



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU

**ROGER DA TRINDADE GOMES**

**CONTRIBUIÇÕES DA ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA A APRENDIZAGEM DE  
TRIGONOMETRIA NA 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO DE UMA ESCOLA  
PARTICULAR DE LINHARES-ES**

**SÃO MATEUS-ES  
2021**

**ROGER DA TRINDADE GOMES**

**CONTRIBUIÇÕES DA ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA A APRENDIZAGEM DE TRIGONOMETRIA: PESQUISA QUALITATIVA NA 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO DE UMA ESCOLA PARTICULAR DE LINHARES-ES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica do Centro Universitário do Norte do Espírito Santo (CEUNES/UFES), como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino na Educação Básica, na Área de Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

**Área de Concentração:** Ensino de Matemática.

**Orientador:** Prof. Dr. Lúcio Souza Fassarella.

**SÃO MATEUS-ES  
2021**

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de  
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

---

G633c Gomes, Roger da Trindade, 1983-  
Contribuições da Robótica Educacional para aprendizagem de  
Trigonometria na 1ª série do Ensino Médio de uma escola  
particular de Linhares-ES. / Roger da Trindade Gomes. - 2021.  
145 f. : il.

Orientador: Lúcio Souza Fassarela.  
Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) -  
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário  
Norte do Espírito Santo.

1. Robótica. 2. Matemática. 3. Trigonometria. 4. Educação  
Básica. 5. Aprendizagem. I. Souza Fassarela, Lúcio. II.  
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Universitário  
Norte do Espírito Santo. III. Título.

CDU: 37

---

## ROGER DA TRINDADE GOMES

# CONTRIBUIÇÕES DA ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA A APRENDIZAGEM DE TRIGONOMETRIA: PESQUISA QUALITATIVA NA 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO DE UMA ESCOLA PARTICULAR DE LINHARES-ES



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
PROTOCOLO DE ASSINATURA



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por LUCIO SOUZA FASSARELLA - SIAPE 2355011 Departamento de Matemática Aplicada - DMA/CEUNES Em 24/11/2021 às 16:00

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link: <https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/315068?tipoArquivo=O>



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
PROTOCOLO DE ASSINATURA



O documento acima foi assinado digitalmente com senha eletrônica através do Protocolo Web, conforme Portaria UFES nº 1.269 de 30/08/2018, por MOYSES GONCALVES SIQUEIRA FILHO - SIAPE 4175054 Departamento de Educação e Ciências Humanas - DECH/CEUNES Em 19/11/2021 às 10:46

Para verificar as assinaturas e visualizar o documento original acesse o link: <https://api.lepisma.ufes.br/arquivos-assinados/311753?tipoArquivo=O>

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino na Educação Básica.

Aprovada em 17 de novembro de 2021.

## COMISSÃO EXAMINADORA

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Lúcio Souza Fassarela  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientador

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Moysés Gonçalves S. Filho  
Universidade Federal do Espírito Santo

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. João Vilhete Viegas d'Abreu  
UNICAMP



Datas e horários baseados em Brasília, Brasil  
Sincronizado com o NTP.br e Observatório Nacional (ON)  
Certificado de assinaturas gerado em  
24/11/2021 às 16:56:02



### CAPA DE APROVAÇÃO ROGER

Data e Hora de Criação: 24/11/2021 às 16:27:03

Documentos que originaram esse envelope:

- Capa\_Roger\_moyses-lucio.pdf (Arquivo PDF) - 3 página(s)



### Hashs únicas referente à esse envelope de documentos

[SHA256]: b8138aca10b10db9e925037f8b331d5b9f83e32d23c1f6327ca9f124853e3116

[SHA512]: 667c02a492453d4343b7e93a8bba742bb558759844c3327a952b433648f4668ba72881f7a7e1358b3a8f66c4e5d6a56af37cc1d4fd0146356d83da9ea333b

### Lista de assinaturas solicitadas e associadas à esse envelope



ASSINADO - João Vilhete Viegas d'Abreu (jvilhete@unicamp.br)

Data/Hora: 24/11/2021 - 16:56:02, IP: 143.106.157.60, Geolocalização: [-22.7441, -47.3318]

[SHA256]: 53452b3528f7549f3f24e0406cd1261ddda70e7b53631ef18e21952af36577

### Histórico de eventos registrados neste envelope

24/11/2021 16:56:02 - Envelope finalizado por jvilhete@unicamp.br, IP 143.106.157.60

24/11/2021 16:56:02 - Assinatura realizada por jvilhete@unicamp.br, IP 143.106.157.60

24/11/2021 16:27:44 - Envelope registrado na Blockchain por thays.rodrigues@ufes.br, IP 189.91.158.135

24/11/2021 16:27:43 - Envelope encaminhado para assinaturas por thays.rodrigues@ufes.br, IP 189.91.158.135

24/11/2021 16:27:05 - Envelope criado por thays.rodrigues@ufes.br, IP 189.91.158.135

## DEDICATÓRIA

Ao meu querido avô Aquilino Gomes por  
me apresentar a sabedoria, ao meu pai  
Gisolino de Jesus Gomes aquele que me  
ensinou o valor da terra e me levou a  
escola, o início de tudo.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, que esteve sempre comigo.

À minha família (Gomes e Dalbem) sempre prestativa; à minha querida esposa Camila, pelo incentivo e tolerância nos momentos mais difíceis; ao meu filho Tales, razão pelo qual recarrego minhas energias todos os dias.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Lúcio Souza Fassarella, pela paciência, companheirismo, correções e sugestões durante a pesquisa e pela dedicação plena à missão: ser professor.

Aos professores que tive, durante esta etapa de minha vida estudantil, em especial ao professor Moysés, a quem digo obrigado pelo incentivo, suas palavras seguirão sempre comigo.

Aos amigos que o mestrado me deu para a vida, companheiros de turma e/ou da vida, pelo companheirismo e pela torcida, cada palavra foi fundamental, se tratando de educação, devemos sempre persistir.

Aos professores do SESI-Linhares e da Escola Roberto Calmon, palavras de incentivo que fazem toda a diferença.

Ao SESI-Linhares obrigado pela oportunidade, afinal meu objeto de estudo foi pensado e aplicado dentro desta instituição. Agradeço imensamente por isso, obrigado minha estimada diretora Silvana Supelete Ribeiro.

Aos meus alunos que contribuíram, direta ou indiretamente, e pelos quais tenho mudado minhas concepções de ensino e de aprendizagem ao longo dos anos de vivência de sala de aula.

Deixe o futuro dizer a verdade, e avaliar cada um de acordo com seus trabalhos e suas conquistas.

*Nikola Tesla*

## RESUMO

Pesquisa Exploratória, realizada com 16 estudantes da Primeira Série do Ensino Médio, do Centro de Atividades “Eurico de Aguiar Salles” (SESI) situada no município de Linhares-ES. Busca responder ao seguinte problema de pesquisa: Quais contribuições a Robótica Educacional proporciona ao processo de aprendizagem da Trigonometria, considerando sua aplicação conjugada à resolução de problemas? Apresenta como objetivo geral identificar contribuições do uso da Robótica Educacional como recurso didático para a aprendizagem de Trigonometria e tem como objetivos específicos: (1) desenvolver e aplicar um plano para o ensino de Trigonometria combinando a Robótica Educacional com a resolução de problemas; (2) observar e avaliar o processo de aprendizagem de Trigonometria por uma turma de Ensino Médio submetido ao plano de ensino desenvolvido. Assim, o percurso da pesquisa envolve a aplicação de uma sequência didática no formato de oficinas, na qual os alunos resolvem situações-problema de Trigonometria com uso da robótica. A pesquisa está teoricamente amparada no Construcionismo de Papert (2004, 2008) e fontes mais atuais sobre a Robótica Educacional, como Campos (2013, 2019), Araújo e Mafra (2015), Barbosa, Silva e Blikstein (2019), D’Abreu e Bastos (2015), D’Abreu e Reis (2019). Para a análise dos dados emprega Análise Textual Discursiva seguindo os critérios de Moraes (2003). Entre os resultados, foi possível observar como os conceitos e definições são construídos pelos estudantes, bem como a organizam ideias em uma sequência lógica. Além disso, verificou-se que a utilização da Robótica Educacional em um ambiente Construcionista proporciona aos alunos o desenvolvimento de práticas investigativas pela resolução de problemas via experimentação, além de proporcionar que utilizem algo que acabaram de aprender em situações concretas. Em termos mais amplos, além do específico da aprendizagem de Matemática é importante destacar a contribuição da Robótica Educacional como recurso para formação social e pessoal, pelo uso da qual os alunos podem aplicar e aprimorar sua criatividade, imaginação, autonomia e trabalho em equipe.

**Palavras-chave:** Robótica Educacional. Aprendizagem. Trigonometria. Construcionismo.

## ABSTRACT

Exploratory research, carried out with 16 students from the First Grade of High School, from the “Eurico de Aguiar Salles” Activities Center (SESI) located in Linhares-ES. It seeks to answer the following research problem: What contributions does Educational Robotics provide to the Trigonometry learning process, considering its application in conjunction with problem solving? Its general objective is to identify contributions from the use of Educational Robotics as a didactic resource for learning Trigonometry and its specific objectives are: (1) to develop and apply a plan for teaching Trigonometry, combining Educational Robotics with problem solving; (2) observe and evaluate the Trigonometry learning process by a high school class submitted to the developed teaching plan. Thus, the research path involves the application of a didactic sequence in the form of workshops, in which students solve problem-situations in trigonometry using robotics. The research is theoretically based on Papert's Constructionism (2004, 2008) and more current sources on Educational Robotics, such as Campos (2013, 2019), Araújo and Mafra (2015), Barbosa, Silva and Blikstein (2019), D'Abreu and Bastos (2015), D'Abreu and Reis (2019). For data analysis, it employs Discursive Textual Analysis following the criteria of Moraes (2003). Among the results, it was possible to observe how concepts and definitions are constructed by students, as well as how they organize ideas in a logical sequence. Furthermore, it was found that the use of Educational Robotics in a Constructionist environment provides students with the development of investigative practices by solving problems via experimentation, in addition to enabling them to use something they have just learned in concrete situations. In broader terms, in addition to the specific aspect of learning Mathematics, it is important to highlight the contribution of Educational Robotics as a resource for social and personal training, through which students can apply and improve their creativity, imagination, autonomy and teamwork.

**Keywords:** Educational Robotics. Learning. Trigonometry. Constructionism.

## LISTA DE FIGURAS

|  |     |
|--|-----|
| <b>Figura 1.</b> Tartaruga de solo sendo utilizada.....                                    | 40  |
| <b>Figura 2.</b> Tela LOGO com representação da tartaruga.....                             | 41  |
| <b>Figura 3.</b> LEGOTC Logo.....  | 43  |
| <b>Figura 4.</b> Regra de elaboração pseudônimos.....                                      | 61  |
| <b>Figura 5.</b> Modelo da Rampa para realização da oficina 02.....                        | 73  |
| <b>Figura 6.</b> Modelo do Tapete para realização da oficina 03 e 04.....                  | 75  |
| <b>Figura 7.</b> LEGO <i>Mindstorms</i> EV3.....   | 77  |
| <b>Figura 8.</b> Sequência de montagem com peças LEGO.....                                 | 78  |
| <b>Figura 9.</b> Exemplo de uma sequência de montagem da programação em blocos....         | 78  |
| <b>Figura 10.</b> Montagem do robô pelos alunos.....                                       | 83  |
| <b>Figura 11.</b> Robô em uso na oficina 02.....   | 84  |
| <b>Figura 12.</b> Rampas utilizadas nas atividades da oficina 2.....                       | 84  |
| <b>Figura 13.</b> Representação plana da rampa de 30 cm de altura.....                     | 85  |
| <b>Figura 14.</b> Representação plana da rampa de 20 cm de altura.....                     | 85  |
| <b>Figura 15.</b> Tapete em uso na oficina 03.....   | 86  |
| <b>Figura 16.</b> Representação 01 da situação-problema oficina 04.....                    | 86  |
| <b>Figura 17.</b> Representação 02 da situação-problema oficina 04.....                    | 86  |
| <b>Figura 18.</b> Detalhe da fita crepe na rampa para aumentar a aderência .....           | 88  |
| <b>Figura 19.</b> Cálculos realizados pelos alunos no quadro durante a oficina 03.....     | 89  |
| <b>Figura 20.</b> Formalização proposta pelo aluno MPH.....                                | 90  |
| <b>Figura 21.</b> Formalização proposta pelo grupo A .....                                 | 90  |
| <b>Figura 22.</b> Formalização proposta pelo aluno FLN.....                                | 90  |
| <b>Figura 23.</b> Formalização proposta pelo grupo B.....                                  | 90  |
| <b>Figura 24.</b> Representação da saída do robô com ângulo de saída no valor de 30° ..... | 102 |
| <b>Figura 25.</b> Formalização sugerida pelo aluno MPH (Ilustração).....                   | 103 |
| <b>Figura 26.</b> Formalização sugerida pelo aluno MPH (Cálculos).....                     | 103 |
| <b>Figura 27.</b> Formalização sugerida pelo grupo A (Ilustração).....                     | 104 |
| <b>Figura 28.</b> Formalização sugerida pelo grupo A (Cálculos).....                       | 104 |
| <b>Figura 29.</b> Formalização sugerida pelo aluno FLN (Ilustração e Cálculos) .....       | 105 |
| <b>Figura 30.</b> Formalização sugerida pelo grupo B.....                                  | 105 |
| <b>Figura 31.</b> Cálculos feitos no quadro pelos alunos com uso da tangente .....         | 116 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Figura 32.</b> Programação em blocos para movimentar o robô para frente e medir a inclinação..... | 117 |
| <b>Figura 33.</b> Fotos dos alunos durante a oficina 03.....   | 118 |

