas anteriormente os alunos podem ter inferido qual conceito utilizar para responder a essa questão.

Nesse ponto, Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015) afirmam que

O papel ativo do professor como *design* de caminhos, de atividades individuais e de grupo é decisivo e o faz de forma diferente. O professor se torna cada vez mais um gestor e orientador de caminhos coletivos e individuais, previsíveis e imprevisíveis, em uma construção mais aberta, criativa e empreendedora. (p. 9).

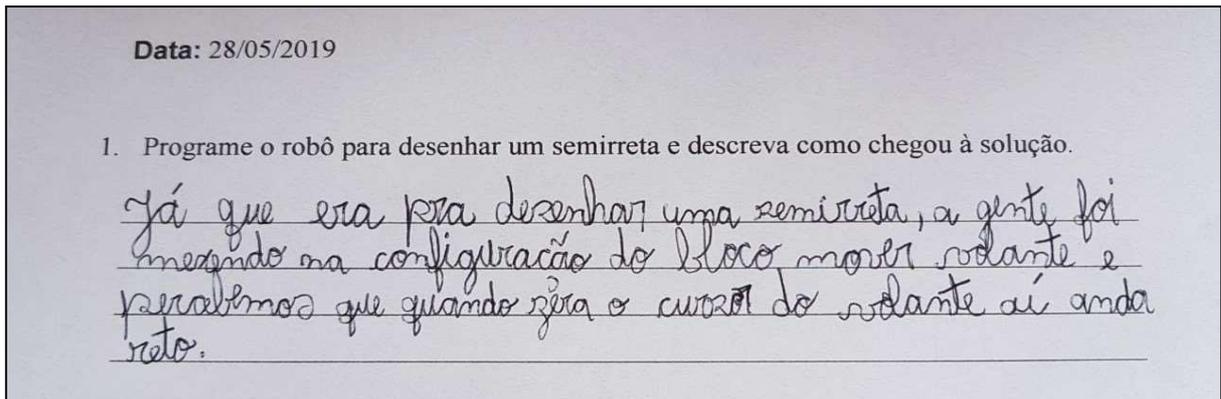
Ao observar essa oficina notamos que os participantes desenvolveram a colaboração conforme um dos objetivos da ABP, ao longo do encontro eles puderam realizar escolhas, organizar a divisão do trabalho e tomar decisões em conjunto.

5.2 ANÁLISE DE DADOS: 2ª OFICINA

Após assistir ao vídeo “Escher e a geometria” e discutir sobre a presença de figuras geométricas no cotidiano, como, por exemplo, nas artes, na construção civil e nas marcações em quadras esportivas e campos, foi informado aos alunos que eles poderiam começar a construção do artefato, o robô desenhista. Para isso, oferecemos um tutorial (Apêndice C) mostrando todos os passos dessa construção.

Em seguida, foi proposto às equipes que programassem seu robô para traçar uma semirreta e que também descrevessem essa programação. Observa-se, na figura 24, a resposta de uma equipe; respostas semelhantes deram as outras equipes pesquisadas.

Figura 24 - Resposta de uma equipe à primeira questão - Robô Desenhista



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Notamos, nessa resposta, que a equipe não sabia de imediato como fazer. Mas os alunos foram testando a programação e observando o resultado obtido, refazendo o processo até que o robô desenhasse uma semirreta. É importante destacar o trabalho de Papert (2008), o qual aponta que a tecnologia não somente aperfeiçoaria a aprendizagem escolar, mas também auxiliaria a encontrar maneiras diferentes de pensar e de apreender. Os participantes buscaram sua forma de apreender, independente de respostas prontas.

Manifesta-se nessa resposta uma visão diferente do erro, aqui ele é compreendido como uma fonte de aprendizagem. (VALENTE, 2005). Destacamos que durante a realização dessa atividade proposta, os participantes foram capazes de explicar o processo de programação pensado na situação de erro, o que favoreceu a encontrar a resposta, uma vez que não ficaram “presos” ou desmotivados pelo erro. Conforme Valente (2005),

o processo de achar e corrigir o erro constitui uma oportunidade única para o aluno aprender sobre um determinado conceito envolvido na solução do problema ou sobre estratégias de resolução de problemas. O aluno pode também usar seu programa para relacionar com seu pensamento em um nível metacognitivo. Ele pode analisar seu programa em termos de efetividade das idéias, estratégias e estilo de

resolução de problema. Nesse caso, o aluno começa a pensar sobre suas próprias idéias (abstração reflexiva). (p. 53).

Não encontrar a resposta para que o robô traçasse uma semirreta foi visto apenas como uma tentativa, uma possibilidade testada, verificada e corrigida.

Revela-se a partir da análise dessa questão, similaridades com o ciclo de ações na interação aprendiz-computador proposto por Valente (2005). Este ciclo apresenta as ações de descrição, execução, reflexão e depuração. O autor explica o ciclo a partir da criação de um programa para resolver um problema utilizando a linguagem de programação Logo. Para ele,

O desenvolvimento de um programa se inicia com uma ideia de como resolver o problema. Essa ideia é passada para o computador na forma de uma sequência de comandos do Logo, ou seja, essa ação implica na descrição da solução do problema usando comandos do Logo. O computador, por sua vez, promove a execução desses comandos, produzindo um resultado. O aluno, baseado no resultado obtido pode realizar a ação de reflexão sobre o que ele obteve e o que intencionava, acarretando diversos níveis de abstração (...)

A depuração pode ser em termos de alguma convenção da linguagem de programação, sobre um conceito envolvido no problema em questão, ou ainda sobre estratégias sobre como usar o conceito ou sobre como explorar os recursos tecnológicos. A depuração implica uma nova descrição e, assim, sucessivamente, ou seja, descrição-execução-reflexão-depuração-novadescrição. (VALENTE, 2016, p. 871-872).

Destacamos algumas ações desse ciclo em nossa oficina, a **descrição** pôde ser percebida como uma consequência dos procedimentos desenvolvidos para que o robô desenhasse uma semirreta, ou seja, por meio dos comandos de programação pensados pela equipe para resolver o problema. A **execução** se deu no momento em que os participantes “rodaram” o programa no robô construído esperando o resultado almejado. Os participantes foram observando os movimentos do robô e a programação que estava na tela do notebook, essa observação atenta é seguida de uma **reflexão** sobre o que estava acontecendo. De acordo com Valente (2005),

O processo de refletir sobre o resultado de um programa de computador pode acarretar uma das seguintes ações alternativas: ou o aluno não modifica o seu procedimento porque as suas idéias iniciais sobre a resolução daquele problema correspondem aos resultados apresentados pelo computador, e, então, o problema está resolvido;

ou depura o procedimento quando o resultado é diferente da sua intenção original. (p. 53).

Ao refletir sobre a **depuração** em situações de interação aprendiz-computador, no contexto da linguagem Logo, linguagem essa que foi precursora do RoboLab, software de programação que utilizamos nessa pesquisa, Valente (2005) afirma:

A **depuração** pode ser em termos de alguma convenção da linguagem Logo, sobre um conceito envolvido no problema em questão (o aluno não sabe sobre ângulo), ou ainda sobre estratégias (o aluno não sabe como usar técnicas de resolução de problemas). (p. 53).

Assim, por meio da observação do pesquisador e da resposta dos participantes, notamos que ao depurar a ideia inicial, novas estratégias surgiram no decorrer do processo de solução do problema.

Ao analisar os dados coletados nessa oficina, o engajamento dos participantes emergiu como um importante fator no desenvolvimento e construção de saberes. A figura 25 apresenta uma participante verificando o robô desenhista traçando semirretas de acordo com a programação de sua equipe. Nota-se a alegria da participante enquanto o robô faz o planejado, ou seja, o aprendizado é prazeroso e desperta a atenção para a tecnologia aplicada à educação.

Figura 25 - Participante observando o Robô Desenhista



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

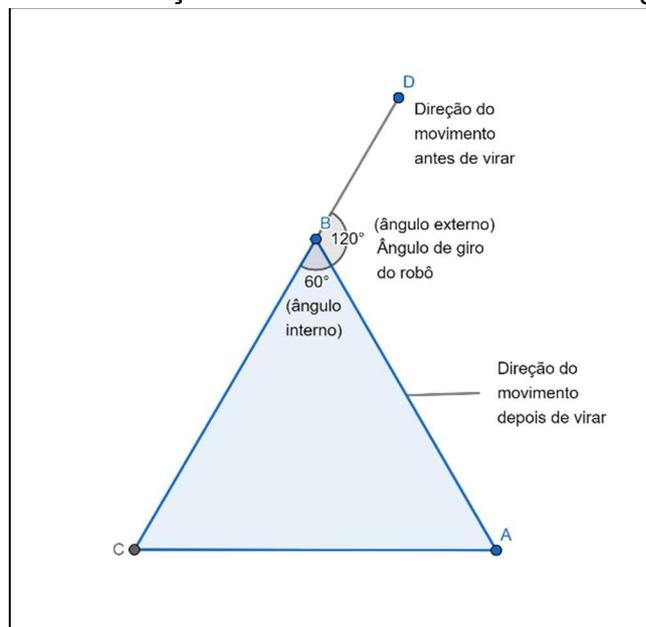
Ressaltamos que novos métodos para medir o engajamento de estudantes em atividades que focam a interação criança-robô surgiram nos últimos anos. Por

exemplo, em Ehlers (2018) a alteração do tamanho da pupila é tratada como um comando de entrada e, portanto, foi usado como uma métrica para engajamento, enquanto em Tuisku (2012) a direção do olhar e ativações dos músculos faciais são observados como interação homem-máquina. Já em Schwarz (2014), interações multimodais (combinação de pose corporal, olhar e gestos) também foram usados para determinar a intenção de engajar.

Outro ponto importante, nessa oficina, foi o desafio proposto aos participantes de programarem o robô para que ele desenhasse um triângulo.

Depois de conseguirem programar o robô para fazer desenhos de retângulos e círculos, os participantes desta pesquisa mostraram dificuldade em entender como fazer essa programação, pois eles programaram o ângulo de giro do robô ao terminar o traçado e começar outro, correspondendo ao ângulo interno do triângulo. Porém, esse ângulo de giro deve ser correspondente ao ângulo externo no vértice, conforme mostra a figura 26.

Figura 26 - Direção do Robô ao desenhar o triângulo



Fonte: Elaborado pelo autor utilizando o programa Geogebra¹⁶ (2019).

Após várias tentativas, alguns participantes perguntaram se poderiam fazer uma breve pesquisa na internet ou no livro, porque estavam se lembrando de algo que haviam estudado. Assentimos, e os participantes começaram a discutir sobre ângulos

¹⁶ Disponível em: <https://www.geogebra.org/?lang=pt>. Acesso em: 14 out. 2019.

externos e ângulos internos de um triângulo e também sobre ângulos suplementares. Em seguida mudaram a programação, utilizando o ângulo externo e o robô concluiu o desenho corretamente.

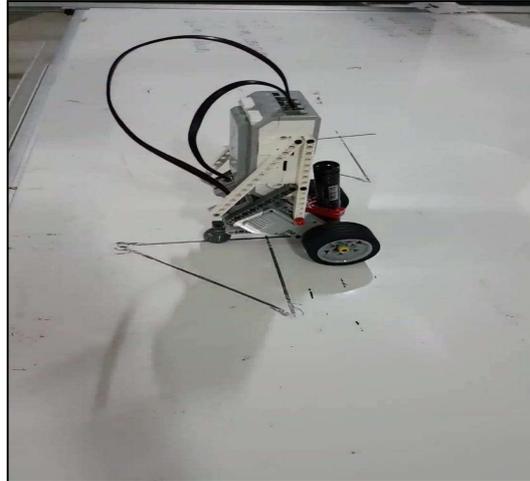
Destacamos que ao procurar a solução deste problema os participantes demonstraram algumas importantes características da ABP, por exemplo, participaram ativamente do processo de aquisição de conhecimento, desenvolveram habilidades interpessoais e buscaram estratégias para resolver um problema. De acordo com Bacich e Holanda (2020),

Questões norteadoras não são simples a ponto de serem respondidas com uma listagem ou uma simples pesquisa. Além de estimularem a investigação, essas questões devem instigar e estimular os estudantes e devem ser abertas o suficiente para a produção de propostas diversificadas, que permitam a elaboração de soluções criativas e originais. (p. 80).

Uma questão norteadora, no contexto dessa análise, seria programar o robô para desenhar um triângulo. Um dos elementos básicos da ABP, segundo Bacich e Holanda (2020) é o produto final, que é algo construído pelos estudantes ao longo de um projeto. Deste modo, podemos perceber similaridades entre o produto final de um projeto e o construcionismo de Papert, construção do conhecimento baseada na elaboração de algo palpável, contextualizado e de interesse do estudante.

Observa-se, na figura 27, o momento em que o robô completa o desenho do triângulo após várias tentativas, muitas discussões, pesquisas na internet e em livros didáticos.

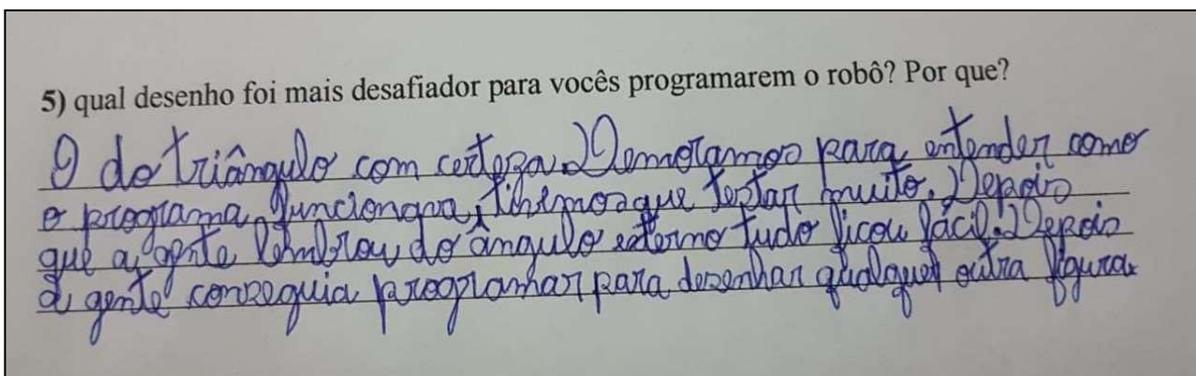
Figura 27 - Robô desenhando um triângulo



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Ao conseguirem fazer o robô desenhando o triângulo, os participantes demonstraram confiança, possibilitando a resolução de outros desafios que surgissem para o robô desenhista. Merece destaque a resposta que as equipes deram à questão formulada sobre o desafio do robô desenhando um triângulo, de acordo com a figura 28.

Figura 28 - Resposta da equipe BETA à quinta questão - Robô Desenhista



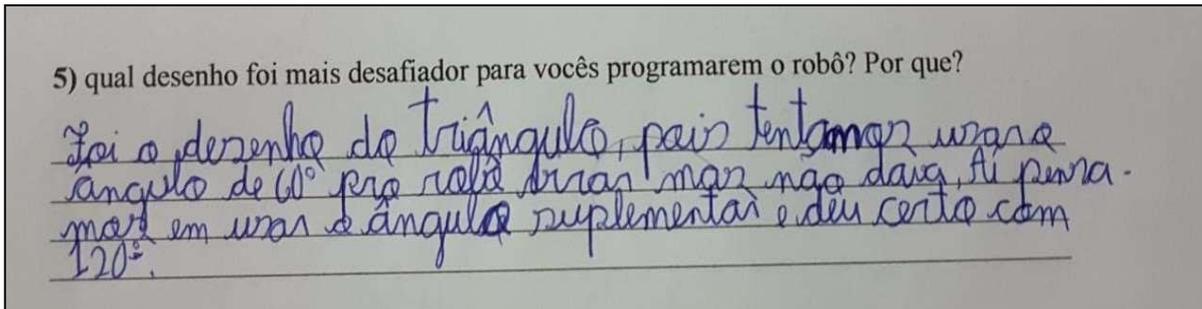
Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Para essa equipe o desafio parece ter possibilitado o desenvolvimento de um conhecimento que serviu como um ponto de partida para uma generalização que, conforme afirmaram, seriam capazes de criar qualquer outra figura. Mesmo com a demora, o problema não entediou os alunos; pelo contrário, instigou-os a buscar uma solução utilizando saberes já adquiridos anteriormente na sala de aula. Emerge dessa

resposta o conceito de competências, que são "uma capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiada em conhecimentos, mas sem limitar-se a eles." (PERRENOUD, 1999, p. 7).

Os participantes da equipe PHI mostraram, conforme a figura 29, que o conhecimento de conceitos matemáticos os ajudou a resolver esse desafio.

Figura 29 - Resposta da equipe PHI à quinta questão - Robô Desenhista

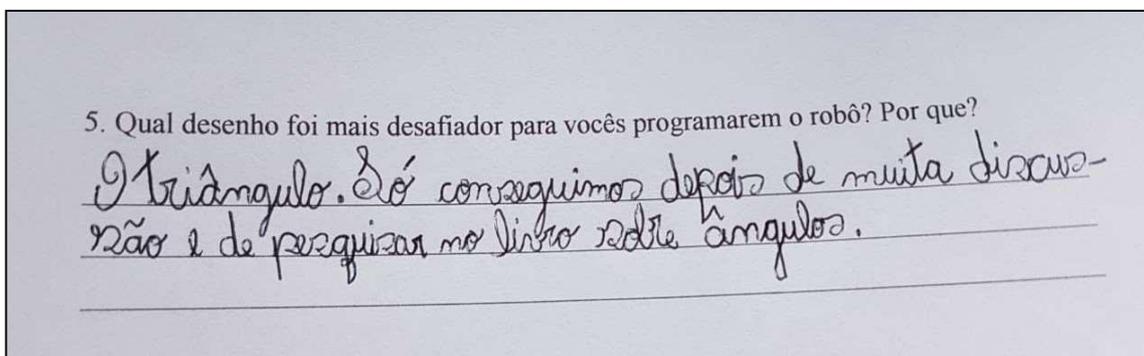


Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A atividade forneceu um contexto para a integração entre a matemática e a tecnologia, em que a aprendizagem e aplicação de conceitos e práticas ocorreram enquanto os participantes trabalhavam em equipe para encontrar soluções para os desafios.

A equipe PI apresentou uma resposta que evidencia o trabalho colaborativo: de fato, os membros da equipe conversaram, trocaram ideias, pesquisaram no livro e testaram as programações até conseguirem que o robô desenhasse um triângulo. É o que se observa na figura 30 a seguir:

Figura 30 - Resposta da equipe PI à quinta questão - Robô Desenhista

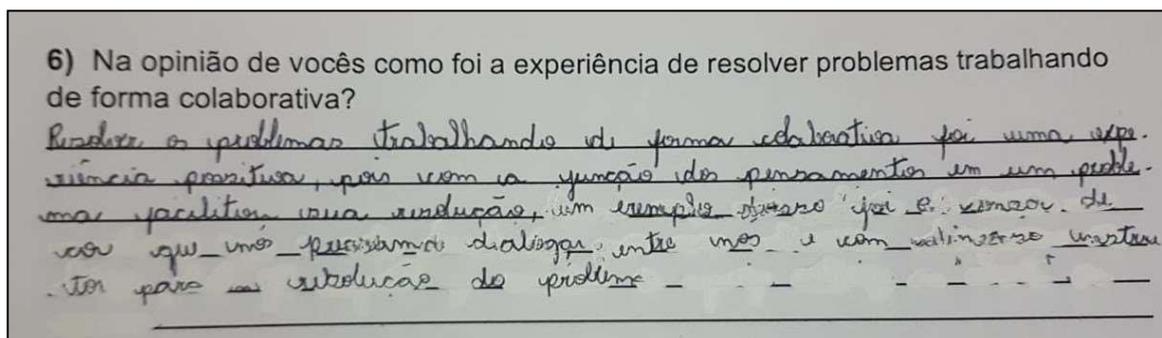


Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Nessas discussões surgiram perguntas entre a equipe, por exemplo, “Por quê o robô não está desenhando o triângulo?”, “O que podemos mudar?”, dentre outras. A propósito disso, ao refletir sobre uma experiência com crianças utilizando a programação Logo, Papert (2008, p. 120) afirma que “o que as aproximou mais da meta foi uma outra qualidade da teoria, talvez até mesmo melhor: originar insight sugerindo perguntas proveitosas.”

Buscando relacionar a discussão em andamento neste texto, voltada à investigação de como abordar ângulos e proporcionalidade em um trabalho colaborativo utilizando a Robótica Educacional no 8º ano do ensino fundamental, indagamos às equipes sobre a experiência de resolver os desafios propostos e surgidos durante a oficina, como podemos observar na figura 31.

Figura 31 - Resposta da equipe PI à sexta questão - Robô Desenhista



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Com intuito de apresentar de forma clara a resposta da equipe PI, transcrevemos o texto produzido pelos alunos:

“Resolver os problemas trabalhando de forma colaborativa foi uma experiência positiva, pois com a junção dos pensamentos em um problema facilitou sua resolução, um exemplo disso foi o sensor de cor que nós precisamos dialogar entre nós e com nosso instrutor para a resolução do problema.”

Percebe-se que a equipe criou um ambiente onde todos os pensamentos foram levados em consideração, com um objetivo claro: resolver um problema que os desafiou. O diálogo em busca da solução fez parte da estratégia da equipe, momento em que todos puderam contribuir e colaborar. Conforme observa Colaço (2004), as crianças, ao trabalharem juntas, orientam, apoiam, dão respostas e inclusive avaliam

e corrigem a atividade do colega, com o qual dividem a parceria do trabalho, assumindo posturas e gêneros discursivos semelhantes aos do professor.

Interessante resposta podemos observar na figura 32 a seguir:

Figura 32 - Resposta da equipe BETA à sexta questão - Robô Desenhista

6) Na opinião de vocês como foi a experiência de resolver problemas trabalhando de forma colaborativa?

Foi uma experiência positiva, pois conseguimos nos expressar mais abertamente e adquirimos conhecimentos além de que já tínhamos.

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A equipe BETA apresentou uma resposta curta e significativa, onde apontou que “conseguimos nos expressar abertamente”, ou seja, a situação de aprendizagem proporcionou um ambiente onde os participantes puderam se expressar. Nesse contexto, é possível inferir que não há a figura de um detentor único do saber, aquele que oferece as respostas; pelo contrário, emerge uma situação relacional que propicia o desenvolvimento de todos os envolvidos.