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

|  |     |
|--|-----|
| <b>Quadro 1.</b> Trabalhos encontrados na segunda busca realizada na BDTD.....   | 21  |
| <b>Quadro 2.</b> Trabalhos encontrados na terceira busca realizada na BDTD.....  | 22  |
| <b>Quadro 3.</b> Trabalhos selecionados para leitura integral e montagem da Revisão de Literatura.....                 | 24  |
| <b>Quadro 4.</b> Caracterização dos sujeitos participantes da pesquisa.....  | 62  |
| <b>Quadro 5.</b> Descrição das ações planejadas pelo professor e realizadas pelos alunos.....                          | 69  |
| <b>Quadro 6.</b> Modelo de descrição do plano de aula idealizado para as oficinas.....                                 | 69  |
| <b>Quadro 7.</b> Cronograma das atividades/oficinas realizadas na escola durante a aplicação.....                      | 71  |
| <b>Quadro 8.</b> Expressões propostas pelos alunos e discutidas com a turma na oficina 04.....                         | 90  |
| <b>Quadro 9.</b> Seleção de trechos a partir do corpus principal para oficina 1<br>Gravações.....                      | 95  |
| <b>Quadro 10.</b> Seleção de trechos a partir do corpus principal para oficina 2<br>Gravações.....                     | 96  |
| <b>Quadro 11.</b> Seleção de trechos a partir do corpus principal para oficina 3<br>Gravações.....                     | 98  |
| <b>Quadro 12.</b> Seleção de trechos a partir do corpus principal para oficina 4<br>Gravações.....                     | 100 |
| <b>Quadro 13.</b> Seleção de trechos a partir do corpus principal para oficina 1<br>Falas registradas por escrita..... | 100 |
| <b>Quadro 14.</b> Seleção de trechos a partir do corpus principal para oficina 2<br>Falas registradas por escrita..... | 101 |
| <b>Quadro 15.</b> Seleção de trechos a partir do corpus principal para oficina 3<br>Falas registradas por escrita..... | 102 |
| <b>Quadro 16.</b> Seleção de trechos a partir do corpus principal para oficina 1<br>Falas registradas por escrita..... | 103 |
| <b>Quadro 17.</b> Desmontagem e unitarização das produções escritas (Gravações e Registros) .....                      | 106 |
| <b>Quadro 18.</b> Desmontagem e unitarização das produções escritas (Gravações e Registros) .....                      | 108 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Quadro 19.</b> Desmontagem e unitarização das produções escritas (Gravações e Registros) .....                    | 110 |
| <b>Quadro 20.</b> Categorização dos dados procedentes da fase de desmontagem e unitarização da produção escrita..... | 111 |
| <b>Quadro 21.</b> Categorização dos dados procedentes da fase de desmontagem e unitarização da produção escrita..... | 112 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais  
BNCC – Base Nacional Curricular Comum  
SESI – Serviço Social da Indústria  
SENAI– Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial  
BDTD – Biblioteca Brasileira de Dissertações e Teses  
NXT – DE Next Generation  
RCX – Robotic Command Explorer  
MIT – Massachusetts Institute of Technology  
OBR – Olimpíada Brasileira de Robótica  
TDIC – Tecnologia Digital, Informação e Comunicação  
TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação  
TD – Tecnologias Digitais  
AVA – Ambiente Virtual de Aprendizagem  
UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas  
UFAL – Universidade Federal de Alagoas  
UFRGS – Universidade Federal do RS  
NIED – Núcleo de Informática Aplicado a Educação  
ATD – Análise Textual Discursiva  
CEUNES – Centro Universitário Norte do Espírito Santo  
UFES – Universidade Federal do Espírito Santo  
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior  
ZDP – Zona de Desenvolvimento Potencial ou Proximal  
ENCCEJA – Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos  
ENEM – Exame Nacional de Ensino Médio  
AA – Aprendizagem Ativa  
PODS – Descrição, Observação, Discursão e Síntese.

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>14</b> |
| 1.1 O INTERESSE EM PESQUISAR TECNOLOGIAS DIGITAIS .....           | 14        |
| 1.2 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DA PESQUISA .....                  | 16        |
| 1.3 PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS .....                        | 17        |
| 1.4 COMO ESTE TRABALHO ESTÁ DIVIDIDO .....                        | 18        |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....                              | <b>20</b> |
| 2.1 O QUE DIZEM AS PESQUISAS ANALISADAS .....                     | 25        |
| 2.1.1 Pontos de aproximação e discussão .....                     | 36        |
| <b>3 DISCUSSÃO TEÓRICA</b> .....                                  | <b>38</b> |
| 3.1 FASES DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS.....                           | 38        |
| 3.2 A LINGUAGEM LOGO.....   | 39        |
| 3.3 PAPERT E O INÍCIO NA ROBÓTICA EDUCACIONAL.....                | 42        |
| 3.4 CONSTRUCIONISMO DE PAPERT.....                                | 44        |
| 3.5 TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL E ROBÓTICA EDUCACIONAL.....         | 46        |
| 3.6 ROBÓTICA EDUCACIONAL E APRENDIZAGEM .....                     | 48        |
| 3.7 ROBÓTICA EDUCACIONAL E PENSAMENTO COMPUTACIONAL.....          | 54        |
| 3.8 ROBÓTICA EDUCACIONAL E FATOR MOTIVACIONAL.....                | 55        |
| <b>4 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS</b> .....                        | <b>59</b> |
| 4.1 OS PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS .....                   | 60        |
| 4.2 A ESCOLA E OS SUJEITOS DA PESQUISA.....                       | 61        |
| 4.3 MÉTODO PARA ANÁLISE DOS DADOS.....                            | 63        |
| 4.4 DIRETRIZES EDUCACIONAIS E ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS.....          | 65        |
| 4.4.1 Trigonometria nos documentos oficiais .....                 | 65        |
| 4.4.2 Aprendizagem estruturada em situações-problema .....        | 66        |
| 4.4.3 Alinhamento construtivo .....                               | 67        |
| 4.4.4 Estrutura das oficinas.....                                 | 70        |
| 4.4.5 Kit Lego .....  | 76        |
| <b>5 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS</b> .....                      | <b>79</b> |
| 5.1 OFICINAS DESENVOLVIDAS E POSSÍVEIS SOLUÇÕES .....             | 79        |
| 5.1.1 Respostas do Pré-teste (Apêndice B) .....                   | 81        |
| 5.1.2 Reflexões sobre as oficinas .....                           | 83        |
| 5.1.3 Respostas do Pós-teste (Apêndice C) .....                   | 92        |
| 5.2 ANÁLISE DOS DADOS E REFLEXÕES SOBRE OS RESULTADOS.....        | 94        |
| 5.2.1 Transcrição das aulas Gravadas.....                         | 94        |
| 5.2.2 Transcrições das falas dos alunos durante as oficinas ..... | 100       |
| 5.2.3 Desmontagem e Unitarização .....                            | 106       |

|   |            |
|---|------------|
| 5.2.4 Categorização .....                                 | 112        |
| 5.2.5 Captação do Novo Emergente .....                    | 114        |
| <b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                       | <b>123</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                   | <b>125</b> |
| <b>APÊNDICE.....</b>                                      | <b>130</b> |
| APÊNDICE A – Parecer consubstanciado (CEP) .....          | 130        |
| APÊNDICE B – Avaliação diagnóstica ou pré-teste.....      | 134        |
| APÊNDICE C – Avaliação de aprendizagem (pós-teste). ..... | 136        |
| APÊNDICE D – Primeira oficina.....                        | 138        |
| APÊNDICE E – Segunda oficina.....                         | 139        |
| APÊNDICE F – Terceira oficina .....                       | 141        |
| APÊNDICE G – Quarta oficina .....                         | 142        |
| APÊNDICE H – Plano de Aula. ....                          | 143        |

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 O INTERESSE EM PESQUISAR TECNOLOGIAS DIGITAIS

Com o advento da tecnologia, nossos alunos são atingidos por ela de forma direta ou indiretamente, o que nos remete a uma série de reflexões a respeito do cotidiano escolar e suas transformações, bem como à procura por novas ferramentas para o ensino e aprendizagem da matemática.

Iniciei meu contato com a tecnologia quando cursei o curso de Eletrotécnica no SENAI em 2002, sem ainda perceber as atribuições que possuía para atuar como professor. Após concluir minha graduação em Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal do Espírito Santo no final de 2010, consegui nesse mesmo ano iniciar minha trajetória como professor na escola SESI-Linhares, onde atuo até hoje. Em 2018 conclui minha graduação em Física também pela Universidade Federal do Espírito Santo, curso de fundamental importância para o aprofundamento do tema, visto que com as aulas de Física Experimental consegui perceber a relação e a importância da prática e do lúdico, com os conteúdos de Física e de Matemática.

Na escola SESI, trabalho com tecnologia desde 2014, especificamente com a Robótica Educacional, em duas vertentes: 1) Robótica como ferramenta facilitadora, inserida dentro de conteúdos e temas de Matemática e Ciências Exatas; 2) Robótica para competições, “Olimpíadas”, em que equipes são preparadas para competir durante o ano letivo, nas modalidades prática e teórica. Comecei a perceber nessa época o quanto a Matemática e a Robótica podem ser aliadas nos processos de aprendizagem. Concordo com Borba, Scucuglia e Gadanidis (2014) quando enfatizam a importância de explorar recursos inovadores da tecnologia educacional e suas potencialidades, com o propósito de minimizar o abismo existente entre as práticas escolares e os acontecimentos sociais extraescolares. Para eles: “As dimensões da inovação tecnológica permitem a exploração e o surgimento de cenários alternativos para a educação e, em especial, para o ensino e aprendizagem de matemática” (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2014, p. 17).

O uso de tecnologias digitais nas aulas Matemática vem ganhando intensidade dentro das escolas e, segundo os mesmos autores é aí que se enquadra a Robótica Educacional<sup>1</sup> como recurso didático, que nos proporciona uma vertente voltada para a prática. A robótica juntamente com os conteúdos abordados, e o uso de atividades, podem facilitar o processo de aprendizagem. Dentro deste contexto, a Robótica Educacional pode ser entendida como uma ferramenta ou recurso que auxilia no processo de aprendizagem de matemática.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) destacam a importância do uso da tecnologia na educação, levando em consideração os conteúdos a serem trabalhados e o contexto em que as escolas se encontram, a tecnologia atualmente pode e deve ser empregada como fator mudança social.

As tecnologias, em suas diferentes formas e usos, constituem um dos principais agentes de transformação da sociedade, pelas modificações que exercem nos meios de produção e por suas consequências no cotidiano das pessoas (BRASIL, 1997, p. 43).

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a tecnologia também tem seu lugar de destaque. Suas orientações estabelecem que os alunos do Ensino Fundamental devem ser direcionados pelos professores para que consigam usufruir da tecnologia de forma consciente, crítica e responsável, tanto no contexto de sala de aula quanto para a resolução de situações cotidianas. Especificamente, a BNCC inclui o domínio da tecnologia entre as competências específicas<sup>2</sup> a serem desenvolvidas pelos alunos na escola, de modo a contribuir para obtenção de novos conhecimentos e possa servir também para o mundo do trabalho:

**Competência Específica 7:** 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.497).

---

1 Robótica Educacional ou Robótica Pedagógica são os termos mais utilizados no Brasil (CAMPOS, 2019, p.28)

2 Cada área do conhecimento estabelece competências específicas de área, cujo desenvolvimento deve ser promovido ao longo dessa etapa, tanto no âmbito da BNCC como dos itinerários formativos das diferentes áreas. Essas competências explicitam como as competências gerais da Educação Básica se expressam nas áreas (BRASIL, 2017).

A liberdade de iniciativa e controle dos estudantes no ambiente computacional e o aprendizado entendido como construção coletiva do conhecimento são características do Construcionismo propostas por Papert (2008), segundo o qual, “[...] uma abordagem instrucional guiada com robôs facilita o trabalho em equipe, desenvolve a compreensão conceitual e melhora o pensamento crítico” (PRADO e MORCELI, 2019, p.39). Neste trabalho tratamos apenas da primeira vertente da Robótica Educacional mencionada: robótica como ferramenta facilitadora, particularmente inserida no processo de aprendizagem de conteúdos e temas de Matemática, especificamente Trigonometria.

Destacamos que empregamos nesta seção a primeira pessoa do singular tendo em vista ser mais adequada para apresentar a trajetória pessoal deste pesquisador. A partir da próxima seção o discurso será em primeira pessoa do plural, considerando que a pesquisa realizada foi uma construção coletiva envolvendo alunos, professor-pesquisador, orientador e outros.

## 1.2 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DA PESQUISA

No livro organizado por Barbosa e Silva, Blikstein (2019), é apresentado um panorama de como a Robótica Educacional foi abordada em pesquisas científicas no período de 1996 até 2016, nos programas de pós-graduação no Brasil. De uma quantidade enorme de dados apresentados no livro, destacamos que, de um total de 86 trabalhos acadêmicos sobre Robótica Educacional, dos quais 73 são dissertações de mestrado e 13 teses de doutorado, apenas 8 deles tratam de Educação Matemática e apenas um foi produzido no Espírito Santo (ligado à Informática na Educação); além disso, a aprendizagem de conceitos específicos é tratada em 25 das 86 pesquisas. No que diz respeito à aprendizagem de conceitos, é preciso destacar que o foco desses trabalhos não está na aprendizagem como processo ou no recurso utilizado (robótica), mas na relação que existe entre os dois.

Considerando a pequena quantidade de trabalhos publicados no período de 20 anos no Brasil e especialmente no Espírito Santo, abordando a robótica na aprendizagem da Matemática, pode-se dizer que investigar o tema é relevante e trará contribuições

ao nosso entendimento, relacionadas às maneiras de se trabalhar conteúdos matemáticos em sala de aula por meio da Robótica Educacional e, particularmente, ao uso da resolução de problemas em conjunto com a robótica.

As tecnologias digitais se fundem com os sistemas físicos, biológicos e econômicos. No longo prazo, isso criará transtornos para todas as indústrias e tecnologias. Temos que nos adaptar a essas mudanças, e devemos entender as novas tecnologias e adquirir habilidades como pensamento crítico, pensamento computacional e interdisciplinar para lidar com essas mudanças. As escolas têm um mandato social. Esta missão começa com o aluno, que deve adquirir conhecimentos, aptidões e competências, e educar e moldar os alunos para se tornarem cidadãos que irão apoiar e dar continuidade à sociedade. Portanto, precisamos adaptar as novas tecnologias digitais nas escolas. Além disso, precisamos saber mais sobre como podemos integrar tal tecnologia em um ambiente escolar, como por exemplo, o uso de robôs no ensino de programação matemática (FORSSTRÖM; KAUFMANN, 2018, p.28, tradução nossa).

Nossa e outras pesquisas apontam para a necessidade de a escola atualizar seus métodos de ensino, no sentido de capacitar os alunos para o enfrentamento dos desafios decorrentes do desenvolvimento tecnológico. Durante o nosso estudo, buscamos identificar os assuntos de matemática que deveriam ser trabalhados com robótica e quais não são, o que consolidou nossa opção pela Trigonometria no Triângulo Retângulo como tema. Sendo assim, utilizar a robótica para aprendizagem de Trigonometria é uma perspectiva nova e interessante para o ensino de conteúdos de matemática.