Vale ressaltar também que a oficina de robótica possibilitou que os participantes refletissem sobre seu próprio aprendizado e os conhecimentos adquiridos. Para Dewey (1938), a ação de aprender só é efetiva quando é mediada por um processo de reflexão sobre o seu significado. Assim, uma pessoa aprende quando é capaz de refletir sobre suas ações e reorganizá-las.

Similarmente, notamos, na resposta da equipe PHI, uma experiência positiva por parte dos participantes. De acordo com a figura 33, todos se ajudaram.

Figura 33 - Resposta da equipe PHI à sexta questão

6) Na opinião de vocês como foi a experiência de resolver problemas trabalhando de forma colaborativa?

Em nossa opinião foi uma experiência positiva pois quando havíamos problemas as questões de montagem e programação mais difíceis todos se ajudaram e os resolvemos juntos.

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Ao analisar as respostas anteriores à luz do planejamento das oficinas de robótica e da inovação tecnológica na educação, enfatizamos a ponderação de Garofalo e Bacich (2020) de que

A chave para o sucesso na implementação de uma educação inovadora está na mudança do foco das pessoas e na criação de um ambiente que permita a participação dos atores envolvidos, para que conheçam o processo e possam contribuir com ele. Além de estimularem essa colaboração, eles adquirem a sensação de pertencimento e de autoria, que visa colocá-los no centro do processo de aprendizagem. (p. 297).

Cumpramos destacar que, ao trabalharem de forma colaborativa, os participantes demonstraram uma atitude participativa, desde a contextualização da oficina, passando pela montagem do artefato e suas programações, como também resolvendo os desafios propostos. Ressaltamos que esse engajamento nos surpreendeu, visto que os participantes desta pesquisa já conheciam a RE desde o sexto ano do ensino fundamental.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta investigação teve como questão orientadora compreender como abordar ângulos e proporcionalidade em um trabalho colaborativo utilizando a Robótica Educacional no 8º ano do ensino fundamental.

Para esse fim, esta pesquisa fundamentou-se teoricamente em três perspectivas. Primeiramente, abordamos os estudos de Seymour Papert e sua visão construcionista, como também sua concepção acerca do papel do professor como mediador entre a aprendizagem e o aluno. Philippe Perrenoud conferiu a esse trabalho o ponto de vista pedagógico, baseado na construção de competências e habilidades, levando em consideração os saberes dos participantes. Outra importante perspectiva desta investigação é a aprendizagem colaborativa, que possibilitou a observação da RE como um ambiente propício ao trabalho em equipe.

Ao buscar a coleta de dados, planejamos para esta pesquisa aulas-oficinas, visando à criação de situações de aprendizagem onde todos os participantes fossem ativos. Dessas oficinas, retiraram-se os resultados aqui reportados. Constatamos, primeiramente, que os participantes foram capazes de resolver problemas matemáticos durante as oficinas, no contexto da RE, utilizando seus conhecimentos matemáticos prévios e descobrindo novas possibilidades de resoluções, como medindo empiricamente as distâncias e discutindo sobre as estimativas. Concluímos, ainda, que a RE pode ser um recurso que contribui para o desenvolvimento de experiências de aprendizagens matemáticas colaborativas, possibilitando a participação democrática dos envolvidos no processo de aprender, e que é uma forma exequível de troca de saberes. E proporcionando ao professor trabalhar os conteúdos curriculares de matemática de forma diferente da tradicional.

Destacamos, ainda sobre a RE, seu apelo inovador e motivador para os participantes, que se tornam mais do que usuários da tecnologia, podendo criar e programar artefatos, baseados em seus conhecimentos e experiências.

Algumas limitações que identificamos no uso da RE, é o preço de aquisição dos kits e materiais complementares, o que pode ser contornado utilizando kits feitos de materiais de baixo custo, como apresentamos em nossa revisão de literatura. Outro ponto que destacamos é que nossa investigação foi feita com poucos participantes (12), faz-se necessário um estudo mais abrangente, onde a quantidade de participantes e o nível de escolaridade sejam maiores e distintos. Entendemos que a

RE não é a solução para todos os problemas educacionais, mas pode se tornar uma propulsora de situações de aprendizagem que auxilia tanto professores quanto alunos.

O presente estudo apresenta resultados que podem conduzir os educadores e interessados a um campo de investigação amplo, que vai além da simples utilização de recursos digitais em sala de aula, uma vez que possibilita que esses recursos sejam aplicados na construção de conhecimentos sobre os temas ou os desafios a serem vencidos.

Futuras investigações podem aumentar o escopo deste trabalho, oferecendo uma ampla discussão sobre a RE e aprendizagem matemática. E também fornecer subsídios para que os professores possam desenvolver projetos de tecnologia em suas escolas.

Como consequência das reflexões surgidas durante esta pesquisa, sobretudo das análises das oficinas, elaboramos como produto educacional, um manual composto por planos de aulas, visando oferecer aos educadores matemáticos interessados um material que auxilia a utilização da RE durante as aulas de matemática do ensino fundamental, 6º ao 9º ano, modalidade regular. O produto educacional elaborado está diretamente vinculado à nossa questão de pesquisa, uma vez que propõe um material para o educador abordar proporcionalidade e ângulos de forma colaborativa utilizando a RE. O manual produzido poderá ser de grande ajuda para muitos professores e escolas que compram o kit de robótica. Esses kits incluem blocos, vigas, engrenagens, polias, motores, sensores, etc. Mas, por falta de recursos financeiros, não aderem a todo o material, como manuais, treinamento e aperfeiçoamento.

Este trabalho apresentou evidências em favor da utilização da Robótica Educacional como importante aliada do professor no que tange ao binômio tecnologia/educação. Dessa forma, esta pesquisa constituiu um pequeno contributo à comunidade de pesquisadores na área de educação matemática, com foco em tecnologias educacionais.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Juliana W. **Robótica Educacional**: uma proposta para a educação básica. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional PROFMAT) – Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Chapecó, Chapecó, 2018.

AUSUBEL, David P. **Educational psychology**: a cognitive view. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1968.

AZEVEDO, Edjane M. S.; FRANCISCO, Deise J.; NUNES, Albino O. O avanço das publicações sobre a Robótica Educacional como possível potencializadora no processo de ensino-aprendizagem: uma revisão sistemática da literatura. **Redin-Revista Educacional Interdisciplinar**, v. 6, n. 1, 2017.

BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro. **STEAM em Sala de Aula**: A Aprendizagem Baseada em Projetos Integrando Conhecimentos na Educação Básica. Penso Editora, 2020.

BACICH, Lilian; TANZI NETO, Adolfo; TREVISANI, Fernando M. **Ensino híbrido**: personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015.

BARBOSA, Jonei C. **Modelagem na Educação Matemática**: contribuições para o debate teórico. In: Reunião Anual da ANPED. Caxambu. Rio de Janeiro: Anais Eletrônicos do ANPED, 2001. 1 CD-Rom.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70. 2011.

BARROS, José D. **O projeto de pesquisa em história**: da escolha do tema ao quadro teórico. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

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

BIELUCZYK, Jorge A.; CASAGRANDE, Cleidis A. Dewey e a educação como reconstrução da experiência: implicações para os processos formativos escolares contemporâneos. **Revista Controvérsia**, São Leopoldo, v. 11, n. 1, p. 44-56, jan.-abr, 2015.

BIEMBENGUT, Maria S. 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 7-32, jul. 2009.

BIEMBENGUT, Maria S.; HEIN, Nelson. **Modelagem matemática no ensino**. 4ª ed. São Paulo: Contexto, 2007.

BNCC. Base Nacional Comum Curricular. **Educação é a Base**. Brasília, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 14 out. 2019.

BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Sari K. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BORBA, Marcelo C.; CHIARI, Aparecida. **Tecnologias digitais e educação matemática**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2013.

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

CARVALHO, Anna M. P.; LOCATELLI, Rogério J. Uma análise do raciocínio utilizado pelos alunos ao resolverem os problemas propostos nas atividades de conhecimento físico. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 7 n. 3, p. 45-60, 2007.

CASTILHO, Maria I. **Hiperobjetos da Robótica Educacional como ferramentas para o desenvolvimento da abstração reflexionante e do pensamento computacional**. 2018. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

CHARLOT, Bernard. **Da relação com o saber: elementos para uma teoria**. Artmed Editora: Porto Alegre, 2000.

CLEMENTINO NETO, Luiz. **Ensino de movimento circular através de roteiro de experimentos utilizando Robótica Educacional**. 2019. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

COHEN, Elizabeth G.; LOTAN, Rachel A. **Planejando o trabalho em grupo: estratégias para salas de aula heterogêneas**. 3º ed. Porto Alegre: Penso, 2017.

COLAÇO, Veriana F. R. **Processos interacionais e a construção de conhecimento e subjetividade de crianças**. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 333-340, 2004.

CORREIA, Luiz Henrique A.; SILVA, Alexandre J. C. **Computador Tutelado**. Lavras: UFLA/FAEP, 2005.

COSTA, Marco Antônio F.; COSTA, Maria F. B. **Projeto de pesquisa: entenda e faça**. Petrópolis: Vozes, 2012.

CRAFT, A. et al. **Teacher stance in creative learning: A study of progression**. *Thinking skills and creativity*, v. 2, n. 2, p. 136-147, 2007.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2º ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

CROOK, Charles. Children as computer users: The case of collaborative learning. **Computers and Education**, 30, 237–247, 1998.

CRUZ, Sylvio B.; FRANCESCHINI, Hélio A.; GONÇAVES, Marcos A. **Projeto de Educação Tecnológica: Manual Didático-Pedagógico**. Curitiba: Zoom Editora Educacional LTDA, 2003. p. 103.

CUCH, Luiz Roberto. **Estudo sobre a atenção concentrada em um projeto de Robótica Educacional no ensino médio de escolas públicas do município de Porto União-SC**. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias) – Centro Universitário Internacional, Curitiba, 2018.

CYBERNETICZOO. A history of cybernetic animals and early robots. **1969 – The Logo Turtle – Seymour Papert et al (Sth African/American)**. 2010. Disponível em: <http://cyberneticzoo.com/cyberneticanimals/1969-the-logo-turtle-seymour-papert-marvin-minsky-et-al-american/>. Acesso em: 15 jul. 2019.

DALLA VECCHIA, Rodrigo; MALTEMPI, Marcus Vinicius. **O construcionismo como pano de fundo para modelagem matemática na realidade do mundo cibernético**. *Acta Scientiae*, v. 17, n. 3, 2015.

DEWEY, John. **Democracy and education**. New York: Simon & Schuster, 1997.

DEWEY, John. **Experience and education**. New York: Touchstone, 1938.

DEWEY, John. **Vida e Educação**. São Paulo: Melhoramentos. 4º ed., 1954.

DILLENBOURG, Pierre. **Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches**. Oxford: Elsevier, 1999. p.1-19.

ECO, Umberto. **Como se faz uma tese**. Tradução: Gilson César Cardoso de Souza. São Paulo: Perspectiva, 2016.

EHLERS, Jan; STRAUCH, Christoph; HUCKAUF, Anke. A view to a click: pupil size changes as input command in eyes-only human-computer interaction. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 119, p. 28-34, 2018.

FERNANDES, Elsa; FERMÉ, Eduardo; OLIVEIRA, Rui. The robot race: Understanding proportionality as a function with robots in mathematics class. In: **Proceedings of the Sixth Congress of European Research in Mathematics Education**. 2009. p. 1211-1220.

FEUERSTEIN, Reuven; FEUERSTEIN, Refael S.; FALIK, Louis H. **Além da inteligência: aprendizagem mediada e a capacidade de mudança do cérebro**. Petrópolis: Vozes, 2014.

GARCIA, Mara Cristina M. **Robótica Educacional e aprendizagem colaborativa no ensino de biologia: discutindo conceitos relacionados ao sistema nervoso humano**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

GAROFALO, Débora; BACICH, Lilian. **Um olhar para a aprendizagem socioemocional no STEAM**. STEAM em Sala de Aula: A Aprendizagem Baseada em Projetos Integrando Conhecimentos na Educação Básica, 2020.

GENTILE, Paola; BENCINI, Roberta. Para aprender (e desenvolver) competências. **Revista Nova Escola**, p. 12-17, 2000.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6º ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GLOBO, O. **Estudantes brasileiros estão entre os piores para trabalhar em equipe**. 2017. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/sociedade/educacao/estudantes-brasileiros-estao-entre-os-piores-para-trabalhar-em-equipe-22089922>. Acesso em: 25 jul. 2019.

GODOI, Christiane K.; BANDEIRA-DE-MELLO, Rodrigo; SILVA, Anielson B. **A pesquisa qualitativa em estudos organizacionais: paradigmas, estratégias e métodos**. 2º ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

GODOY, Arilda S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades, In: **Revista de Administração de Empresas**, v.35, n.2, Mar./Abr. 1995a, p. 57-63.

GROENWALD, Claudia L. O.; RUIZ, Lorenzo M. Formação de professores de Matemática: uma proposta de ensino com novas tecnologias. In: **Revista eletrônica Acta Scientiae**. Canoas. V. 8 n. 2 p. 19 – 28 jul/dez 2006.

GROSSEN, Michèle. Methods for studying collaborative creativity: An original and adventurous blend. **Thinking Skills and Creativity**, 2008.

GUALDA, Linda C. Educador 4.0: Impactos da Revolução Tecnológica na Prática Docente. **Revista de Humanidades, Tecnologia e Cultura**, v. 9, n. 1, p. 104-120, 2019.

HELLE, Laura; TYNJALA, Paivi; OLKINUORA, Erkki. Project-based learning in postsecondary education – theory, practice and rubber sling shots. **Higher Education**, Netherlands, v 51, n. 2, 287–314, 2006.

HESSE, Friedrich et al. A framework for teachable collaborative problem solving skills. In: **Assessment and teaching of 21st century skills**. Springer, Dordrecht, 2015. p. 37-56.

HEUER, Tanja; SCHIERING, Ina; GERNDT, Reinhard. MuseumsBot-An Interdisciplinary Scenario in Robotics Education. In: **International Conference on Robotics and Education RiE 2017**. Springer, Cham, 2017. p. 141-153.

IEDE. **Um panorama sobre resolução colaborativa de problemas no Brasil**, 2018. Disponível em http://www.portaliede.com.br/wp-content/uploads/2018/02/Um-Panorama-sobre-Resolu%C3%A7%C3%A3o-Colaborativa-de-Problemas-no-Brasil_Portal_Iede.pdf. Acesso em: 27 out. 2019.

INEP–PISA, **Portal**. Disponível em: <http://download.inep.gov.br>. Acesso em: 25 jul. 2019.

JENKINS, Henry et al. **Confronting the challenges of participatory culture: Media education for the 21st century**. Mit Press, 2009.

KABURLASOS, Vassilis. On Measuring Engagement Level During Child-Robot Interaction in Education. **Robotics in Education: Current Research and Innovations**, v. 1023, p. 3, 2019.

KAFAI, Yasmin B.; KAFAI, Yasmin; RESNICK, Mitchel. **Constructionism in Practice: Designing, Thinking, and Learning in a Digital World**, Lawrence, 1996.

KAFAI, Yasmin B.; RESNICK, Mitchel (Ed.). **Constructionism in practice: Designing, thinking, and learning in a digital world**. Routledge, 2012.

KAMPYLIS, Panagiotis; BERKI, Eleni; SAARILUOMA, Pertti. In-service and prospective teachers' conceptions of creativity. **Thinking skills and creativity**, v. 4, n. 1, p. 15-29, 2009.

KENSKI, Vani M. **Educação e tecnologia: o novo ritmo da informação**. Campinas: Papyrus, 2012.

LAKATOS, Eva M.; MARCONI, Marina A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 1991.

LAVE, Jean. **La cognición en la práctica**. Barcelona: Paidós, 1991.

LEGO EDUCATION. **Mindstorms Education EV3**. 2019. Disponível em: <https://legoeducationstore.mcassab.com.br/lego-education-ensino-fundamental-ii-mindstorms-ev3/p>. Acesso em: 5 jun. 2019.

LEOSTE, Janika; HEIDMETS, Mati. Bringing an educational robot into a basic education math lesson. In: **International Conference on Robotics and Education RiE 2017**. Springer, Cham, 2019. p. 237-247.

LESH, Richard; POST, Thomas R.; BEHR, Merlyn J. **Proportional Reasoning**. In J. Hiebert & M. Behr (Eds.) **Number Concepts and Operations in the Middle Grades** (pp. 93-118). Reston, VA: Lawrence Erlbaum & National Council of Teachers of Mathematics, 1988.

LIMA, José Roberto T. **Robótica Educacional no ensino de física: contribuições da engenharia didática para a estruturação de sequências de ensino e aprendizagem**. 2018. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências e Matemática) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018.

LUCIANO, Ana Paula G. **A Robótica Educacional e a plataforma Arduino: estratégias construcionistas para a prática docente**. 2017. Tese (Doutorado em

Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. Em Aberto, v. 5, n. 31, 1986.

LYTRIDIS, Chris et al. On Measuring Engagement Level During Child-Robot Interaction in Education. In: **International Conference on Robotics and Education RiE 2017**. Springer, Cham, 2019. p. 3-13.

MALTEMPI, Marcus Vinicius. **Construcionismo**: pano de fundo para pesquisas em informática aplicada à Educação Matemática. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (Org.). Educação Matemática: pesquisa em movimento. 2º ed. São Paulo: Cortez, 2005.

MARCONI, Marina A.; LAKATOS, Eva M. **Metodologia científica**: ciência e conhecimento científico, métodos científicos, teoria, hipóteses e variáveis. 5º ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MARKHAM, Thom; LARMER, John; RAVITZ, Jason. Buck Institute for Education. **Aprendizagem Baseada em Projetos**: guia para professores do ensino fundamental e médio. 2º ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

MASSON, Terezinha J.; MIRANDA, Leila F.; MUNHOZ JUNIOR, Antônio H.; CASTANHEIRA, Ana Maria P. Metodologia de Ensino: Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL). **XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, Belém, Pará, 2012.

MERGENDOLLER, John R. Review of the Research: High Quality Project Based Learning. **Buck Institute for Education**, 2018.

MINAYO, Maria Cecília S. Introdução. In: MINAYO, Maria Cecília S.; ASSIS, Simone G.; SOUZA, Edinilsa R. (Org.). **Avaliação por triangulação de métodos**: Abordagem de Programas Sociais. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2010. p. 19-51.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas V e unidades de ensino potencialmente significativas. **Pontifícia Universidade Católica do Paraná**, 2013.

MUBIN, Omar et al. A review of the applicability of robots in education. **Journal of Technology in Education and Learning**, v. 1, n. 209-0015, p. 13, 2013.

OLIVEIRA, Denilton S. **Formação continuada de professores para inovação pedagógica por meio da Robótica Educacional na Escola Estadual Presidente Kennedy**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

OLIVEIRA, Edvanilson S. et al. **Robótica Educacional e Raciocínio Proporcional**: uma discussão à luz da Teoria da Relação com o Saber. 2015. Dissertação

(Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.

OLIVEIRA, Marta K. **Vygotsky**: aprendizado e desenvolvimento: um desenvolvimento sócio-histórico. São Paulo: Scipione, 1997.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era da informática. Tradução: Sandra Costa. Porto Alegre: Artmed, 2008. p. 224.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças**. Porto Alegre: Artmed, 1994.

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

PAPERT, Seymour; HAREL, Idit. **Situating Constructionism**. Constructionism. Norwood, NJ: Ablex Publishing, 1991.

PARASURAMAN, Ananthanarayanan. **Marketing research**. 2º ed. Addison Wesley Publishing Company, 1991.

PERRENOUD, Philippe. **Construir**: as competências desde a escola. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PERRENOUD, Philippe. Construir competências e virar as costas aos saberes? **Pátio Revista Pedagógica**, Porto Alegre, ano 3, n. 11, p. 15-19, nov. 99/jan. 2000.

PERRENOUD, Philippe. **Dez Novas competências para Ensinar**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2000.

PERRENOUD, Philippe. **Ensinar**: agir na urgência, decidir na incerteza. Porto Alegre: Editora Artmed, 2001.

PIAGET, Jean. **Epistemologia genética**. Petrópolis: Vozes, 1970.

PONTE, João Pedro M. Estudos de caso em Educação Matemática. **Bolema**, Rio Claro, UNESP, 2006, ano 19, n. 25, p. 105-132.

PRODANOV, Cleber C.; FREITAS, Ernani C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e RS**, 2013. Press.

RESNICK, Mitchel (Ed.). **Constructionism in practice**: Designing, thinking, and learning in a digital world. Routledge, 2012.

ROSHELLE, Jeremy. Learning by collaborating: Convergent conceptual change. **The journal of the learning sciences**, v. 2, n. 3, p. 235-276, 1992.

SANTOS, Carmen F.; MENEZES, Crediné S. A Aprendizagem da Física no Ensino Fundamental em um Ambiente de Robótica Educacional. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola**. 2005.

SANTOS, Clodogil F. R. et al. **A Robótica Educacional como recurso de mobilização e explicitação de invariantes operatórios na resolução de problemas**. 2018. Tese (Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.

SANTOS, Marden E. et al. **Ensino das relações métricas do triângulo retângulo com Robótica Educacional**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, 2016.

SÁPIRAS, Fernanda S.; DALLA VECCHIA, Rodrigo; MALTEMPI, Marcus Vinicius. Utilização do Scratch em sala de aula Using Scratch in the classroom. Educação Matemática Pesquisa: **Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, v. 17, n. 5, p. 973-988, 2015.

SARMIENTO, Johann W.; STAHL, Gerry. Group creativity in inter-action: Referencing, remembering and bridging. **International Journal of Human-Computer Interaction**, p. 492–504, 2008.

SAWYER, Robert K. **Explaining creativity**: The science of human innovation. New York: Oxford University Press, 2006.

SCHWARZ, Julia et al. Combining body pose, gaze, and gesture to determine intention to interact in vision-based interfaces. In: **Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. 2014. p. 3443-3452.

SILVA, Alessandro S. **A Robótica Educacional como possibilidade para o ensino de conceitos de lógica de programação**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) – Universidade do Vale do Taquari UNIVATES, Lajeado, 2019.