### 1.3 PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS

Das experiências com robótica adquiridas ao longo do trabalho docente, surgiram a necessidade e a iniciativa de estudar o tema mais a fundo, em observância e articulação com os pontos primordiais que constituem a Robótica Educacional como uma importante ferramenta de ensino e aprendizagem de matemática, o que culminou na problemática deste trabalho: **Quais contribuições a Robótica Educacional pode proporcionar ao processo de aprendizagem da Trigonometria, considerando sua aplicação conjugada à resolução de problemas?** Tentando encontrar respostas a esse questionamento, apresentamos como objetivo geral frente à pesquisa.

## **Objetivo Geral**

Identificar contribuições do uso da Robótica Educacional como recurso didático para a aprendizagem de Trigonometria.

A partir daí, traçamos como **objetivos específicos**:

- 1) Desenvolver e aplicar um plano para o ensino de Trigonometria, combinando a Robótica Educacional com a resolução de problemas.
- 2) Observar e avaliar o processo de aprendizagem de Trigonometria por uma turma de Ensino Médio submetida ao plano de ensino desenvolvido no formato de oficinas.

## 1.4 COMO ESTE TRABALHO ESTÁ DIVIDIDO

Dadas as considerações iniciais postas em nossa introdução, nosso estudo está dividido em outros cinco capítulos: Revisão de Literatura, Discussão Teórica, Metodológica e Procedimentos, Descrição e Análise dos Dados e Considerações Finais.

No segundo capítulo, após análise de alguns trabalhos acadêmicos que tratam de Educação Matemática e Robótica Educacional, apresentamos pesquisas acadêmicas que trataram recentemente do tema (até a data em que realizamos nossas buscas), que se assemelham ou contribuem de forma relevante para o desenvolvimento da nossa.

O terceiro capítulo, a fundamentação teórica, apresenta os autores do nosso referencial teórico debatendo temas relevantes e que merecem destaque em nossa pesquisa:

- construcionismo, proposto por Papert (2004, 2008);
- A mediação e o contexto social no processo de aprendizagem, proposto por Vygotski (2007);
- A importância do uso de recursos tecnológicos na educação, segundo Valente (1999, 2015) e Borba, Scucuglia e Gadanidis (2014);
- Aprendizagem de Matemática baseada na resolução de problemas seguindo as concepções de Polya (2006);

- Robótica para uso Educacional, discutida por Campos (2013, 2019), Araujo e Mafra (2015), Barbosa e Silva e Blikstein (2019), D'Abreu e Bastos (2015), D'Abreu e Reis (2019);

No quarto capítulo é apresentada a metodologia da pesquisa, incluindo os procedimentos adotados e os instrumentos para levantamento de informações. Também são descritas as estratégias para coletas de dados e a utilização da Análise Textual Discursiva. Todo o plano de aulas desenvolvido para dar suporte à realização das cinco oficinas e das atividades escritas e práticas, que estão baseados no Alinhamento Construtivo, também é apresentado neste capítulo.

O quinto capítulo foi destinado à descrição da sequência de atividades desenvolvidas e à análise dos dados coletados: como os alunos reagiram à proposta, como foram as atividades escritas e a interação dos alunos durante a realização das oficinas. Descrevemos ainda os resultados alcançados, bem como a apresentação do material desenvolvido e empregado nas aulas de Trigonometria com uso da Robótica.

No sexto e último capítulo fazemos as considerações finais, descrevendo os pontos fracos e fortes do desenvolvimento da pesquisa e possíveis encaminhamentos para trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A busca bibliográfica da temática Robótica Educacional na literatura da área foi realizada no primeiro semestre de 2020, por meio da filtragem de produções, conforme fontes de dados descritas na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)<sup>3</sup>. Na primeira busca em 20 de maio de 2020, utilizando apenas o termo “Robótica Educacional” no período de publicação dos trabalhos em aberto, obtivemos uma quantidade de 121 trabalhos, muitos deles em áreas do conhecimento que não têm relação direta com nosso estudo, tais como engenharia, computação, psicologia etc. Devido a isso, fizemos duas novas buscas utilizando um conjunto de palavras-chaves. Na segunda, em 22 de junho de 2020, utilizamos o seguinte conjunto de palavras-chave: “*Robótica Educacional, Aprendizagem, Educação Básica*”. Obtivemos uma quantidade de doze trabalhos, após leitura dos resumos, optamos pela escolha de quatro deles. Para a terceira busca realizada no dia 24 de junho, as palavras-chaves foram: “*Robótica Educacional, Aprendizagem, Educação Matemática*”. Selecionamos vinte e três trabalhos, para a leitura dos resumos e optamos pela escolha de quatro deles. Por fim, em uma busca irrestrita realizada no site Scielo.br<sup>4</sup> em 10 de julho de 2020 com a palavra-chave “Robótica Educacional”, obtivemos apenas dois trabalhos que nos serviram para aprofundar os conhecimentos sobre o uso da Robótica Educacional, mas que não contribuíram diretamente para nossa pesquisa. Para a escolha dos trabalhos que seriam estudados mais profundamente, utilizamos os seguintes critérios:

- 1) relação com a área de pesquisa Educação Matemática;
- 2) contemplação do tema Robótica Educacional;
- 3) trabalhos que apresentavam alguma proposta de aplicação da Robótica Educacional no formato de aulas, oficinas, desenvolvimento de atividades;
- 4) teses e dissertações que discutiam temas voltados para aprendizagem de Matemática com uso do recurso Robótica Educacional na Educação Básica.

No quadro a seguir apresentamos os doze trabalhos encontrados na segunda busca, destacados em negrito os quatro que foram selecionados.

---

3 A escolha de usar BDTD, passa pela facilidade na filtragem dos trabalhos e pela aquisição do material completo em formato PDF.

4 Site Scielo.br, a Biblioteca Eletrônica Científica Online.

**Quadro 01** – Trabalhos encontrados na segunda busca realizada na BDTD.

| Nº | Título  | Autor                                | Ano da defesa |
|----|---|--------------------------------------|---------------|
| 01 | <b>Potencializando a criatividade e a socialização: um arcabouço para o uso da robótica educacional em diferentes realidades educacionais</b>   | Braz, Lilian Gonçalves               | 2010          |
| 02 | <b>O uso da robótica educativa e o desenvolvimento de competências e habilidades matemáticas</b>  | Almeida Neto, Carlos Alves de        | 2014          |
| 03 | Uma proposta de ensino acerca das energias renováveis: Ações a partir do kit de robótica  | Brito, Francinaldo Maciel de         | 2016          |
| 04 | Conhecimento geométrico de professores do Ensino Fundamental - anos iniciais: um estudo a partir do observatório da educação  | Oliveira, Ricardo Benedito de        | 2016          |
| 05 | A história das ciências no ensino de química: implicações para uma abordagem CTS na formação continuada de professores  | Oliveira, Rosangela Rodrigues de     | 2016          |
| 06 | Robótica aplicada à educação: uma análise do pensar e fazer dos professores egressos do curso oferecido pelo município de João Pessoa - PB  | Silva, Jéssica Ferreira Souza da     | 2017          |
| 07 | Robótica educacional: uma proposta para a educação básica   | Andrade, Juliana Wallor de           | 2018          |
| 08 | <b>Processo de construção do conhecimento científico na educação básica a partir de experiências com robótica pedagógica</b>  | Oliveira, Ortenio de                 | 2018          |
| 09 | Estudo sobre a atenção concentrada em um projeto de robótica educacional no ensino médio de escolas públicas do município de Porto União - SC   | Cuch, Luiz Roberto                   | 2018          |
| 10 | <b>A robótica educacional como recurso de mobilização e explicitação de invariantes operatórios na resolução de problemas</b>   | Santos, Clodogil Fabiano Ribeiro dos | 2018 -Tese    |
| 11 | Mapeamento do pensamento computacional por meio da ferramenta Scratch no contexto educacional brasileiro: análise de publicações do Congresso Brasileiro de Informática na Educação entre 2012 e 2017 | Massa, Nayara Poliana                | 2019          |
| 12 | Aplicação de ferramentas pedagógicas para o ensino de ciências em estudantes de Pedagogia: aprendendo sobre energia e eletricidade.   | Quinquilo, Natalia Carvalho Rosas    | 2019          |

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Em relação aos trabalhos não selecionados, seguem alguns apontamentos de forma resumida de suas propostas: temas voltados para ensino na educação básica, com aplicações direcionadas a formação de professores; robótica como auxílio para a melhoria da atenção dos alunos, ou na capacidade dos alunos em manter o foco em sala de aula; Robótica Educacional voltada para o ensino de temas de Física;

programação e pensamento computacional; temas voltados para formação de professores do Ensino Superior.

No quadro a seguir apresentamos os vinte e três trabalhos encontrados na terceira busca, destacado em negrito os quatro que foram selecionados.

**Quadro 02** – Trabalhos encontrados na terceira realizada busca na BDTD.

| Nº        | Título  | Autor                                   | Ano da Defesa |
|-----------|---|---|---------------|
| <b>01</b> | <b>Robótica educacional: socializando e produzindo conhecimentos matemáticos</b>  | <b>Moraes, Maritza Costa</b>            | <b>2010</b>   |
| 02        | Robótica na sala de aula de matemática: os estudantes aprendem matemática?  | Martins, Elisa Friedrich                | 2012          |
| 03        | Robótica educacional aplicada ao ensino de química: colaboração e aprendizagem  | Pereira Júnior, Carlos Antônio          | 2014          |
| 04        | A utilização da robótica educacional com a plataforma Arduino : uma contribuição para o ensino de Física                            | Luciano, Ana Paula Giacomassi           | 2014          |
| 05        | O uso da robótica educativa e o desenvolvimento de competências e habilidades matemáticas   | Almeida Neto, Carlos Alves de           | 2014          |
| <b>06</b> | <b>A Robótica Educacional como meio para à aprendizagem da Matemática no Ensino Fundamental</b>                                     | <b>Gomes, Patrícia Nádía Nascimento</b> | <b>2014</b>   |
| 07        | Robótica educacional e raciocínio proporcional: Uma discussão à luz da Teoria da Relação Com o Saber                                | Oliveira, Edvanilson Santos de          | 2015          |
| 08        | Robótica educacional e aprendizagem colaborativa no ensino de biologia: discutindo conceitos relacionados ao sistema nervoso humano | Garcia, Mara Cristina de Moraes         | 2015          |
| <b>09</b> | <b>Ensino das relações métricas do triângulo retângulo com robótica educacional</b>   | <b>Santos, Marden Eufrazio dos</b>      | <b>2016</b>   |
| 10        | Robótica educacional aplicada ao ensino de física   | Fornaza, Roseli                         | 2016          |
| 11        | Altas habilidades/superdotação e robótica: relato de uma experiência de aprendizagem a partir de Vygotsky                           | Pereira, Wilson Roberto Francisco       | 2016          |
| 12        | Lego® Education: Um recurso didático para o ensino e aprendizagem sobre os artrópodes quelicerados                                  | Almeida, Felipe de Lima                 | 2016          |

Continua

Cont. Quadro 2

|           |  |                                      |             |
|-----------|--|--------------------------------------|-------------|
| 13        | Uma proposta de ensino acerca das energias renováveis: Ações a partir do kit de robótica   | Brito, Francinaldo Maciel de         | 2016        |
| 14        | Protótipo robótico de baixo custo utilizado como ferramenta para o ensino de Matemática  | Medeiros Neto, Manoel Sátiro de      | 2017        |
| 15        | Uma proposta de estudo da autonomia docente de professores de ciências e de matemática em exercício                                      | Maciel Junior, Percy Fernandes       | 2017        |
| 16        | Robótica educacional: uma proposta para a educação básica  | Andrade, Juliana Wallor de           | 2018        |
| 17        | A robótica educacional como recurso de mobilização e explicitação de invariantes operatórios na resolução de problemas                   | Santos, Clodogil Fabiano Ribeiro dos | 2018        |
| 18        | Robótica educacional como recurso pedagógico fomentador do letramento científico de alunos da rede pública de ensino na cidade do Recife | SILVA, Heitor Felipe da              | 2018        |
| 19        | Processo de construção do conhecimento científico na educação básica a partir de experiências com robótica pedagógica                    | Oliveira, Ortenio de                 | 2018        |
| <b>20</b> | <b>Robótica educativa na construção do pensamento matemático</b>   | <b>Aragão, Franciella,</b>           | <b>2019</b> |
| 21        | A robótica educacional como possibilidade para o ensino de conceitos de lógica de programação  | Silva, Alessandro Siqueira da        | 2019        |
| 22        | Argumentação no ensino de ciências: o uso da robótica como ferramenta na construção do conhecimento                                      | SILVA, Jéssica de Andrade            | 2019        |
| 23        | Mapeamento do pensamento computacional por meio da ferramenta Scratch no contexto educacional.   | MASSA, Nayara Poliana                | 2019        |

**Fonte:** Elaborado pelo autor

As pesquisas não selecionadas apresentavam temas como: Ensino na Educação Básica, com aplicações direcionadas a formação de professores; Robótica Educacional com uso de programação para Arduino<sup>5</sup>; Robótica Educacional voltada para o ensino de temas de Química; Robótica Educacional voltada para o ensino de temas de Física; Robótica Educacional voltada para o ensino de temas de Biologia; Robótica Educacional de baixo custo; robótica com alunos de altas habilidades; ensino de programação para Ensino Superior; Robótica Educacional voltada para o ensino de temas de Ciências;

---

<sup>5</sup> Arduino UNO foi projetado na Itália em 2005, oferecendo aos usuários a condição de trabalhar programação em programas mais sofisticados e eletrônica. Disponível em: <http://arduino.cc>. Acesso em: 12 jun. 2020.

Vale ressaltar que dos oito trabalhos escolhidos para a nossa revisão de literatura, três coincidiram de aparecer nas duas buscas realizadas, sendo escolhidos e colocados para compor o Quadro 02. Consideramos que apesar de a Robótica Educacional ser um tema abrangente, com aplicabilidade em diversas áreas de ensino, a quantidade de pesquisas em Educação Matemática voltadas para sua utilização ainda é relativamente pequena. Além dos critérios já estabelecidos e apresentados anteriormente para a escolha, também observamos como são abordados e discutidos os conceitos de robótica. O quadro a seguir apresenta os trabalhos selecionados para leitura integral.