SILVA, Alzira F. **RoboEduc**: Uma metodologia de aprendizado com Robótica Educacional. 2009. Tese (Doutorado em Automação e Sistemas, Engenharia de Computação, Telecomunicações) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

SILVA, Heitor F. **Robótica Educacional como recurso pedagógico fomentador do letramento científico de alunos da rede pública de ensino na cidade do Recife**. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

SILVA, Mariana C. **Robótica Educacional Livre**: um relato de prática no Ensino Fundamental. 2017. Dissertação (Mestrado em Educação: Currículo) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017.

SILVA, Naltilene T. C. **O ensino de tópicos de cinemática através de Robótica Educacional**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

SILVA FILHO, Fernando B. **Fundamentos da Robótica Educacional desenvolvimento, concepções teóricas e perspectivas**. 2019. Dissertação

(Mestrado em História da Educação) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

SILVA JUNIOR, Luiz Alberto. **O discurso de professores de ciências relativo ao uso da Robótica Educacional na cidade do Recife**. 2019. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

SILVA SANTOS, João Paulo. **Utilizando o ciclo da experiência de kelly para analisar visões de ciência e tecnologia de licenciandos em física quando utilizam a Robótica Educacional**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.

SKOVSMOSE, Ole. Cenários para investigação. **Bolema**, Rio Claro, v. 13, n. 14, p. 66-91, 2000.

SPINILLO, Alina G. O papel de intervenções específicas na compreensão da criança sobre proporção. **Psicologia reflexão e crítica**, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 475-487, 2002.

SPINILLO, Alina G. Raciocínio proporcional em crianças: Considerações acerca de alternativas educacionais. **Revista Pro-Posições**, 1994.

STAHL, Gerry. Building collaborative knowing. In: **What we know about CSCL**. Springer, Dordrecht, 2004. p. 53-85.

STERNBERG, Robert J.; LUBART, Todd I. **The concept of creativity**: Prospects and paradigms. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (p. 3–15). Cambridge: Cambridge University, 1999.

THORNBURG, David D. Ed Tech: What's the Use? The History of Educational Technology Is a Reminder That It's Not the Machine That Matters-It's Finding the Tool That Best Serves Your Educational Objective. **The Journal** (Technological Horizons In Education), v. 41, n. 6, p. 27, 2014.

TINOCO, Lúcia A. A.; SCHLIEMANN, Analúcia D.; CARRAHER, David W. **Razões e Proporções na vida diária e na escola**. Estudos em Psicologia da Educação Matemática. Recife: Editora da Universidade Federal de Pernambuco, 1997, p. 13-37.

TORRES, Patrícia L.; IRALA, Esrom A. F. **Aprendizagem colaborativa**: teoria e prática. Complexidade: redes e conexões na produção do conhecimento. Curitiba: Senar, p. 61-93, 2014.

TRUGLIO, Federica et al. Educational robotics to support social relations at school. In: **International Conference on Robotics and Education RiE 2017**. Springer, Cham, 2018. p. 168-174.

TUISKU, Outi et al. Wireless Face Interface: Using voluntary gaze direction and facial muscle activations for human-computer interaction. **Interacting with Computers**, v. 24, n. 1, p. 1-9, 2012.

VALENTE, José Armando. **A espiral da espiral de aprendizagem**: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação. 2005. Tese (Livre-Docência) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

VALENTE, José Armando. Diferentes usos do computador na educação. **Em aberto**, v. 12, n. 57, 2008.

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

VALENTE, José Armando. Por que o computador na educação? In: VALENTE, J. A. (Org.). **Computadores e conhecimento**: repensando a educação. Campinas: Unicamp/Nied, 1994.

VAN DE WALLE, John A. **Matemática no Ensino Fundamental**: formação de professores e aplicação em sala de aula / John A. Van de Walle; tradução Paulo Henrique Colonese. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

VIANNA, Heraldo M. **Pesquisa em educação**: a observação. Liber Livro Editora, 2007.

VIEIRA, ALEX S. **Uma alternativa didática às aulas tradicionais**: o engajamento interativo obtido por meio do uso do método peer instruction (instrução pelos colegas). 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

VYGOTSKY, Lev S. **A formação social da mente**. Trad. José Cipolla Neto, Luis Silveira Menna Barreto e Solange Castro Afeche. 1991.

WADE-LEEUEWEN, Bronwen; VOVERS, Jessica; SILK, Melissa. Explainer: what's the difference between STEM and STEAM? **The Conversation**. 2018. Disponível em: <https://theconversation.com/explainer-whats-the-difference-between-stem-and-steam-95713>. Acesso em: 09 mai. 2020.

WESTBROOK, Robert B. et al. **John Dewey**. Fundação Joaquim Nabuco: Massangana, 2010.

WIERSEMA, Nico. **How does Collaborative Learning actually work in a classroom and how do students react to it?** A Brief Reflection. 2000. Disponível em: <http://www.lgu.ac.uk/deliberations/collab.learning/wiersema.html>. Acesso em: 24 jul. 2019.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso**: Planejamento e Métodos. Bookman Editora S. A., 2º ed. Porto Alegre, 2001.

ZANETTE, Marcos S. Pesquisa qualitativa no contexto da Educação no Brasil. **Educar em Revista**, n. 65, p. 149-166, 2017.

ZILIO, Charlene. **Robótica Educacional no ensino fundamental I: perspectivas e práticas voltadas para a aprendizagem da Matemática**. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

ZILLI, Silvana R. et al. **A Robótica Educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

APÊNDICE A - Revisão de literatura

AUTOR	TIPO	TÍTULO	ANO	INSTITUIÇÃO
JULIANA WALLOR DE ANDRADE	DISSERTAÇÃO	ROBÓTICA EDUCACIONAL: UMA PROPOSTA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA	2018	UFFS
MARIA INES CASTILHO	TESE	HIPEROBJETOS DA ROBOTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA ABSTRACAO REFLEXIONANTE E DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL	2018	UFRGS
LUIZ CLEMENTINO NETO	DISSERTAÇÃO	ROTEIRO DE EXPERIMENTOS SOBRE MOVIMENTO CIRCULAR UTILIZANDO ROBÓTICA EDUCACIONAL	2019	UFRN
		ESTUDO SOBRE A ATENÇÃO CONCENTRADA EM UM PROJETO DE		

LUIZ ROBERTO CUCH	DISSERTAÇÃO	ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO MÉDIO DE ESCOLAS PÚBLICAS DO MUNICÍPIO DE PORTO UNIÃO – SC	2018	UNINTER
FERNANDO BARROS DA SILVA FILHO	DISSERTAÇÃO	FUNDAMENTOS DA ROBÓTICA EDUCACIONAL DESENVOLVIMENTO, CONCEPÇÕES TEÓRICAS E PERSPECTIVAS	2019	UFC
MARA CRISTINA DE MORAIS GARCIA	DISSERTAÇÃO	ROBÓTICA EDUCACIONAL E APRENDIZAGEM COLABORATIVA NO ENSINO DE BIOLOGIA: DISCUTINDO CONCEITOS RELACIONADOS AO SISTEMA NERVOSO HUMANO	2015	UFG
LUIZ ALBERTO DA SILVA JUNIOR	TESE	O DISCURSO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS RELATIVO AO USO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL NA CIDADE DO RECIFE	2019	UFRPE

JOSÉ ROBERTO TAVARES DE LIMA	TESE	ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA: CONTRIBUIÇÕES DA ENGENHARIA DIDÁTICA PARA A ESTRUTURAÇÃO DE SEQUÊNCIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM	2018	UFRPE
ANA PAULA GIACOMASSI LUCIANO	TESE	A ROBÓTICA EDUCACIONAL E A PLATAFORMA ARDUINO: ESTRATÉGIAS CONSTRUCIONISTAS PARA A PRÁTICA DOCENTE	2017	UEM
EDVANILSON SANTOS DE OLIVEIRA	DISSERTAÇÃO	ROBÓTICA EDUCACIONAL E RACIOCÍNIO PROPORCIONAL: UMA DISCUSSÃO À LUZ DA TEORIA DA RELAÇÃO COM O SABER	2015	UEPB
DENILTON SILVEIRA DE OLIVEIRA	DISSERTAÇÃO	FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES PARA	2019	UFRN

		INOVAÇÃO PEDAGÓGICA POR MEIO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL NA ESCOLA ESTADUAL PRESIDENTE KENNEDY		
MARDEN EUFRASIO DOS SANTOS	DISSERTAÇÃO	ENSINO DAS RELAÇÕES MÉTRICAS DO TRIÂNGULO RETÂNGULO COM ROBÓTICA EDUCACIONAL	2016	IFAM
JOÃO PAULO DA SILVA SANTOS	DISSERTAÇÃO	UTILIZANDO O CICLO DA EXPERIÊNCIA DE KELLY PARA ANALISAR VISÕES DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE LICENCIANDOS EM FÍSICA QUANDO UTILIZAM A ROBÓTICA EDUCACIONAL	2016	UFRPE
CLODOGIL FABIANO RIBEIRO DOS SANTOS	TESE	A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO RECURSO DE MOBILIZAÇÃO E EXPLICITAÇÃO DE INVARIANTES	2018	UTFPR

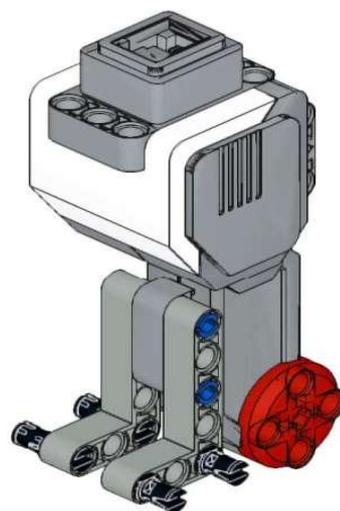
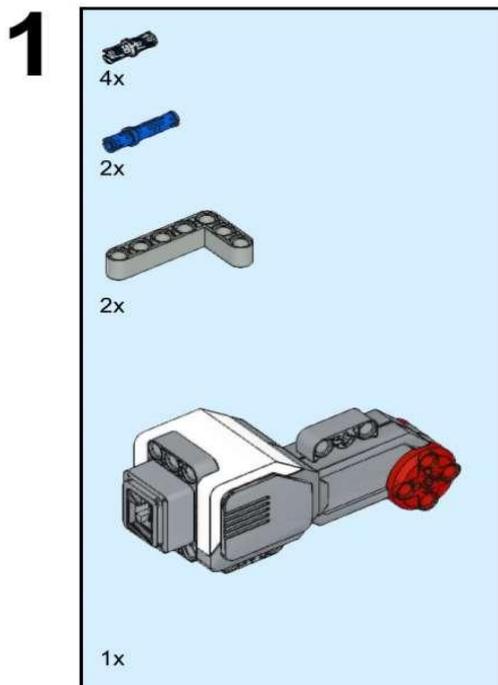
		OPERATÓRIOS NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS		
MARIANA CARDOSO DA SILVA	DISSERTAÇÃO	ROBÓTICA EDUCACIONAL LIVRE: UM RELATO DE PRÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL	2017	PUC - SP
NALTILENE TEIXEIRA COSTA SILVA	DISSERTAÇÃO	O ENSINO DE TÓPICOS DE CINEMÁTICA ATRAVÉS DE ROBÓTICA EDUCACIONAL	2019	UFRPE
HEITOR FELIPE DA SILVA	DISSERTAÇÃO	ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO RECURSO PEDAGÓGICO FOMENTADOR DO LETRAMENTO CIENTÍFICO DE ALUNOS DA REDE PÚBLICA DE ENSINO NA CIDADE DO RECIFE	2018	UFPE
ALESSANDRO SIQUEIRA DA SILVA	DISSERTAÇÃO	A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO POSSIBILIDADE PARA	2019	UNIVATES

		O ENSINO DE CONCEITOS DE LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO		
CHARLENE ZILIO	DISSERTAÇÃO	ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO FUNDAMENTAL I: PERSPECTIVAS E PRÁTICAS VOLTADAS PARA A APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA	2020	UFRGS

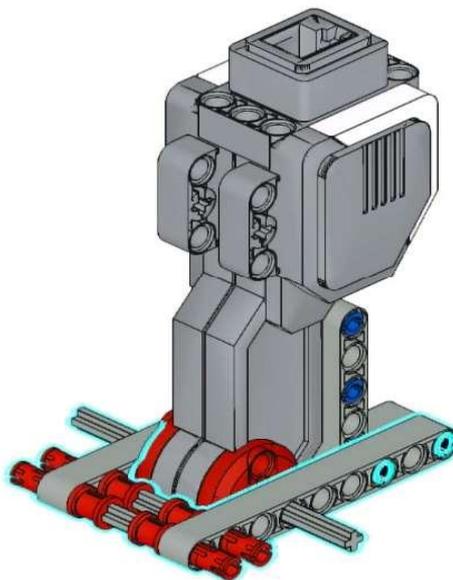
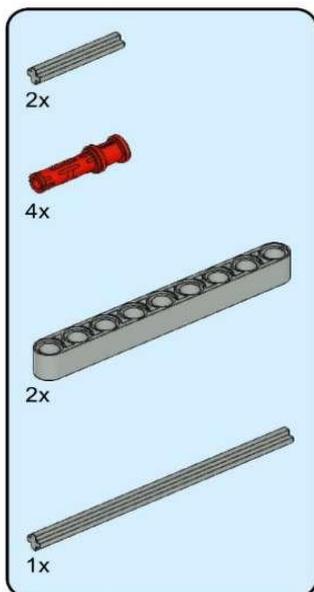
APÊNDICE B - Passo a passo – Carro robótico

Passo a passo

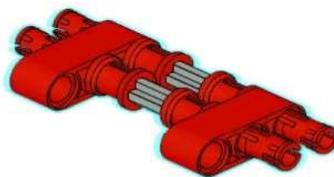
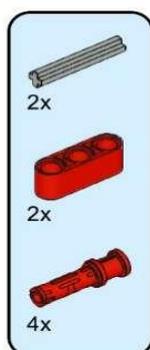
1. Prender os “L”s no motor para fixá-lo no chassi.



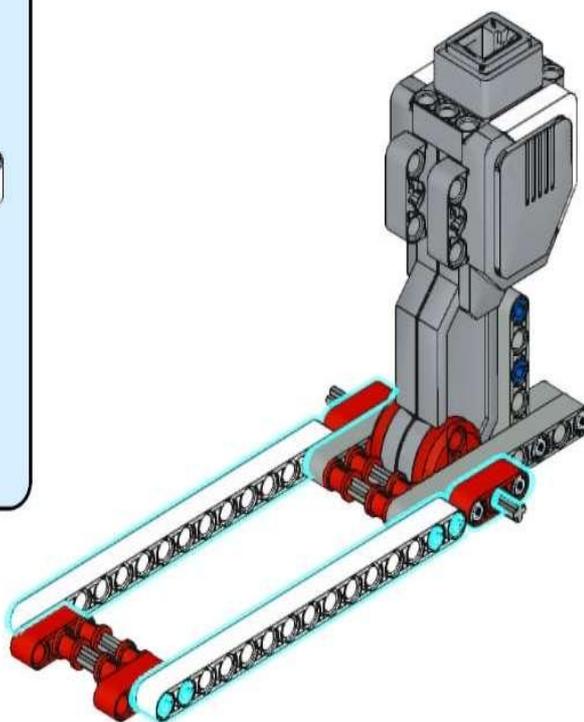
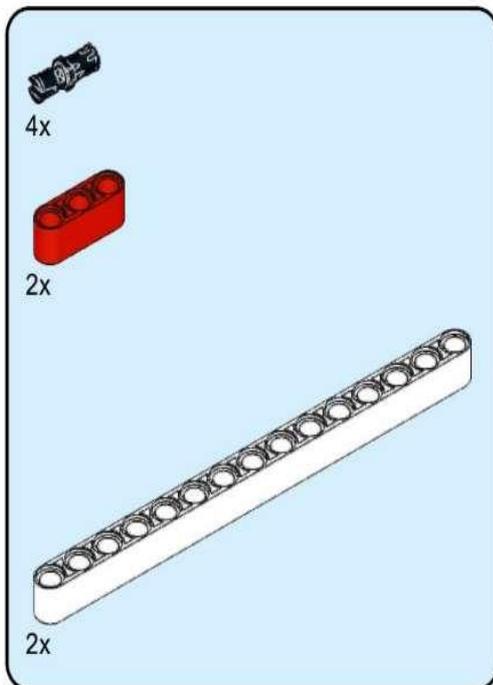
2. Prender os pinos vermelhos para formar a secção traseira do chassi.

2

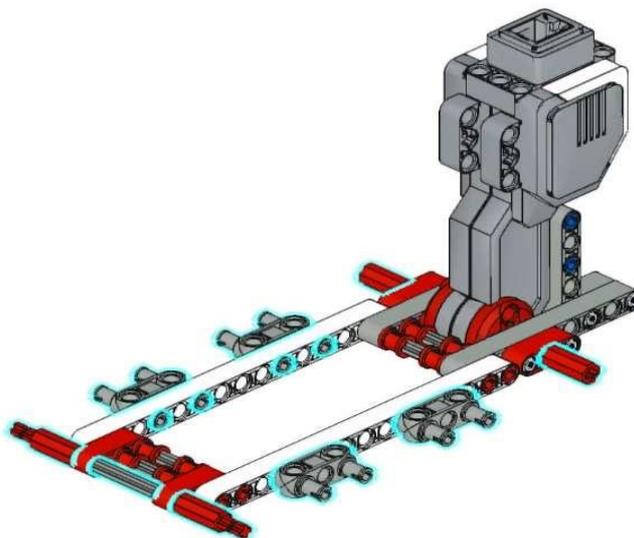
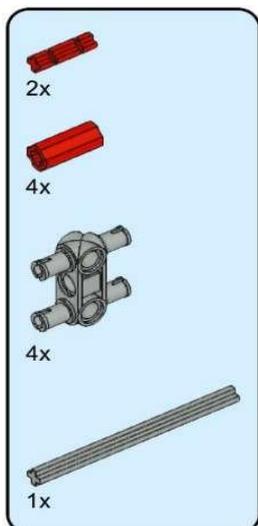
3. Novamente, com os pinos vermelhos, montar a secção frontal do chassi.

3

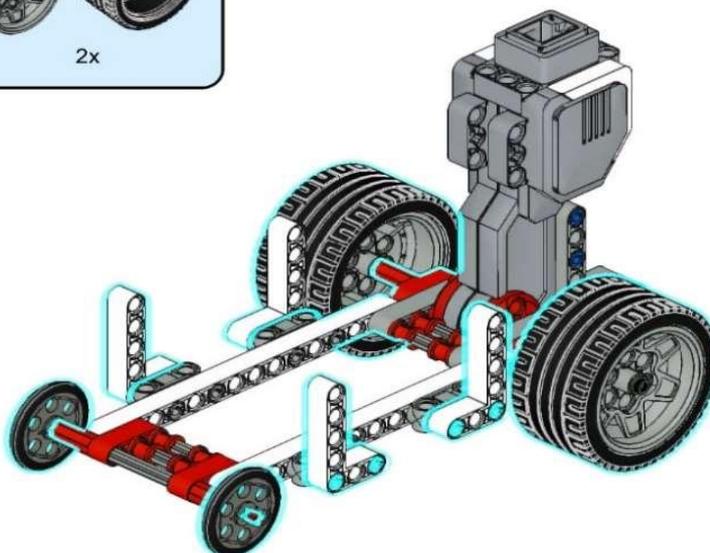
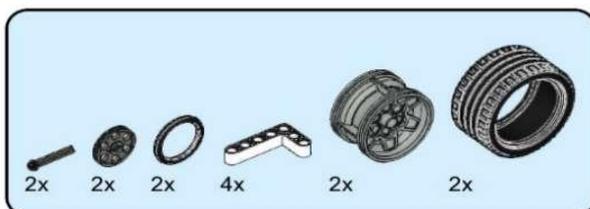
4. Juntar as secções com as barras brancas para formar os chassis. As barras vermelhas irão servir de espaçadores para as rodas.

4

5. Utilizar os conectores vermelhos como suporte para as rodas. As peças cinzas farão parte do suporte do bloco EV3.

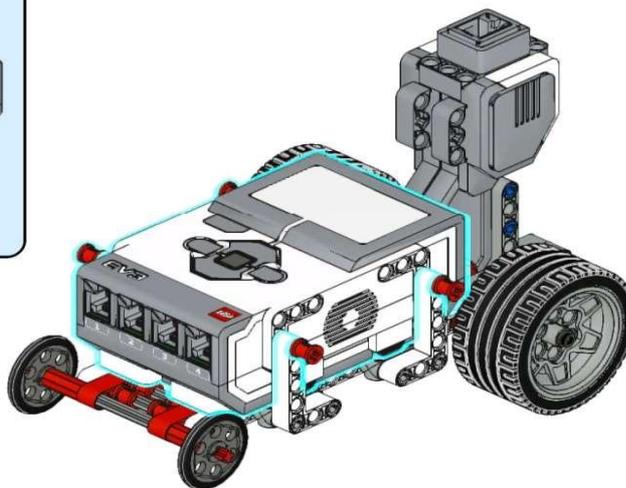
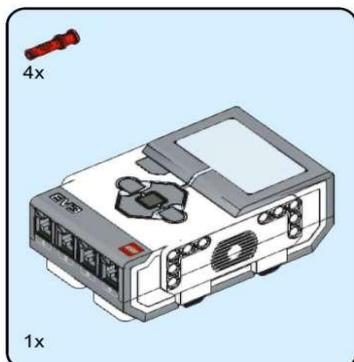
5

6. Prender os "L"s para formar os suportes do bloco EV3.

6

7. Prender o bloco com os pinos vermelhos.

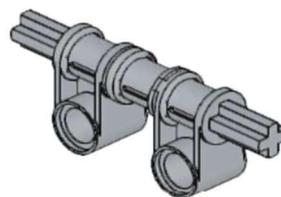
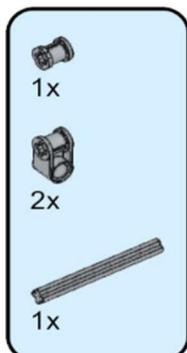
7



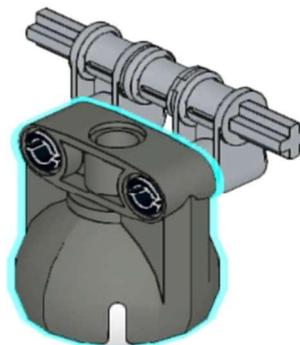
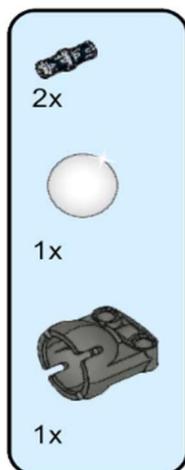
Ao final da montagem, conectar o motor grande à porta A do bloco EV3.