**Quadro 03** – Trabalhos selecionados para leitura integral e montagem da Revisão de Literatura.

| <b>Autor(a)</b>                         | <b>Título</b>  | <b>Instituição</b> | <b>Ano</b> | <b>M/D</b>            |
|---|--|--------------------|------------|-----------------------|
| BRAZ, Lilian<br>Gonçalves               | Potencializando a criatividade e a socialização: um arcabouço para o uso da robótica educacional em diferentes realidades educacionais | FURG               | 2010       | Mestrado Acadêmico    |
| MORAES, Maritza<br>Costa                | Robótica educacional: socializando e produzindo conhecimentos matemáticos  | FURG               | 2010       | Mestrado Acadêmico    |
| GOMES, Patrícia<br>Nádia Nascimento.    | A Robótica Educacional como meio para à aprendizagem da Matemática no Ensino Fundamental   | UFLA               | 2014       | Mestrado Profissional |
| ALMEIDA NETO,<br>Carlos Alves de.       | Uso da Robótica Educativa e o desenvolvimento de competências e habilidades matemáticas.   | UFC                | 2014       | Mestrado Profissional |
| SANTOS, Mardem<br>Eufrasio dos.         | Ensino de Relações Métricas do Triângulo Retângulo com Robótica Educacional  | IFAM               | 2016       | Mestrado Profissional |
| SANTOS, Clodogil<br>Fabiano Ribeiro dos | A robótica educacional como recurso de mobilização e explicitação de invariantes operatórios na resolução de problemas                 | UTFPR              | 2018       | Doutorado             |
| OLIVEIRA, Ortenio.                      | Processo de construção do conhecimento científico na Educação Básica a partir de experiências com Robótica Pedagógica.                 | UFSCAR             | 2018       | Mestrado Acadêmico    |
| ARAGÃO, Franciella,                     | Robótica educativa na construção do pensamento matemático  | FURB               | 2019       | Mestrado Acadêmico    |

**Fonte:** Elaborado pelo autor

## 2.1 O QUE DIZEM AS PESQUISAS ANALISADAS

Lilian Gonçalves Bráz (Bráz, 2010) é a autora da dissertação de mestrado intitulada: *Potencializando a criatividade e a socialização: Um arcabouço para o uso da Robótica Educacional em diferentes realidades educacionais* teve como um dos seus objetivos

Desenvolver um arcabouço, composto por um conjunto de práticas pedagógicas, capaz de explorar a criatividade e a sociabilidade associadas à construção, montagem e programação de sistemas robóticos; aplicar o arcabouço em oficinas práticas, de forma a avaliar o seu uso (BRÁZ, 2010, p.13).

Para realizar a pesquisa, empregou como metodologia o Estudo de Caso, com abordagem qualitativa. Os instrumentos de coleta de dados foram: gravações, observações da rotina, entrevistas e relatórios produzidos pelos alunos. O método de análise de dados utilizado foi a categorização.

Em sua pesquisa, a autora promoveu oficinas baseadas na metodologia de projetos<sup>6</sup> e *design*<sup>7</sup>. A proposta partiu de um tema específico, associado a um projeto cujo objetivo foi a construção de um artefato robótico (atividade orientada pelo uso da revista ou manual, onde se encontra o conjunto de instruções, descritas passos a passo para a montagem) para solução da situação-problema também apresentada no manual do aluno. O arcabouço é composto por cinco etapas: Croqui Virtual, Croqui Funcional, Croqui Concreto, Protótipo e Apresentação. Tais etapas devem conduzir o aluno ao desenvolvimento de habilidades que possibilitam desenvolver as competências para aprender a agir. Já o *design* seria o primeiro passo para a criação dos robôs. Foram realizadas quatro oficinas com uso da robótica, cujos temas foram: Compactador de Lixo (5ª Série), Torre (8ª Série), Garra (7ª Série), Mascote (6ª Série).

Para cada um dos temas foram realizadas duas oficinas com turmas diferentes, sendo a coleta dos dados realizada pela autora e pelo professor regente da turma. Por ser

---

6 Metodologia de Projetos – “Pode-se dizer que a palavra projeto faz referência à ideia de lançar uma sistemática, um tema, proporcionando a confiança, a continuidade e o risco de determinadas rupturas” (Gadotti; Romão, 2002, p. 18, apud, Bráz, 2010, p. 26).

7 “O *design* apresenta-se como um meio de exercitar as conexões entre as capacidades do homem, permitindo a ligação entre a ideia imaginada (por vezes abstrata) em algo concreto, disponível a todos” (MEYER, 2002, p.3, apud, Bráz, 2010, p. 51).

um trabalho que utiliza o bloco programável LEGO NXT (de *Next Generation*) lançado em 2006, uma versão anterior ao LEGO *Mindstorms* EV3 cujo lançamento ocorreu em 2014, as atividades propostas nas oficinas estão presentes no caderno de montagem desse kit. Entretanto, a elaboração dos croquis é certamente uma prática válida, pois estimula os alunos a desenvolverem a ideia do projeto antes de receber a montagem presente no kit, explorando assim, a criatividade.

No contexto educacional, é importante saber que a criatividade é característica que difere, de forma individual, todo ser humano. Os indivíduos são naturalmente criativos, necessitando de mecanismos de apoio para desenvolver e expandir seu potencial criativo, a partir do fortalecimento de atitudes, comportamentos, valores, crenças e outros (BRÁZ, 2010, p.24).

Em sua conclusão, fica evidente que os alunos trabalharam de forma colaborativa, interagindo em grupo, demonstrando que compreenderam a importância da socialização durante as oficinas. A aprendizagem ocorreu durante o processo de construção coletiva e significativa<sup>8</sup>, em que os alunos foram incentivados a questionarem e tirarem dúvidas com o professor na perspectiva de promover seu conhecimento de maneira estimuladora e funcional.

Patrícia Nádia Nascimento Gomes (Gomes, 2014) é a autora da dissertação de mestrado denominada: *A Robótica Educacional como meio para a aprendizagem da Matemática no Ensino Fundamental*. Seu objetivo foi “Explorar, por meio da percepção dos estudantes, o desenvolvimento de atividades de ensino-aprendizagem de geometria plana no ensino fundamental II, utilizando-se como ferramenta o brinquedo Lego *Mindstorms*” (Gomes, 2014, p. 13). Para realizar a pesquisa, a autora empregou como metodologia o Estudo de Caso. Os instrumentos de coleta de dados foram: a observação participante, diário de campo e entrevistas semiestruturadas. O método de análise de dados não aparece de forma clara, entretanto, relata que a partir dos dados obtidos e da revisão de literatura foi realizada uma reflexão sobre a prática. Em sua pesquisa, Gomes organizou sequências didáticas baseadas na Pedagogia de Projetos<sup>9</sup> e sua aplicação envolveu oito alunos do 8º ano do Ensino Fundamental. A pesquisadora também foi a professora regente.

---

8 Significativa segundo a Teoria da Aprendizagem de Ausubel (1980).

9 Pedagogia de Projetos – “[...] no trabalho com projetos, os sujeitos se envolvem na procura de respostas para problemas reais, na qual acarreta a descoberta ou a produção de algo novo” (Prado, 2005, apud Gomes, 2014, p.32).

As atividades foram elaboradas com uma sistematização no formato de jogos. Um dos jogos consistia em uma “caça ao tesouro”, dividida em etapas. A primeira abarcou a construção do robô com o bloco programável LEGO NXT, a segunda a sua programação, e na terceira, foi solicitado que o robô chegasse a um objeto (tesouro), desviando de obstáculos no caminho, com o menor número de movimentos possíveis. Essa proposta deixou clara a intenção de utilizar a resolução de problemas no desenvolvimento das atividades; contudo, a autora salienta que a quantidade de encontros não foi suficiente para a coleta de dados (cita apenas dois dias no turno vespertino). Ao analisar as formas e estratégias que os alunos desenvolveram para resolver o problema, a pesquisadora percebeu que os estudantes elaboraram uma representação inicial do que é possível fazer para alcançar a solução final.

As atividades relatadas no trabalho foram elaboradas para investigar as relações dos alunos com a robótica. A pesquisadora esclareceu que pensou não somente nos conteúdos matemáticos, mas também no comportamento dos alunos. Percebeu que, a partir do momento em que os desafios foram aumentando em dificuldade, os alunos começaram a dispersar e se desligar, sobrando apenas um pequeno grupo, o qual se envolveu realmente com as atividades propostas.

Entendemos que essas dificuldades se devem ao fato de os alunos não terem um contato constante com os equipamentos e com a programação. Em nosso trabalho não tivemos essa dificuldade devido ao fato de os alunos já terem uma experiência com os equipamentos nas séries anteriores. Segundo a pesquisadora, para que a robótica possa ser aplicada como uma ferramenta de apoio ao professor, como proposto na literatura, sua inserção em sala de aula deve se dar de forma gradativa, de modo que os alunos percebam por eles mesmos como os conteúdos podem ser aprendidos de forma significativa.

A tese de doutorado de Clodogil Fabiano Ribeiro dos Santos (Santos, 2018) sob título: *A Robótica Educacional com recurso de mobilização e explicitação de invariantes operatórios*<sup>10</sup> na resolução de problemas. Teve como objetivo geral:

---

10 Invariantes Operatórios – “Teoremas-em-ação e conceitos-em-ação mobilizados para dar conta de situações que envolvam conhecimentos matemáticos, especificamente os relacionados à álgebra elementar e à geometria” (VERGNAUD, 2009, apud Santos, 2018, p.16).

Avaliar elementos que apontem o uso da robótica educacional como um instrumento de explicitação dos invariantes operatórios mobilizados pelos sujeitos da pesquisa na resolução de problemas em matemática, por meio de identificação de características do pensamento computacional<sup>11</sup> (SANTOS, 2018, p.19).

Para realização da pesquisa, Santos empregou como metodologia o Estudo de Caso, com a abordagem qualitativa interpretativa. Os instrumentos de coleta de dados foram: questionários, entrevistas semiestruturadas, gravações e observação. O método de análise de dados empregado foi a Análise Textual Discursiva (ATD). As atividades foram desenvolvidas no âmbito dos Clubes de Robótica e Automação de forma observacional, com sequência didática estruturada pela engenharia didática. Alguns dos sujeitos pesquisados participaram como monitores (participantes monitores) ou observadores (participantes observadores) das atividades desenvolvidas nos Clubes pelos estudantes, denominados alunos membros. Os alunos foram observados durante os trabalhos em relação a sua desenvoltura para resolver situações-problema com robótica, mais especificamente com o Arduino. Um dos problemas propostos pelos participantes monitores e entregue aos alunos membros dos Clubes foi estabelecer uma sequência de passos para se construir determinadas figuras geométricas planas.

O pesquisador observou a interação dos estudantes presentes nas aulas, com os dispositivos computacionais programáveis, mais especificamente com o aplicativo de programação e o dispositivo robótico. O objetivo foi de verificar a mobilização de conhecimentos pelos sujeitos participantes na resolução dos desafios propostos. Em sua conclusão, o autor percebeu que houve um potencial atrativo às atividades de programação e robótica. Apesar disso, muitos dos participantes iniciais do projeto acabaram desistindo de participar por conta da indisponibilidade de tempo. A Análise Textual Discursiva de suas transcrições permitiu identificar diversos indicadores de mobilização de conhecimentos, mostrando ser muito eficiente para análise qualitativa de dados, como é o caso da nossa pesquisa.

---

11 O pensamento computacional é mencionado na nova Base Nacional Comum Curricular como sendo uma habilidade específica na área de matemática. O documento estabelece que o estudante deve ser capaz de "(EM13MAT406) - Utilizar os conceitos básicos de uma linguagem de programação na implementação de algoritmos escritos em linguagem corrente e/ou matemática" (BRASIL, 1998, p.531)

A dissertação de mestrado intitulada *Processo de construção do conhecimento científico na Educação Básica a partir de experiências com Robótica Pedagógica*, de autoria de Ortenio de Oliveira (Oliveira, 2018), teve como objetivo geral de pesquisa “[...] analisar como se realiza a construção de conhecimentos científicos na educação básica a partir de experiências com a robótica pedagógica” (Oliveira, 2018, p.20). A pesquisa teve abordagem qualitativa, classificada como exploratória e descritiva. Os instrumentos de coleta de dados empregados foram questionários, observação e entrevistas; o método de análise dos dados foi a Categorização. O estudo apresenta também alguns dados estatísticos. Na sua pesquisa de campo, Oliveira esteve em três escolas distintas e observou experiências com formato de cursos/oficina, inseridas no currículo regular ou realizando atividades propostas por projetos.

Das três escolas, duas são particulares e uma é pública. Foram observados pelo pesquisador dois modelos distintos de robótica pedagógica: Prototipagem e Simulação<sup>12</sup>. Cada escola tem a possibilidade de escolha do seu material de robótica, com isso, o autor relatou que foram observadas e analisadas três metodologias distintas para as atividades propostas.

No tocante à robótica existem várias metodologias que tratam do tema sem, contudo, haver um consenso sobre melhor forma de sua aplicação. Falar de incorporação de robótica no processo ensino-aprendizagem pode representar situações distintas. A primeira de educação tecnológica, ou seja, introduzir a robótica para ensinar os conceitos inerentes a ela. A segunda situação é introduzi-las como “material didático”, aproveitando suas propriedades para ensinar conceitos científicos. Uma terceira situação seria a mescla das duas anteriores [...] (OLIVEIRA, 2018, p. 127).

Em seu trabalho, o pesquisador faz um apanhado geral da robótica através de teses, dissertações (um total de 11) e artigos publicados (um total de 10 artigos internacionais). Ponderamos destacar algumas contribuições importantes feitas nas análises de Oliveira a respeito dos artigos:

---

12 Prototipagem e Simulação – “Nesses ambientes tornam-se distintos dois modelos predefinidos como robótica pedagógica, isto é, quando o tema é robótica pedagógica, a expressão pode ser sinônima de: 1) prototipagem: construção física de um dispositivo robótico, possível de programação e reprogramação das unidades de controle, via software; e, 2) simulação: consiste na aplicação de design, programação e controle de objetos virtuais, onde não ocorre a manipulação física de robôs ou qualquer outro dispositivo robótico” (Oliveira, 2018, p. 86).

O nível da orientação do professor na resolução de problemas por meio da robótica é um dos elementos importantes neste estudo, evidenciando através de algumas experiências, que presença e orientação do professor são necessárias para ganhos cognitivos. Isso pode estar apontando que, conforme discursos predominantes, não há autonomia absoluta do aluno em relação ao seu aprendizado, senão uma limitação da sua dependência em relação ao professor, para determinadas questões (OLIVEIRA, 2018, p.82).

Ainda para o autor a Robótica Educacional pode proporcionar ao professor um laboratório de possibilidades. Com isso, é fornecido aos alunos um ambiente de aprendizagem onde eles podem elaborar suas hipóteses e, em seguida verificá-las, por meio de atividades propostas de acordo aos objetivos traçados pelo professor. O material utilizado (kits de robótica) é determinante para o bom desempenho das atividades, fornecendo direcionamento aos alunos. Também pode ser classificado por idades e por níveis de dificuldade.

Nas conclusões, o autor relata que a interação social foi observada tanto nas experiências práticas, quanto nos discursos e nas teorias apresentados na revisão de literatura. O raciocínio lógico e programação estão próximos, como suporte às ações dos alunos para criação de algoritmos, dos quais o pensamento computacional faz parte, podendo ser utilizados na sociedade, para além da escola. O trabalho em equipe também fez parte das atividades, assim como a troca de informações e saberes.

A dissertação de Carlos Alves de Almeida Neto (2014), intitulada: *Uso da Robótica Educativa e o desenvolvimento de competências e habilidades matemáticas* objetivou “Mostrar que a robótica educativa, pode agir como instrumento capaz de fomentar e contribuir diretamente e de modo eficaz e prazeroso, para o desenvolvimento de competências e habilidades matemáticas” (Almeida Neto, 2014, p.17). Para realizar a pesquisa, empregou como metodologia a Pesquisa Bibliográfica. Os dados foram obtidos após a consulta de materiais diversos sobre o tema, consulta do material de apoio do kit de robótica; das montagens, das programações e das situações-problema propostas no material de apoio para as séries (6<sup>o</sup> ao 9<sup>o</sup>) do Ensino Fundamental. O método de análise dos dados não fica evidente, no entanto, observamos que o autor faz um paralelo entre as práticas com robótica propostas no manual do aluno e os descritores presentes nas matrizes de referência da Prova Brasil e do ENEM.

O autor discutiu cinco situações-problema e para cada uma sugeriu uma determinada montagem e um exemplo de programação para resolução. As atividades contemplavam alguns descritores da Prova Brasil referentes ao 9º ano. A parte matemática foi verificada na resolução dos problemas, nas montagens e nas programações. O bloco programável utilizado é o RCX<sup>13</sup>, a primeira versão produzida pela LEGO. Para o ano de 2014, entendemos ser uma versão desatualizada, mas só isso não tira a qualidade do trabalho. Para cada situação-problema proposta no manual do aluno, o autor colocou descritores a serem trabalhados e outros que estão associados de forma indireta, mostrando a grande aplicabilidade da robótica educativa para o ensino de Matemática e das Ciências Naturais. Entendemos que associar habilidades presentes nas atividades, que são desenvolvidas com uso da robótica a problemas que simulem situações reais é um ponto importante também para a nossa pesquisa.

Mardem Eufrazio dos Santos (Santos, 2016) é o autor da dissertação de mestrado intitulada: *Ensino de Relações Métricas do Triângulo Retângulo com Robótica Educacional*. O objetivo geral foi: “Desenvolver um planejamento de ensino que integrasse Robótica Educacional no ensino das Relações Métricas do Triângulo Retângulo” (Santos, 2016, p.17). Para realizar a pesquisa, empregou como metodologia o Estudo de Caso. Os instrumentos de coleta de dados foram: questionários, entrevistas; relatório de experiência dos alunos e registros de observação das oficinas. O método de análise dos dados não ficou claro no texto. Em sua pesquisa, Santos realizou oficinas baseadas no Alinhamento Construtivo, e na Taxonomia SOLO (*Structure of the Observed Learning Outcome*) que é composta por cinco níveis, no qual cada nível tornar-se uma base sobre a qual aprendizagem futura é construída. O trabalho foi realizado com 30 alunos de uma escola pública. O planejamento de ensino baseou-se no Alinhamento Construtivo, com atividades, aulas, oficina e avaliação organizadas em módulos que totalizam 32 horas. Tanto o professor regente quanto o pesquisador lecionaram para os alunos, facilitando o contato, a relação, e os possíveis esclarecimentos pertinentes ao conteúdo de matemática e sobre questões relacionadas a robótica.

---

13 RCX e bloco programável lançado pela LEGO na década de 1990.

Os estudantes realizaram, conforme o plano de ensino desenvolvido, listas de atividades referentes a cada aula e ao final de cada módulo (avaliação modular, realizada nos três módulos). Os problemas matemáticos presentes nas atividades de aprendizagem estavam relacionados aos conteúdos estudados, de maneira contextualizada. “A ideia central sobre a elaboração destes problemas é aproveitar as oportunidades de problematização geométrica que o modelo robótico e o circuito temático oferecem em cada um dos problemas-temas” (Santos, 2016, p.66). O circuito temático<sup>14</sup> desenvolvido para as atividades exigiu dos estudantes a resolução de atividades práticas que exploravam a compreensão do circuito, a percepção das figuras geométricas presentes e, a partir desta compreensão visual, realizaram os testes de deslocamentos dos robôs conforme os trajetos geométricos presentes. Percebemos que o nosso plano de ensino também aborda a ideia de uma área de missão “tapete” para o robô (o tapete para nossas atividades será apresentado na subseção 4.4.5), na nessa perspectiva entendemos que o robô estará no centro das ações.

O produto desenvolvido durante a pesquisa foi um caderno de Aplicação de Robótica Educacional para o ensino de Matemática, elaborado para auxiliar os professores de Matemática e Informática que atuam no Ensino Fundamental e Médio. Os conteúdos presentes no caderno não tinham como objetivo formar professores para o uso de robótica, mas disponibilizar um material de qualidade que pudesse inseri-los na tecnologia. A avaliação dos alunos pretendia contemplar as duas habilidades citadas (visualização e aplicação das propriedades das figuras geométricas; e desenvolvimento do raciocínio dedutivo para a elaboração de cálculos visando a correta resolução dos problemas propostos). Nas conclusões do trabalho, houve um resultado muito bom para a primeira habilidade e modesto para a segunda. Tendo em vista as conclusões de Santos (2016) de que sua proposta de oficina com uso de atividades com resolução de problemas mostrou-se muito eficiente, concluímos que esta pesquisa, em formato de oficina nos fornece importantes contribuições: Quanto a atividades escritas, distribuição das aulas, papel do robô na atividade, manuseio dos

---

14 Circuito temático – “São cenários impressos em banners de PVC que ilustram a temática regional proposta para cada problema-tema. Os circuitos são adequados para a movimentação de modelos robóticos de deslocamento em solo. As ilustrações do modelo contextualizam situações cotidianas que são utilizadas na proposição das atividades práticas e na elaboração dos problemas matemáticos” (SANTOS, 2016, p.58).

equipamentos pelos alunos. A proposta de atividades presentes na pesquisa de Santos, podem com certeza auxiliar o professor no trabalho com robótica, e serviu de forma construtiva ao nosso plano de ensino.

Faremos uma consideração em relação ao objetivo geral do trabalho de Santos (2016). Entendemos que elaborar um “plano de ensino” pode ser o objetivo de uma pesquisa, mas isso precisa ser bem enquadrado, pois as pesquisas acadêmicas visam geralmente produzir conhecimento. Pesquisas em educação desenvolvem e aplicam planos de ensino, como é o nosso caso; entretanto isso é feito como ação intermediária e não como finalidade do trabalho.

Maritza Costa Moraes (Moraes, 2016) em sua dissertação de mestrado intitulada: *Robótica Educacional socializando e produzindo conhecimentos matemáticos*, determinou como objetivo geral “Investigar o uso da robótica e sua contribuição para o conhecimento da ciência, identificando as aprendizagens possíveis, pela observação e relato dos estudantes” (MORAES, 2016, p.25). Para realizar a pesquisa fez uso da Pesquisa-Ação como metodologia. Os instrumentos de coleta de dados foram: observação, entrevistas, diário de campo e filmagens. O método de análise de dados empregado foi a Análise Textual Discursiva (ATD). Na sua pesquisa, Moraes realizou as intervenções durante os períodos em que os alunos estavam na sala de robótica. As oficinas tinham como referência os manuais de montagem do Kit LEGO, utilizando três das atividades propostas no manual do aluno, que foram: Balança de dois Pratos, Robô Girafa e Ponte Levadiça. O bloco programável utilizado é o RCX, que é a primeira versão produzida pela LEGO, o que entendemos ser desatualizada para o ano de 2019. A aplicação ocorreu em uma turma de 7ª Série do Ensino Fundamental para um total de 28 alunos e, como a pesquisadora era também professora regente, realizou as entrevistas e as abordagens durante as oficinas. A coleta de dados para a pesquisa foi auxiliada por duas acadêmicas, por meio de uma adaptação do Método Clínico de Piaget<sup>15</sup>.

---

15 Método Clínico de Piaget - “Este método consiste nas entrevistas com crianças, onde se acompanha o pensamento delas, com intervenção sistemática, elaborando sempre novas perguntas a partir das respostas das mesmas e avaliando a qualidade e abrangência destas respostas. Também se avalia a segurança que a criança tem sobre as suas respostas diante das contra argumentações. A riqueza contida nas possibilidades das respostas, fez do método clínico um instrumento confiável, para avaliar seu estágio cognitivo” (MORAES, 2016, p.30).

A autora apresentou a análise dos dados em quatro artigos publicados que estão no capítulo três de sua dissertação. As categorias emergentes após a utilização da Análise Textual Discursiva foram: Aprendizagem Matemática, Motivação e Socialização.

[...] o potencial do uso da tecnologia pode aumentar o domínio da aprendizagem da Matemática, através da utilização de ambientes computacionais, a fim de que o computador passe a ser uma ferramenta a serviço do construcionismo, possibilitando oportunidades para a melhoria da aprendizagem (MORAES, 2016, p.79)

Segundo Moraes (2016) a robótica educacional surge como elemento mediador da aprendizagem da Matemática, podendo ser considerada como um novo desafio pedagógico, permitindo desenvolver competências e habilidades nos alunos.

Pela leitura dos dados, identificamos a motivação no processo da montagem dos experimentos executados pelos estudantes. Entendemos motivação, quando alguns fatores que determinam o comportamento do ser humano estão envolvidos em todas as espécies de aprendizagens, atenção, competências, percepção, criatividade, desequilíbrio (MORAES, 2016, p.130).

A autora estaca que a motivação não se restringe apenas à sala de aula, qualquer atividade a ser aprendida poderá ser afetada pela motivação. Para estarem motivados, alunos devem encontrar situações que os motivem, a motivação é intrínseca e não depende exclusivamente do meio e sim do sujeito.

Abordaremos a socialização como uma dinâmica da aprendizagem que se dá através de interações mútuas, nas quais educandos e professores estabelecem relações sociais e afetivas, sendo a sala de aula o ambiente em que estas relações se solidificam. Estamos permeados pelo enfoque da concepção construtivista e pela proposta da Educação Tecnológica da LEGO Education, que permite aos alunos não só experimentarem aspectos tecnológicos da robótica, mas também incorporarem diversas habilidades que desenvolverão neles, competências como trabalhar em grupo, possuir responsabilidade, ser autônomo, cooperar (MORAES, 2016, p.97).

Moraes (2016) diz que a socialização acontece na aceitação das atitudes e ações dos integrantes do grupo. Para a aprendizagem são necessárias operações conjuntas e coordenadas de ações. Sendo importante que as escolas possibilitem aos estudantes se relacionar, para a construção de relações diversas e o compartilhamento de saberes. Entendemos que estas categorias são aspectos presentes no universo da Robótica Educacional, sendo pontos importantes de contribuição a nossa pesquisa.

Franciella Aragão (Aragão, 2019) é a autora da dissertação de mestrado intitulada: *Robótica Educativa na construção do pensamento matemático*. O objetivo geral foi

Investigar a ocorrência da aprendizagem dos alunos 8º ano do Ensino Fundamental anos finais do período vespertino, de uma escola pública Estadual do município de Lontras, contendo 22 alunos ocorrendo no ano de 2018. Tal objetivo tem o intuito de relatar o aprendizado de conceitos básicos de Matemática por meio recursos baseados na Robótica Educacional, associada a estratégias de ensino pensadas e desenvolvidas como material potencialmente significativo para este público (ARAGÃO, 2019, p.25).

A pesquisa teve abordagem qualitativa, mas não está claro no texto qual foi a metodologia empregada. Os instrumentos de coleta de dados foram: questionários, filmagens, depoimentos depoimento dos alunos, entrevistas, construção e filmagem dos protótipos. Os dados registrados na pesquisa e a intervenção pedagógica foram baseados na Teoria da Aprendizagem de Ausubel (1980). O método para a análise dos dados foi a Análise de Conteúdo<sup>16</sup>. Em sua pesquisa, Aragão realizou as atividades de robótica de acordo com o Ciclo de Atividades de PODS<sup>17</sup> (Descrição, Observação, Discursão e Síntese) de Sokoloff (2007), que é uma metodologia de ensino na qual os alunos participam ativamente da construção do conhecimento e do pensar, construindo artefatos físicos, elaborando e resolvendo questões. A proposta teve uma sequência de 16 aulas de 45 minutos, com diversas atividades baseadas na Aprendizagem Ativa<sup>18</sup> (AA) Sokoloff (2007). Aprendizagem Ativa é focada na cooperação sendo menos autoritária nela o professor é um facilitador e mediador do processo.

A proposta de utilização da Robótica Educacional como estratégia de ensino permitiu aos alunos absorver melhor os conceitos básicos de matemática, através das situações-problema presentes nas atividades, fazendo associação com as situações do cotidiano, tornando-as significativas. De acordo com a Teoria da Aprendizagem de

---

16 A análise de conteúdo explicita “Um conjunto de instrumentos metodológicos cada vez mais sutis em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a discursos (Conteúdos e contingentes) extremamente diversificados” (BARDIN, 1977, p.45, apud ARAGÃO, 2019, p.49).

17 “A metodologia proposta por Sokoloff (2007) é descrita como um ciclo de atividades PODS (Previsão, Observação, Discussão e Síntese). Baseia-se em uma aprendizagem na qual os alunos participam ativamente da construção do conhecimento e do pensar, construindo artefatos físicos, elaborando e resolvendo questões” (ARAGÃO, 2019, p.29).

18 “A proposta de Sokoloff (2007) apresenta uma Aprendizagem Ativa (AA), o aluno produz conhecimento e não apenas é receptor de informações. A Aprendizagem Ativa é focada na cooperação sendo menos autoritária” (ARAGÃO, 2019, p.45).

Ausubel (1980), a aprendizagem significativa é apresentada como: “predisposição dos alunos para aprender”, ou seja, a aprendizagem consiste na “ampliação” da estrutura cognitiva, através da incorporação de novas ideias. Dependendo do tipo de relacionamento que se tem entre as ideias já existentes nesta estrutura e as novas que estão sendo internalizadas pode ocorrer um aprendizado.

### 2.1.1 Pontos de aproximação e discussão

A partir dos trabalhos encontrados na revisão bibliográfica, podemos perceber que diversos tipos de equipamentos foram empregados nas experiências didáticas relatadas, inclusive equipamentos que já não encontramos para compra. Após a leitura e análise das pesquisas identificamos que, em sua maioria, a base para aplicação da robótica está na produção de projetos, com uso dos manuais presentes nos equipamentos empregados, mas também de forma livre, com foco na exploração da criatividade.

A robótica é uma estratégia que pode criar ambientes de aprendizagem diferenciados, utilizando produtos diversos; é capaz de possibilitar a experimentação prática das teorias estudadas e discutidas pelos pesquisadores. Observamos que as teses e dissertações pesquisadas sobre a temática convergem para modelos diferentes de aplicação da robótica na educação: primeiro, na construção de dispositivos robóticos, proporcionando a busca de habilidades práticas e sociais; segundo, para trabalhar com conteúdo disciplinares tendo os dispositivos como ferramenta. A atuação da robótica também pode acontecer em um ambiente virtual, onde o robô e suas tarefas são realizadas em um formato digital, em 3D.

Os trabalhos em sua maioria apresentaram revisões de literatura com pontos em comum. Zilli (2004) é citada em alguns trabalhos, em seu texto a autora apresenta algumas possibilidades para a aprendizagem com o auxílio da robótica como uma tecnologia educacional que veio para ficar, bem como as formas de se trabalhar robótica no início dos anos 2000.

Possibilita uma atividade que envolve os alunos, favorecendo o trabalho em equipe e colaborativo, desenvolvendo a responsabilidade, a disciplina, o senso de organização, a descoberta, a interação, a auto-estima, a paciência, a persistência, a iniciativa, a socialização, a autonomia, a troca de experiências, entre outros (ZILLI, 2004, p. 79).

A partir dos trabalhos encontrados na revisão de literatura, vemos que as ferramentas de robótica educacional proporcionam um momento de exploração de possibilidades, que pode ser associada a outras práticas de ensino, como planejamentos voltados a montagem de atividades a partir de situações-problema.

Decerto que, nas pesquisas mencionadas até aqui, a Robótica Educacional influenciou para que a aprendizagem se tornasse mais interessante e desafiador para os alunos, com contribuições para o desenvolvimento do conhecimento matemático. Dentro das várias propostas apresentadas, destacamos os pontos que contribuem de alguma forma para a continuidade do nosso trabalho.

Sabemos que durante as práticas com robótica, existem várias maneiras de se resolver uma mesma situação-problema proposta em uma atividade, entretanto, a solução encontrada pelos alunos nem sempre é igual à resolução esperada pelo professor, e pelo que encontramos na revisão de literatura, essa é uma característica marcante da robótica. Vimos que a Robótica Educacional está em um momento de exploração de possibilidades nos ambientes escolares. Sua utilização tem sido associada a novas metodologias de aprendizagem, na busca de proporcionar aos estudantes formas mais atrativa de se aprender.

### 3 DISCUSSÃO TEÓRICA

Apresentamos a seguir os teóricos que norteiam nossa discussão, bem como suas respectivas contribuições para a compreensão dos dados coletados, abordados na análise da pesquisa.

#### 3.1 FASES DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS

Nesta seção discutiremos a importância da tecnologia ao longo dos anos dentro do contexto educacional, destacando passagens históricas que ocorreram no Brasil e a construção de conceitos que fazem o elo entre a tecnologia e a educação. Iniciamos fazendo uma breve localização do tema Robótica Educacional (também chamada Robótica Pedagógica por alguns pesquisadores), entendendo-a como uma metodologia de ensino e aprendizagem, dentro do contexto das Tecnologias Digitais.

As pesquisas que têm como tema central o uso da ferramenta (prática), ou seja, a robótica diretamente relacionada com processos de aprender e ensinar enfatiza seu uso como recurso tecnológico que inova esses processos (BARBOSA e SILVA e BLIKSTEIN, 2019 p. 40).

As tecnologias digitais têm sido utilizadas, e discutidas, não somente na Educação Matemática, mas também em outras áreas de ensino. Ao longo dos anos recebeu várias denominações, por exemplo, Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) (Valente, 2014), Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) (Vieira, 2011) e Tecnologias Digitais (TD) (Borba, Scuguglia e Gadanidis, 2014). Considerando nossa fundamentação teórica baseada no Construcionismo, usaremos o termo TDIC.

No que se refere a sua história no Brasil, o uso das tecnologias digitais na educação, pode ser dividida em quatro fases: A primeira é caracterizada pelo uso do software LOGO, a segunda pelo uso de software de Geometria Dinâmica<sup>19</sup> e sistemas de computação, a terceira pela internet em cursos à distância e a quarta pelo uso da internet rápida que democratiza a publicação de material digital na grande rede (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2014 p.17). A primeira fase foi marcada pelo

---

19 “[...] pode ser atribuído às possibilidades em que poderemos utilizar, manipular, combinar, visualizar e construir virtualmente objetos geométricos, permitindo traçar novos caminhos de investigação (BORBA; SCUCUGLIA; GADANIDIS, 2014 p.27).”

surgimento e utilização do *software* LOGO<sup>20</sup>, isso na década de 1980, e pela introdução dos laboratórios de informática nas escolas, onde o computador como recurso pedagógico começou a ser utilizado.

A segunda ocorreu na década de 1990, com a chegada dos computadores de uso pessoal. Nesta fase surgiram os *softwares* educacionais, produzidos e difundidos por empresas privadas, governos e pesquisadores, com objetivo de explorar as atividades educacionais proporcionadas pelo uso da tecnologia. Professores passaram a ter formação continuada para levar as novas tecnologias para sala de aula. Também é neste contexto que surgiram os *softwares* matemáticos utilizados para representar gráficos de funções. Nesta mesma fase, tivemos, ainda o surgimento da geometria dinâmica, onde é possível a construção, manipulação, visualização de forma virtual de objetos geométricos, com manutenção de suas propriedades fundamentais.

A terceira fase do uso das tecnologias digitais na educação teve seu início no final da década de 1990 e início dos anos 2000 com o crescimento da Internet, primeiro como fonte de informação e posteriormente como meio de comunicação. Nesse período surgiu o termo TIC, citado anteriormente, e apareceram cursos à distância amparados por ambientes virtuais de aprendizagem (AVA).

A quarta e última fase, que ainda estamos vivenciando, seu início em 2004, com a melhora na qualidade da transmissão de dados via Internet. Com a Internet mais rápida e o aprimoramento dos equipamentos multimídia e softwares, o emprego das tecnologias na educação foi amplamente difundida. Dessas quatro fases, nosso interesse está mais voltado a primeira, como veremos a seguir.

### 3.2 A LINGUAGEM LOGO

A linguagem de programação LOGO foi criada por Seymour Papert, um pesquisador que iniciou seu trabalho com a tecnologia em 1964, ao entrar para o MIT

---

<sup>20</sup> LOGO é uma Linguagem de Programação voltada para o ambiente educacional. Ela se fundamenta na filosofia construcionista.

(Massachusetts Institute of Technology), passando a pesquisar temas como computação, robótica e psicologia da criança, entre outros.

Papert é considerado por teóricos, professores e estudantes de todo o mundo um dos autores fundamentais das tecnologias de informação e comunicação na educação, principalmente sobre uso de computadores na aprendizagem (CAMPOS, 2013 p. 67).

Durante a década de 1960, Papert desenvolveu as primeiras ideias do que atualmente chamamos de Robótica Educacional, apresentando uma proposta de ensino que empregava um robô, chamado de *Tartaruga Solo*. Esse robô obedecia a comandos enviados de um computador programado na linguagem LOGO para desenhar figuras geométricas no papel, que por sua vez estava no chão. Entretanto, como o custo de fabricação do robô inviabilizaria sua utilização ampla nas escolas, ele desenvolveu então uma tartaruga virtual, tornando o uso da LOGO mais acessível.

**Figura 1** – Tartaruga de solo sendo utilizada.

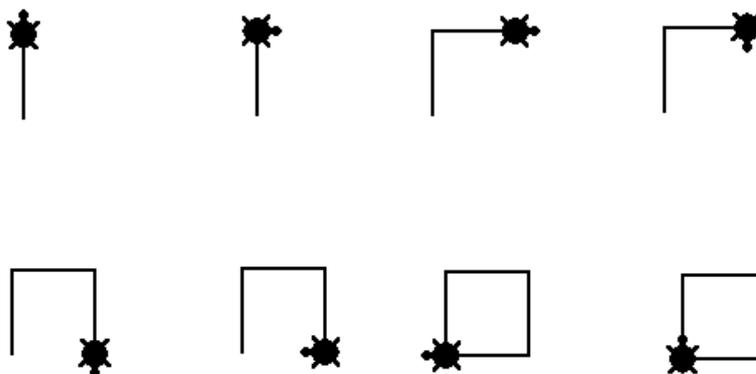


**Fonte:** <https://projectoidis.org/seymour-papert/> .acessado em dez.2019.

Assim, o LOGO é uma linguagem de programação voltada para o ambiente educacional, usada para comandar um cursor, normalmente representado por uma tartaruga, a fim de criar desenhos, executar comandos, entre outras funções. Funciona da seguinte maneira: se o usuário tem a intenção de construir na tela um quadrado, para executar essa tarefa, é preciso fazer com que a tartaruga ande para frente certa quantidade de unidades (passos); em seguida, o usuário também deve

informar qual é o ângulo de giro (90°) e a direção (direita ou esquerda) e após as repetições do comando por quatro vezes, a figura é formada.

**Figura 2** – Tela LOGO com representação da tartaruga.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

A utilização pedagógica do LOGO cria laços entre a linguagem de programação e o pensamento matemático<sup>21</sup>; cada comando digitado na janela é um procedimento realizado pela tartaruga virtual. A construção de figuras geométricas estimulava no aprendiz a compreensão da sequência de comandos (algoritmo) e as propriedades matemáticas (lados, ângulos, simetria, rotações, dentre outras). O caráter investigativo é utilizado, dando ênfase à criatividade, que neste processo torna o aluno mais participativo.

Isso quer dizer que a linguagem LOGO nasce com a perspectiva de um uso diferente do computador na aprendizagem. Ao invés de ser o objeto no processo, o aprendiz se torna sujeito ativo. Ao comandar o computador tendo em mente suas intenções e suas ideias, ele assume a responsabilidade sobre a própria aprendizagem (CAMPOS, 2013 p. 69).

Nesse sentido a investigação matemática estava presente nas ações procedimentais feitas com o software LOGO; a aprendizagem acontecia na criação e recriação de objetos e de conceitos, sendo aluno o construtor de sua aprendizagem. Segundo

---

21 Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) destacam entre os objetivos do ensino de matemática para a Educação Básica que o aluno deve “[...] valorizá-la como instrumental para compreender o seu dia a dia, vendo-a como área que estimula o interesse, curiosidade, investigação e o raciocínio lógico” (BRASIL, 2001, p. 15). Nessa forma de pensar a aprendizagem matemática, o aluno deve aprender a utilizar os procedimentos, os instrumentos tecnológicos, desenvolver o pensamento, e os processos matemáticos mentais.

Ponte, Brocardo e Oliveira (2003) é a partir de experimentações com tecnologias, explorando as características dinâmica e visual dos softwares, que surgirá um ambiente de investigação matemática, para a resolução de problemas em que o aluno será protagonista.

No Brasil, o início do uso da LOGO no processo de ensinar e aprender tinha como pressuposto o conceito de que o computador é essencialmente uma ferramenta para aprendizagem, não uma máquina de instrução (CAMPOS, 2013 p. 78).

A linguagem LOGO apareceu no Brasil na década de 1980 com as pesquisas iniciais desenvolvidas na UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas), cujo contexto surgiu em 1983 o Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED), com o intuito de desenvolver pesquisas relacionadas à tecnologia e educação segundo Valente (1999). Além da UNICAMP, tivemos outras universidades que também contribuíram de forma significativa para o desenvolvimento do tema, por exemplo: UFAL (Universidade Federal de Alagoas) e UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul). A linguagem LOGO se popularizou no Brasil, principalmente nas universidades, onde foi importante para mobilizar pesquisas em relação ao tema informática na educação; citá-la é fundamental para compreensão dos conceitos construídos por Seymour Papert.

### 3.3 PAPERT E O INÍCIO NA ROBÓTICA EDUCACIONAL

Os primeiros trabalhos realizados nas escolas americanas utilizando a Tartaruga Solo foram realizados na década de 1970, mas foi na década de 1980 que a linguagem LOGO ganhou prestígio nos espaços escolares, por meio de versões mais modernas. Em 1985, a LEGO (uma empresa dinamarquesa de brinquedos) e o MIT Media Lab iniciaram uma parceria e começaram a produzir e comercializar produtos LEGO com fins educacionais. O primeiro produto, o sistema LEGO TC Logo<sup>22</sup> (lançado no final dos anos 1980), possuía um ambiente em que o usuário, além de programar e controlar, poderia construir um objeto com auxílio de placas eletrônicas, motores e sensores de toque e de luz (artefato robótico). Uma das partes é o *bloco* (placa eletrônica, com um processador), este processava comandos pré-programados em

---

22 LEGO TC Logo é Primeira placa programável lançado pela LEGO/DACTA. (empresa de equipamento eletrônicos e informática, final da década de 1980 e início da década de 1990)

um computador, através de softwares específicos, o processador é responsável por receber as informações do computador e executá-las na forma de movimento, e receber estímulos através dos sensores.

**Figura 3 - LEGO TC Logo.**



**Fonte:** <http://lukazi.blogspot.com/lego-legos-first-programmable>. acessado em dez. 2019.

O LEGO TC Logo deu início à sequência de produtos conhecidas mundialmente como LEGO *Mindstorms*, que atualmente está na versão LEGO *Mindstorms* EV3. O Lego *Mindstorms* RCX (Robotic Command Explorer) foi o primeiro bloco desenvolvido para uso educacional da robótica nas escolas. Ele foi apresentado como resultado de uma parceria de mais de 10 anos entre o MIT Media Lab e a LEGO. O nome *Mindstorms* foi originalmente inspirado por Seymour Papert, autor, na década de 1980, da obra "*Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*" (Mindstorms: Crianças, Computadores e Ideias Poderosas), onde apresentava as suas ideias de como os computadores iriam auxiliar o desenvolvimento intelectual dos estudantes.

### 3.4 CONSTRUCIONISMO DE PAPERT

Na década de 1980, após muitas pesquisas e convivência com Piaget no período de 1957 a 1963, quando trabalharam juntos, Papert definiu o que conhecemos hoje por Construcionismo. Das ideias construtivistas de Piaget, Papert amplia o campo de atuação para além das construções internas.

As ideias construcionistas, impulsionadas pelo construtivismo, dão ênfase crítica à construção de conhecimento não apenas em situações que envolvam o raciocínio interno, pessoal, mas também quando são desenvolvidas construções externas e que podem ser manuseadas por qualquer aprendiz, como um castelo de areia, um robô, uma casa etc (CAMPOS, 2013 p. 83).

Jean Piaget foi um epistemólogo, seus interesses estavam ligados ao estudo de como a criança adquire conhecimento, suas contribuições aprofundaram as pesquisas sobre o desenvolvimento cognitivo, valorizando a ação do indivíduo como agente de sua aprendizagem, quando construiu o conceito de assimilação e acomodação. Piaget apresentou algumas ideias que foram inicialmente aceitas por Papert, mas que, depois de algum tempo de pesquisas independentes, foram abandonadas ou modificadas. São elas: a construção do conhecimento é individual, é interno; sem desenvolvimento cognitivo apropriado para assimilar, a criança não aprende; o processo assimilar, acomodar, ocorre em todos os momentos da vida da pessoa, diferente em cada faixa etária, mas independe do ambiente social e cultural em que o indivíduo esteja inserido. “Piaget e Papert consideram que as crianças devem assumir o controle de sua aprendizagem, pois, quando é imposto o que deve se aprender, a escola está desestimulando o aluno” (FERREIRA, 2005, p.10).

Piaget e Papert concordam em relação à construção do conhecimento pela pessoa, mas, enquanto Piaget entendia que a construção depende apenas fatores internos, Papert acreditava que os fatores externos também são importantes. “Piaget valorizou muito o pensamento abstrato e não considerou as possibilidades de aprendizagem por meio do pensamento concreto<sup>23</sup>” (PAPERT, 1994, p. 143).

---

23 Pensamento concreto para Papert, (2008) não é como uma etapa pela qual as crianças passam, mas sim como um estilo de pensamento lógico ou formal que tem seus próprios benefícios. É um erro descartar ou renunciar o pensamento concreto, a favor pensamento puramente abstrato.

Para Papert, fazer projetos, desenvolver ideias, desde o planejamento, até construção de algo concreto, é fundamental para o aprendizado. O conhecimento é adquirido quando compartilhado, quando podemos externá-lo e usá-lo para nos comunicar com o mundo real. Independentemente da idade, o saber acontece por mediações, por investigação; o meio social é importante, o convívio entre os pares também.

O construtivismo delimita a construção de estruturas de conhecimento por intermédio da internalização progressiva de ações, já o construcionismo acrescenta que isto ocorre de maneira mais eficaz quando o aprendiz está em um contexto consciente e que ele pode construir suas ideias e representá-las no mundo real (CAMPOS, 2013 p. 83).

De maneira simples podemos entender que no construcionismo os estudantes aprendem fazendo, os alunos criam suas próprias realidades e apreendem com elas, e compartilha com os demais. “Ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino” é a definição de construcionismo defendida por (PAPERT, 2008, p.134). E segundo Valente (1999), Papert via nos computadores a oportunidades de atrair crianças e com isso facilitar o processo de aprendizagem em qualquer disciplina, elas poderiam explorar conceitos e elaborar hipóteses, em seguida avaliar os resultados. A aprendizagem por intermédio da experiência concreta é um dos recursos propostos pelas tecnologias atuais segundo Papert (1985). A matemática deve se aproveitar disto, sendo papel do professor, propor e oportunizar aos seus alunos situações de investigação e resolução de problemas, contribuindo para seu crescimento intelectual.

Papert (1985) preconizava a construção de ambientes de aprendizagens que valorizassem o pensar, através de desafios capazes de gerar nos alunos a iniciativa de investigações que objetivem a resolução de atividades propostas pelo professor ou, autonomamente, por si mesmo. Diversas ferramentas tecnológicas atuais podem ser consideradas Construcionistas, desde que sejam empregadas de maneira a estimular os alunos pensar reflexivamente. Não é a utilização de um robô/equipamento como ferramenta para resolver uma determinada situação-problema que caracteriza a aplicação da teoria Construcionista, mas sim, como o aluno utiliza o robô/equipamento na construção do seu conhecimento e qual é o significado ele atribui a essa ferramenta.

### 3.5 TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL E ROBÓTICA EDUCACIONAL

Vigotski apresenta algumas ideias dentro de sua Teoria Histórico-Cultural que são aceitas e utilizadas por Papert. Discutiremos como elas foram aproveitadas ao longo das pesquisas desenvolvidas por ele com foco nos seguintes conceitos: mediação, destacando ação do sujeito dentro de uma atividade coletiva; aprendizagem colaborativa; interação entre os sujeitos; zona de desenvolvimento proximal (ZDP).

A abordagem histórico-cultural de Vigotski privilegia as interações sociais para o desenvolvimento do sujeito, sob o pressuposto de que o conhecimento é construído nas interações do sujeito como seu meio social. Essa abordagem deixa claro que, desde o nascimento, a partir das interações com o outro, a criança vai se apropriando dos significados construídos socialmente Vigotski (2007). Em particular, a aprendizagem escolar depende da relação dos alunos com o professor e com outros alunos dentro da sala de aula. Sob tal perspectiva é natural dizer que “Ambientes colaborativos, como o da robótica, podem contribuir para o desenvolvimento cognitivo à medida que os trabalhos são desenvolvidos em grupo” (FERREIRA, 2005, p.8).

Para Vigotski temos duas linhas do desenvolvimento humano: Desenvolvimento Biológico<sup>24</sup>, no qual dependemos exclusivamente da herança natural do homem, e o Desenvolvimento Sociocultural<sup>25</sup>, que se por meio da interação com o meio cultural, mediado pelas pessoas. Para existir interação do homem com o meio cultural e o seu desenvolvimento é necessário que haja uma mediação. Mediar tem a ver com o que está presente no meio (sociedade, escola, família etc.), e existe sempre um instrumento que está no meio da relação entre o sujeito e o ambiente. “[...] conceito de mediação na interação homem-ambiente pelo uso de instrumentos ao uso de signos (a linguagem, a escrita, o sistema de números)” (VIGOTSKI, 2007, p. 23).

---

24 Desenvolvimento Biológico este dependeria da herança natural da espécie humana. Faz parte desta herança o que Vigotski (2007) denominou de funções mentais elementares que seriam compostas pela memória, inteligência prática, percepção, atenção, operam espontaneamente, sem intencionalidade e independente da vontade da criança.

25 Vigotski (2007) diz que seriam processos psicológicos usados intencionalmente pelo ser humano ao longo de todo o seu desenvolvimento.

Para Vigotski, a aprendizagem se dá na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) e é estabelecida sempre pela mediação do outro. A ZDP pode ser entendida como a distância entre o que o aluno pode fazer sozinho e o que faz somente com a ajuda de outra pessoa (professor). Para exemplificar, podemos citar a seguinte situação: o que o aluno realiza com a ajuda do professor hoje, estabelece para si um nível de desenvolvimento proximal. Este nível será o nível de desenvolvimento real amanhã, ou seja, que o aprendiz será capaz de fazer sozinho. No processo escolar professor não é um detentor do saber, mas, como mediador, tem a função de intervir de maneira que possa contribuir para que o aluno entenda que em seu contexto social, pode existir uma situação-problema que necessite ser entendida, discutida e resolvida. A mediação deve acontecer de forma investigativa, transferindo ao aprendiz a responsabilidade de buscar respostas, por pesquisa ou trabalho em grupo.

Consideramos também que a aprendizagem se processa em ambientes colaborativos, com alunos interagindo uns com os outros, com construções coletivas e individuais, onde as transformações ocorrem dentro do próprio sujeito, possibilitando o surgimento da autonomia para que se consiga aprender sempre mais.

A criança, à medida que se torna mais experiente, adquire um número cada vez maior de modelos que ela compreende. Esses modelos representam um esquema cumulativo refinado de todas as ações similares, ao mesmo tempo que constituem um plano preliminar para vários tipos possíveis de ação a ser realizada no futuro (VIGOTSKI, 2007 P. 08).

Segundo Araujo e Mafra (2015), o modelo da Teoria Histórico-Cultural de Vigotski pode fundamentar muito positivamente o processo de aprendizagem da Matemática com uso da Robótica Educacional. Aprendizagem é uma construção pessoal, influenciada também por agentes culturais e sociais, de forma colaborativa. Segundo Valente (1999) uma das características da Robótica Educacional é a situação na qual alunos aprendem ou tentam aprender juntos durante o trabalho em grupo, destacando a ação de cada aluno dentro de uma atividade coletiva, e promovendo a interação que existe entre o sujeito e objeto/artefato (robô).

[...] o uso de mecanismos robóticos contribui para quebrar as barreiras que existem contra a aprendizagem de conceitos matemáticos. O uso da Robótica Educacional permite que os alunos vivenciem tais conceitos como algo que faz parte de seu dia a dia, e que a partir dessa experiência os sujeitos começam a ver um significado para gostar de matemática (ARAUJO; MAFRA, 2015 p. 70).

Pensando no aluno e no ambiente escolar, que é um dos locais onde é desenvolvido e adquirido o conhecimento, novas práticas em sala devem ser testadas e verificadas para aumentar as possibilidades do saber chegar até o aprendiz e, nesse contexto, a robótica proporciona conhecimento, experiências e aprendizados no ambiente em que está inserida.

### 3.6 ROBÓTICA EDUCACIONAL E APRENDIZAGEM

O termo “Informática na Educação”, segundo Valente (1999), significa a inserção do computador no processo de aprendizagem dos conteúdos curriculares. A utilização de computadores na educação é muito diversificada e pode ser utilizada para enriquecer ambientes e ajudar no desenvolvimento de atividades. Esse mesmo autor salienta que o computador pode ser usado de duas maneiras: como máquina de ensinar e como máquina para ser ensinada. Quando a informação que está disponível ao aluno foi definida previamente e o computador somente transmitir essa informação, estamos focando o papel de máquina de ensinar. Nesse caso, o professor usa o computador com a função de um manual, tipificando o chamado *paradigma instrucionista*.

Alguém implementa no computador uma série de informações e essas informações são passadas para ao aluno na forma de tutorial, exercício-e-prática ou jogo. Além disso, esses sistemas podem fazer perguntas e receber respostas do aluno a fim de verificar se a informação foi retida por ele. Essas características são bastante desejadas em um sistema de ensino instrucionista já que a tarefa de administrar o processo de ensino pode ser executada pelo computador (VALENTE, 1999 p. 90).

Quando o aluno tem a função de buscar novos conteúdos e estratégias para melhorar o nível de conhecimento que já possui sobre um determinado tema proposto, o computador assume o papel de máquina para ser ensinada,

[...] propiciando condições para o aluno descrever a resolução de problemas, usando linguagens de programação, refletir sobre os resultados obtidos e depurar suas ideias por intermédio da busca de novos conteúdos e novas estratégias (VALENTE, 1999, p.2).

Nos moldes atuais o termo “*computador*” não significa apenas aquele objeto que temos em casa ou nos laboratórios das escolas. Segundo Valente (1999) devemos entender o computador como ferramenta que possibilita um ambiente aberto, em que

o aluno é livre para resolver diversas situações propostas ou as de seu interesse: *tabletes*, celulares, dispositivos eletrônicos, blocos programáveis dentre outros.

Algumas vezes, quando o aluno usa o computador, sua interação com a máquina é mediada pela linguagem de programação, entretanto ninguém precisa saber programar para navegar na web, para escrever texto, conversar em bate-papos. Nem mesmo com objetivos educacionais o uso do computador requer programação, dependendo do software utilizado. Todavia, para a robótica a linguagem de programação é importante, bem como o algoritmo: uma sequência de comandos que o aluno elabora durante o desenvolvimento e resolução de uma tarefa, e que está diretamente associada ao processo de aprender.

Portanto, o valor educacional da programação de modo geral, está no fato de que um programa representa descrições escritas de um processo de pensamento, o qual pode ser examinado, discutido com outros e depurado. Nesse sentido, a programação pode ser vista como uma janela para a mente (BARNAUKAS; ROCHA; MARTINS; D'ABREU, 1999, p. 56).

Nesse ponto, conseguimos perceber uma relação próxima entre as linguagens de programação e a robótica. Como exemplo, temos a LOGO, que já citamos na seção 3.2, com a Robótica Educacional. Ambas funcionam através de procedimentos elaborados pelos alunos para resolver situações-problema presentes nas atividades propostas, o que, por sua vez exigem do aluno uma série de ações e atitudes que o fazem passar pelos processos de planejamento, desenvolvimento e depuração.

A Robótica Educacional pode ser entendida como uma “ramificação dos ambientes de programação”, sendo definida como “a construção com objetivos educacionais de artefatos concretos, manipuláveis, controlados por programas de computador” (BARNAUKAS; ROCHA; MARTINS; D'ABREU, 1999, p.54). Dizendo de outro modo: Robótica Pedagógica pode ser definida como a área do conhecimento que utiliza os conceitos das engenharias e demais Ciências no processo de concepção, construção, automação e controle de dispositivos robóticos com propósitos educacionais (D'ABREU; BASTOS, 2015, p. 58).

Ainda segundo D'Abreu e Bastos (2015), a robótica foi inicialmente empregada mais no contexto técnico do que no pedagógico. A abordagem da robótica em cursos de

engenharia teve muita aceitação e apresentou-se útil para o aprendizado técnico. Em determinado momento a robótica deixou de ser exclusiva das universidades e começou a ser difundida em escolas de Educação Básica. Nesse contexto, a robótica foi e ainda é trabalhada, muitas vezes como atividade extracurricular, para alguns alunos, em horários alternados fora da carga horária regular, com aulas ministradas por técnicos de informática e não por professores das disciplinas do currículo. Neste trabalho, apresentamos a Robótica Educacional ou Pedagógica como ferramenta facilitadora da aprendizagem, inserida dentro de conteúdos e temas de Matemática e Ciências Exatas, podendo atender tanto o Ensino fundamental, quanto o Ensino Médio.

Atualmente a robótica é explorada para a automação, construção de artefatos robóticos, controle de dispositivos. No contexto educacional, essas possibilidades também são importantes, mas estão em segundo plano. Aqui, pensamos na utilização da robótica para aprendizagem de conteúdo específicos de Matemática ou de Ciências Exatas. O essencial para Papert (2004) é a construção do conhecimento, que acontece quando o aluno constrói um objeto de seu interesse, ou um programa de computador, como uma obra de arte, e a partir dele percebe os conteúdos das diferentes disciplinas.

Campos (2019) afirma que a robótica é um recurso tecnológico que pode ser usado na educação, objetivando a aprendizagem de saberes e temas de Matemática. A escola deve determinar a melhor forma de atuar, seja por aulas e oficinas ofertadas no contraturno, como disciplina optativa ou como projetos curriculares propostos pelo professor de uma disciplina.

Nas escolas em geral a robótica aparece como algo “recente”<sup>26</sup>, onde o ambiente é envolvido por curiosidade, criatividade e desejo de construção. O ambiente para

---

<sup>26</sup> “Recente” no sentido de ser novidade, do produto ter chegado na cidade agora. Sabemos que Papert fez experimentos com Robótica a mais de 40 anos. Aqui, o “recente” refere-se ao acesso das escolas de Linhares-ES aos equipamentos: De um total de 62 escolas municipais, o projeto “Meninas da Robótica” que atende a cinco escolas, e destas algumas alunas são selecionadas, devido a quantidade de kits (um por escola). Das 10 escolas estaduais da Sede de Linhares, apenas duas trabalham com robótica, mas com poucos kits (dois por escola). Das sete escolas particulares incluindo o SESI, quatro delas trabalham com robótica, mas apenas o SESI tem a robótica como disciplina no Ensino Fundamental a partir de 2017.

realização das aulas é fundamental, incluindo mesas grandes, notebook e kits de robótica. Para que tudo funcione bem, é preciso considerar que exista uma boa relação entre: o conjunto de montagem, o computador, a linguagem de programação e o aluno. Para o processo de aprendizagem, o modo como acontecem a manipulação do objeto construído e o uso do computador são pontos importantes. Por meio deles, o aluno é instigado a buscar soluções e construir hipóteses através de um processo investigativo. Durante o processo tudo que o aluno desenvolve deve ser lapidado, a fim de se construir o conhecimento.

A prática do aluno em relação às atividades de sala de aula não implica o manuseio do conhecimento, tampouco o entendimento do processo. Sua mera presença não sustenta o desenvolvimento do conhecimento, pois somente quando se tem a prática e a reflexão sobre ela é que o aprendiz pode subir para patamares mais elevados de conhecimento (CAMPOS, 2019 p.71).

Nesse sentido podemos dizer que a Robótica Educacional é um recurso que apresenta ao aluno a oportunidade de construção e desenvolvimento de sua aprendizagem. Durante essa construção é preciso existir uma relação entre prática e reflexão. O processo de reflexão possibilita o desenvolvimento de habilidades, atitudes e saberes diversos, dentro de uma proposta de construção individual ou em grupo, motivada por um tema ou problema proposto dentro de uma atividade.

No entanto, existem alguns pontos que devem ser levadas em consideração. Destacadamente, as dificuldades encontradas para se trabalhar a robótica no Ensino Fundamental envolve a questão do uso da programação pelos alunos, em particular à sua habilidade de organizar e analisar dados de maneira lógica. Sabemos que os alunos têm contato com computadores, tablets, celulares, entre outros dispositivos eletrônicos; entretanto, a grande maioria não tem nenhuma base de programação. Independentemente de ser conjugada à robótica ou não, a programação possui um potencial didático importante que pode ser explorado no ensino da Matemática, uma vez que ela permite ao aluno descrever, entender, analisar e resolver problemas de modo explícito.

Quando o aprendiz programa o computador, este pode ser visto como uma ferramenta para resolver problemas. O programa produzido utiliza conceitos, estratégias e um estilo de resolução de problemas. Nesse sentido, a realização de um programa exige que o aprendiz processe informação, transforme-a em conhecimento que, de certa maneira, é explicitado no programa (VALENTE, 1999, p. 90).

É preciso encorajar o aluno a ter sempre que possível a iniciativa, seu aprendizado não pode ser entendido apenas como aquisição de conhecimento e sim como uma evolução construção de ideias para a resolução de problemas. Neste momento é importante o papel do professor mediador, facilitador do processo de aprendizagem.

Esse processo de aprendizagem em que o aluno resolve problemas mediante a programação acontece num ciclo ou espiral de quatro fases, chamado *Espiral de Aprendizagem*: descrição-execução-reflexão-depuração: (VALENTE, 1999, p.91).

- Descrição da resolução do problema em termos da linguagem de programação: utilizar toda a estrutura de conhecimento para representar e mostrar o passo a passo da resolução.
- Execução dessa descrição pelo computador: como o problema é resolvido em termos de linguagem de programação que será executada pelo computador (bloco programável no caso da robótica).
- Reflexão sobre o que foi produzido pelo computador: pensar o que foi produzido gera duas situações, modifica a ideia inicial ou não modifica a ideia inicial, pois, a solução pensada corresponde aos resultados apresentados pelo computador, logo o problema está finalizado.
- Depuração dos conhecimentos por intermédio da busca de novas informações ou do pensar: o aluno busca novas informações que venham a contribuir, tornando-se novas possibilidades quando assimiladas gerem novos conceitos.

Nessa Espiral da Aprendizagem, o aluno deve observar suas ações em cada fase de maneira crítica e identificar possíveis erros (podem também ser apontados pelo professor) e verificar como acertar. O processo de aprendizagem mediado pela programação para construção do conhecimento e nos apresenta a análise das implicações sobre os alunos de duas características das respostas fornecidas pelo computador:

Primeiro, a resposta fornecida pelo computador é fiel. Considerando que o computador não adiciona qualquer informação nova ao programa do aprendiz, se houve qualquer engano no resultado do funcionamento do mesmo, só poderá ser produto do próprio pensamento do aprendiz. Essa resposta é extremamente importante para que ele possa ser dar conta do que sabe e do tipo de informação que necessita conseguir para depurar suas ideias. Segundo a resposta fornecida pelo computador é imediata. Depois de apertar ENTER, o aprendiz recebe os resultados, que são construídos passo a passo pelo computador, podendo confrontar suas ideias originais com os resultados obtidos na tela (VALENTE, 1999, p. 91).

Essas características da programação permitem ao professor analisar os programas elaborados pelo aluno, além de permitir que o aluno encontre seus erros. Isso fornece ao professor a possibilidade de entender sobre o que o aluno está pensando quando tenta resolver um problema proposto.

Pensando na robótica, podemos seguir a mesma linha de raciocínio aplicada à programação: o aluno constrói o robô, programa a ação do robô e observa sua execução. Se ocorrer um erro na programação, não há movimento algum por parte do robô ou ele pode se movimentar de forma indevida; como o computador não acrescenta nada à programação cabe ao aluno encontrar o seu erro. Alternativamente, o aluno constrói o robô corretamente, faz a programação para que o robô se movimente e o robô executa a programação. O robô cumpre sua tarefa, o aluno observa os dados e percebe que sua ideia de programação para a tarefa está correta, e pode considerar que o problema foi resolvido ou pode tentar alguma modificação para aprimorar. Didaticamente, o processo de achar e corrigir os erros oportuniza ao estudante, aprender sobre novos conceitos e criar estratégias para solucionar problemas.

Reflexão e depuração são os momentos em que os alunos confrontam os próprios erros e devem buscar superá-los. Durante todo o processo, o aluno é direcionado a compreender uma atividade, para depois tentar fazê-la com êxito. Mesmo que o resultado do processo seja previsível, as situações podem conduzir à elaboração de novas possibilidades, novos problemas, que exigirão novas soluções.

As atividades discutidas por Valente (1999) vão ao encontro daquelas propostas por Papert (2008), com situações-problema desafiadores que necessitem ser resolvidas com o auxílio de um conjunto de peças de construção e uma linguagem de

programação que permitem que o aluno construa literalmente as soluções – processo que os autores chamam de construção de ideias. Essa “construção” que ocorre na cabeça (uso do raciocínio), com formulação de perguntas, permite ao aluno firmar conceitos que são importantes para a obtenção do conhecimento.

### 3.7 ROBÓTICA EDUCACIONAL E PENSAMENTO COMPUTACIONAL

O pensamento computacional está presente na nova Base Nacional Comum Curricular como sendo uma habilidade específica na área de matemática. O documento estabelece que no ensino médio o estudante deve ser capaz de: “(EM13MAT406)<sup>27</sup> Utilizar os conceitos básicos de uma linguagem de programação na implementação de algoritmos escritos em linguagem corrente e/ou matemática” (BRASIL, 2018, p.531). Uma definição operacional do pensamento computacional está pautada nas seguintes características:

(...) formulação de problemas de uma forma que permita usar um computador e outras ferramentas para ajudar a resolvê-los; organização lógica e análise de dados; representação de dados através de abstrações como modelos e simulações; automação de soluções através do pensamento algorítmico (a série de passos ordenados); identificação, análise e implementação de soluções possíveis com o objetivo de alcançar a mais eficiente e efetiva combinação de etapas e recursos; e generalização e transferência desse processo de resolução de problemas para uma ampla variedade de problemas (VALENTE, 2016, p.870).

Nesse sentido, o pensamento computacional é uma alternativa para abordagem de atividades como a resolução de problemas, visto que não é uma exclusividade de computadores, mas uma forma de estruturação do pensamento elaborado para resolução de problemas.

Os conceitos computacionais mais importantes no processo de aprendizagem são: “... sequência, evento, paralelismo, loop (repetição), condicionais, operadores e dados” (MESTRE; ANDRADE; GUERRERO; SAMAPAI; RODRIGUES; COSTA, 2015, p.1283). Esses elementos podem ser observados em todas as linguagens de

---

27 O primeiro par de letras indica a etapa de Ensino Médio. O primeiro par de números (13) indica que as habilidades descritas podem ser desenvolvidas em qualquer série do Ensino Médio, conforme definição dos currículos. A segunda sequência de letras indica a área (três letras) ou o componente curricular (duas letras). Os números finais indicam a competência específica à qual se relaciona a habilidade (1º número) e a sua numeração no conjunto de habilidades relativas a cada competência (dois últimos números) (BRASIL, 2018, p.34).

programação e, da mesma maneira que o pensamento computacional são características que podem ser desenvolvidas, para que problemas complexos sejam resolvidos por máquinas programadas por pessoas.

As habilidades estimuladas pelo pensamento computacional estão diretamente relacionadas à resolução de problemas. Essas habilidades envolvem a capacidade de ler, interpretar textos, bem como, compreender as situações reais propostas nos problemas e transpor as informações destas situações para modelos matemáticos ou sociais (MESTRE; ANDRADE; GUERRERO; SAMPAIO; RODRIGUES; COSTA, 2015, p. 1283).

Podemos concluir a partir das características apresentadas que o pensamento computacional nada mais é do que uma forma organizada de resolver problemas, mediante um processo de abstração e modelização, de modo a torná-lo “computável”, ou seja, possível de ser resolvido por uma máquina. Isso requer do indivíduo habilidades de raciocínio lógico e de resolução de problemas.

### 3.8 ROBÓTICA EDUCACIONAL E FATOR MOTIVACIONAL

A Robótica Educacional apresenta várias potencialidades que funcionam em prol da educação, todavia essas características não são garantidas simplesmente pela introdução da robótica nas aulas. Devemos destacar que o currículo (conteúdos de matemática), tecnologia e teorias de aprendizagem juntas é que irão determinar o resultado do processo de ensino-aprendizagem. “Uma proposta educacional adequada, o currículo e um ambiente de aprendizagem são alguns dos importantes elementos que podem direcionar a inovação no campo da robótica” (CAMPOS, 2019, p.192).

É importante pensarmos a Robótica Educacional como um recurso para desenvolver habilidades para a formação social e pessoal, pelo uso da qual os alunos podem desenvolver e aplicar sua criatividade, imaginação, destreza e trabalho em equipe. “A criatividade deve fazer parte de toda ação educadora durante todas as etapas de uma atividade com robótica” (CAMPOS, 2019, p.146). É sabido que a Robótica Educacional desperta o interesse dos alunos: “O fascínio que os alunos adquirem pela robótica e pela criação de projetos vai muito além do simples ato de brincar, é atribuída a eles a responsabilidade de traçar metas e objetivos, sempre buscando alcançá-los” (FERREIRA, 2005, p.7).

A opção pela Robótica Educacional está associada à inserção da tecnologia em nossas escolas, por isso, trabalharemos com conceitos de ciências, programação, matemática entre outros para a solução de situações-problema. É importante saber como nossa escola se posiciona em relação ao tema tecnologia, se existe histórico de trabalho desenvolvido ao longo dos anos envolvendo o assunto. É preciso identificar qual é perfil dos alunos que a escola entrega à sociedade e por fim, mas não menos importante a relação entre o recurso Robótica Educacional e a aprendizagem de matemática na escola.

Queremos dizer que, antes de optar por um material ou jogo, devemos refletir sobre a nossa proposta político-pedagógica; sobre o papel histórico da escola, sobre o tipo de sociedade que queremos, sobre o tipo de aluno que queremos formar, sobre qual matemática acreditamos ser importante para esse aluno (FIORENTINI; MIORIM, 1990, p. 9).

A introdução da robótica no ambiente escolar deve ser pensada obedecendo algumas condições, tais como: escolha dos equipamentos de acordo com faixas etárias dos estudantes, adequação dos conteúdos curriculares de modo a contemplar de maneira significativa temas de Ciências e Matemática do Ensino Fundamental, Ciências da Natureza<sup>28</sup> e Matemática do Ensino Médio. Também podem ser pensadas situações de uso para outras disciplinas. Outro fator essencial é que o professor esteja em sintonia com os equipamentos, pois embora o seu uso pareça intuitivo, a formação para domínio das ações é imprescindível para ser ter o máximo de proveito da tecnologia, e o mais importante que o professor como mediador, possa conduzir o conteúdo com uso do recurso segundo Valente (2016). A escolha da Robótica Educacional como recurso facilitador para aprendizagem nas escolas não deve ser atribuída meramente ao modismo ou à beleza, é preciso ter projetos de médio e longo prazo, para que a escola apresente uma cultura tecnológica. Segundo Papert (2008), equipamentos escolhidos em que o estudante não cria, não constrói e/ou não

---

28 “Na definição das competências específicas e habilidades da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias foram privilegiados conhecimentos conceituais considerando a continuidade à proposta do Ensino Fundamental, sua relevância no ensino de Física, Química e Biologia e sua adequação ao Ensino Médio. Dessa forma, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe um aprofundamento nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo. Os conhecimentos conceituais associados a essas temáticas constituem uma base que permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais” (BRASIL, 2018, p.548).

programa seus próprios objetos de estudos, não podem ser considerados