APÊNDICE C - Passo a passo – Robô desenhista

1. Juntar as peças para formar o suporte do pivô.

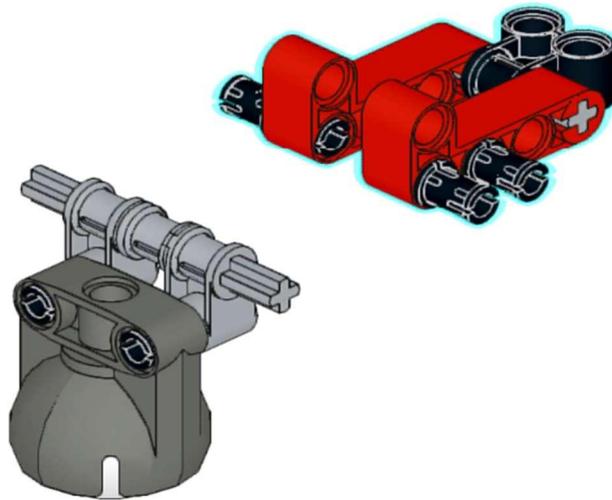
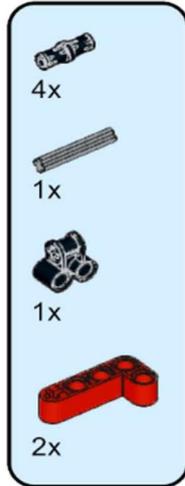
1

2. Juntar a esfera metálica ao domo para formar o pivô e, em seguida, unir o pivô ao suporte.

2

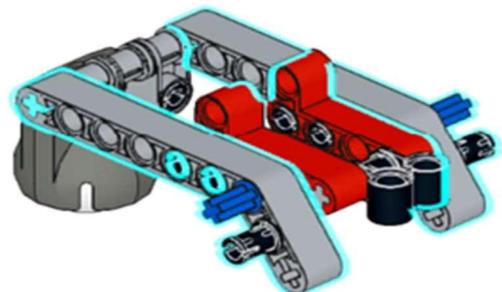
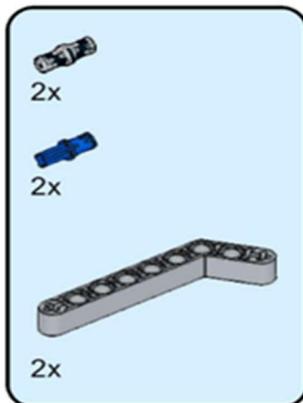
3. Montar a secção frontal do chassi.

3



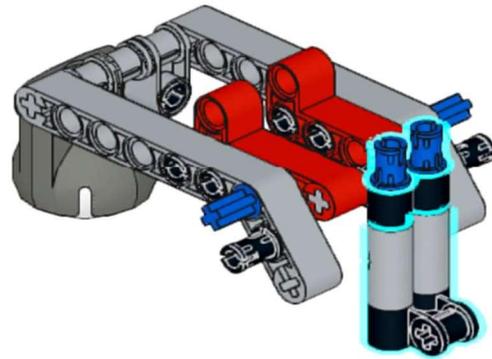
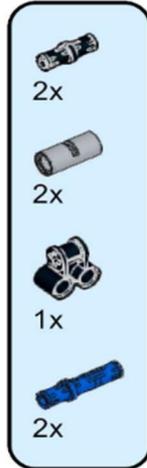
4. Utilizar as vigas anguladas para unir o pivô, formando o chassi.

4



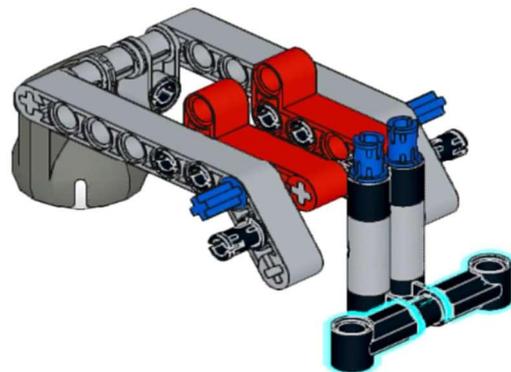
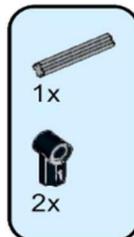
5. Iniciar a construção do que dará suporte para a ponta da caneta.

5



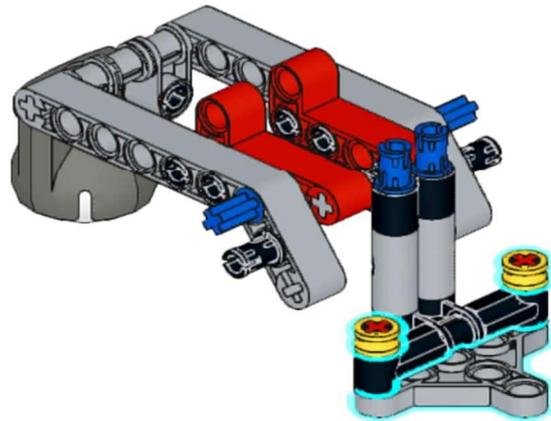
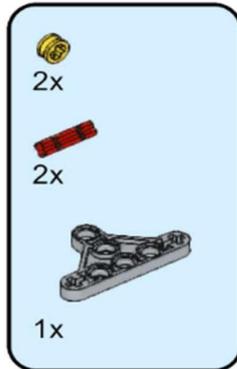
6. Prender os conectores para unir a guia ao suporte.

6



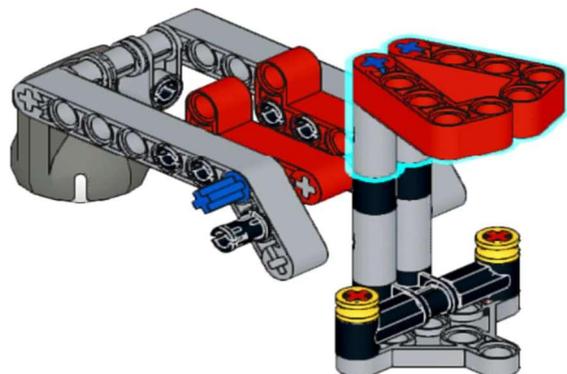
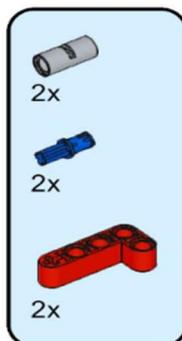
7. Prender a guia ao suporte com os eixos e as buchas.

7



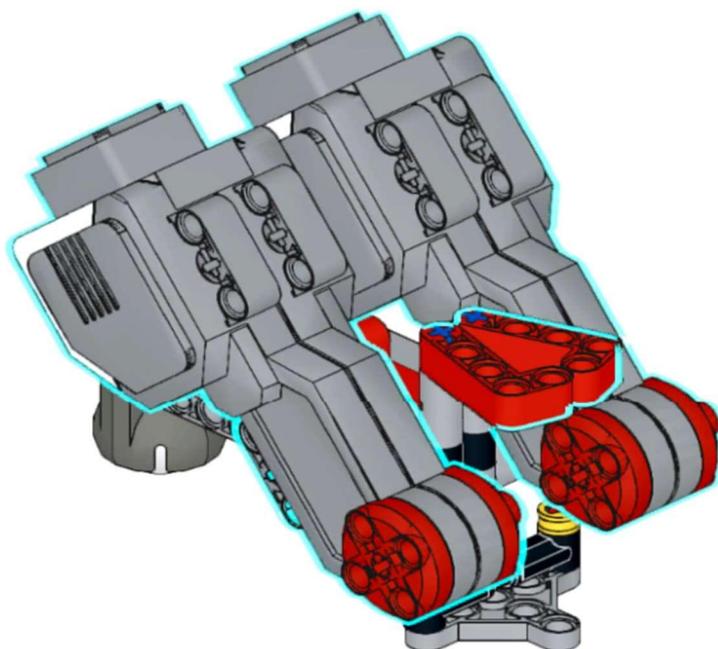
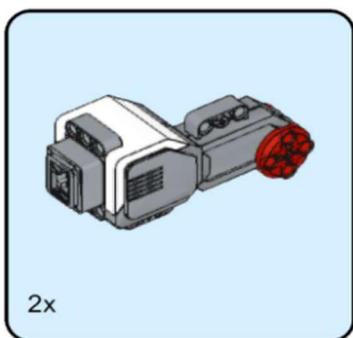
8. Utilizar os "L"s vermelhos para formar o suporte para o corpo da caneta.

8



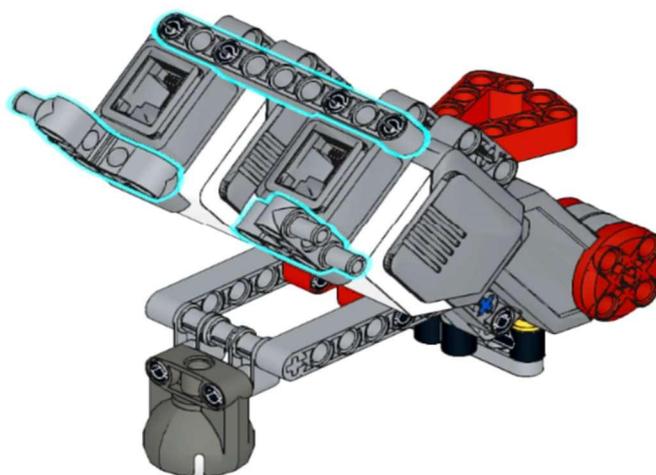
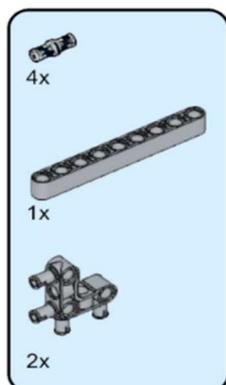
9. Conectar os motores de tração ao chassi.

9

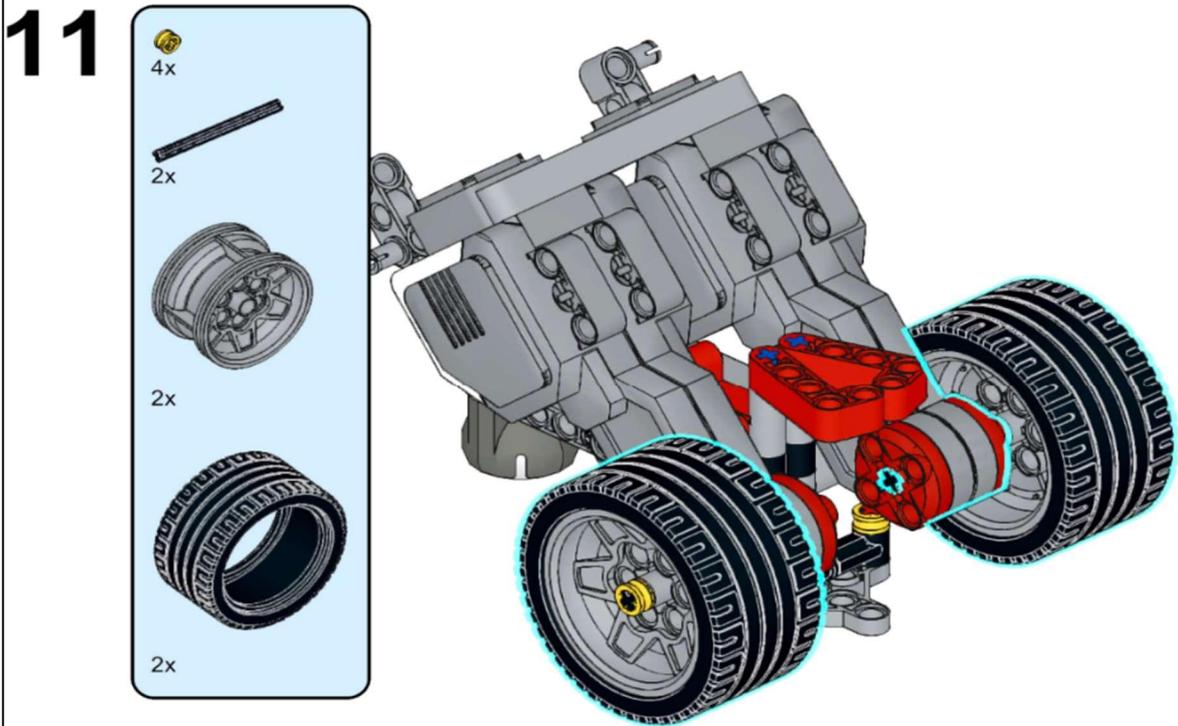


10. Uni-los com a viga e prender os pontos de apoio para as vigas de sustentação.

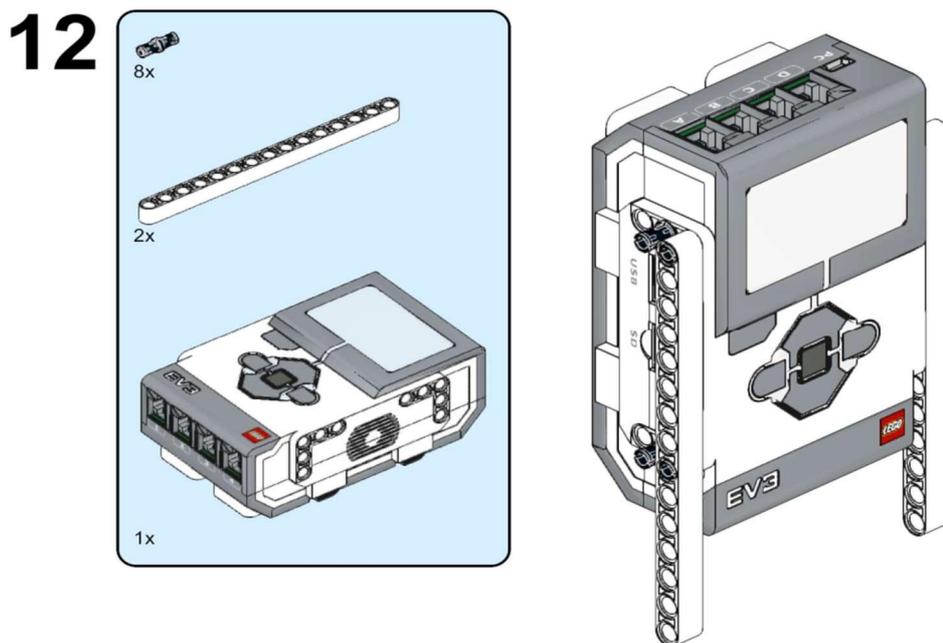
10



11. Instalar as rodas do robô.

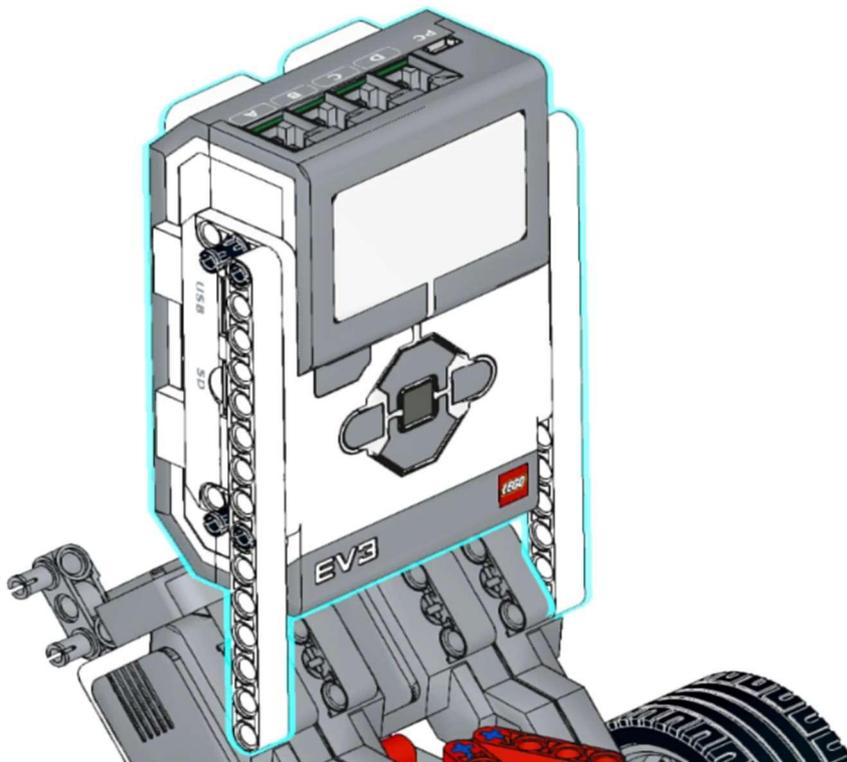


12. Prender as primeiras vigas de sustentação ao corpo do bloco EV3.



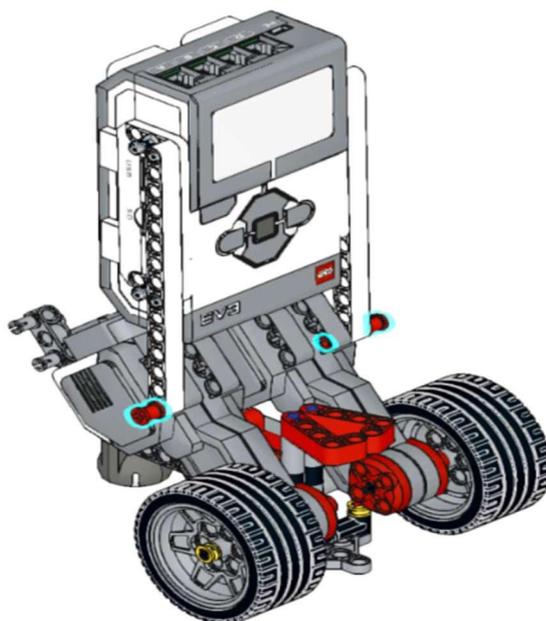
13. O bloco irá ficar nesta posição no robô.

13



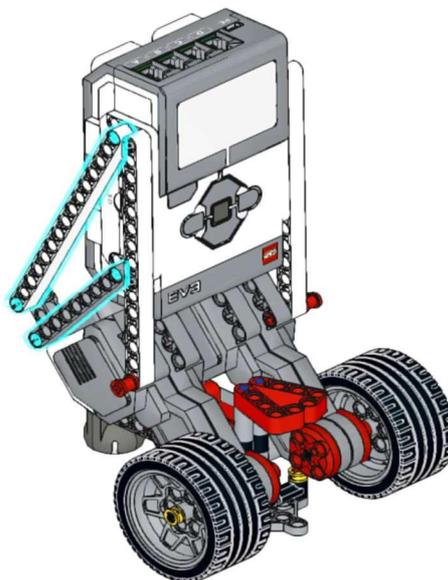
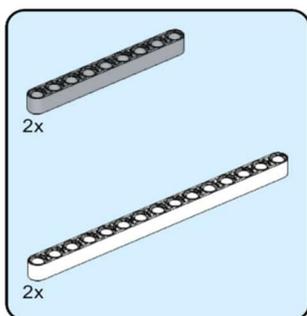
14. Prender as vigas de sustentação aos motores utilizando os pinos vermelhos.

14



15. Prender as demais vigas de sustentação ao ponto de apoio.

15



Ao final, colocar uma caneta entre os “L”s vermelhos, fazendo com que a ponta se alinhe com o furo mais externo da guia.

APÊNDICE D - Questionário – Carro Robótico

Equipe: _____

Pesquisador: Rangel Zignago

Integrantes: _____

Data: 25/04/2019

1) Programe seu carro para mover com 1 rotação, qual foi a distância percorrida (meça com sua fita métrica)? Agora modifique seu bloco mover direção ligado para graus e programe-o com 360°, qual foi a distância percorrida (meça com sua fita métrica)? Existe alguma relação?

2) 1 rotação corresponde a que distância percorrida pelo carro (meça com sua fita métrica)? E se forem 3 rotações, o que acontece com a distância percorrida?

3) Sem a utilização do robô responda: Se o motor estivesse programado para Usar 3600° qual seria a distância, em centímetros, que o robô teria percorrido?

4) Observe a figura



Para se deslocar 30 cm qual deve ser o número de rotações? E de graus?

5) Quais conceitos matemáticos vocês utilizaram para solucionar os desafios (Percurso livre e percurso com linha de chegada)? Como fizeram para o veículo parar na linha preta?

APÊNDICE E - Atividade Pesquisa – Robô Desenhista

Equipe: _____

Pesquisador: Rangel Zignago

Integrantes: _____

Data: 28/05/2019

1) Programe o robô para desenhar um semirreta e descreva como chegou à solução?

2) Como vocês devem programar o robô para que ele desenhe uma semicircunferência?

3) Quais os principais ícones de programação sua equipe usou para que o robô desenhasse um quadrado?

4) Vocês utilizaram algum conhecimento matemático para programar o robô desenhista?

5) Qual desenho foi mais desafiador para vocês programarem o robô? Por quê?

6) Na opinião de vocês, como foi a experiência de resolver problemas de forma colaborativa?

ANEXO A – Autorização de uso de imagem**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA****AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM**

Eu autorizo o pesquisador Rangel Zignago e a Universidade Federal de Juiz de Fora a utilizar a imagem do meu filho (a) _____

_____ na divulgação de materiais impressos, audiovisuais e eletrônicos, sem fins lucrativos. Os materiais serão produzidos no âmbito da pesquisa do Programa de Pós Graduação em Educação Matemática da UFJF, onde o pesquisador investigará a Robótica Educacional nas aulas de matemática do 8º ano do Ensino Fundamental e podem ser utilizados por tempo indeterminado. Por meio desta autorização, eu libero a UFJF, acima citada, seus representantes legais ou fornecedores, de futuros processos e queixas por violação de privacidade ou de direito de propriedade que eu poderia ter em relação a tal produção.

Programa de Pós Graduação em Educação Matemática - UFJF

NOME:

ENDEREÇO:

CONTATO:

DATA DE NASCIMENTO:

CPF:

LOCAL E DATA:

ASSINATURA: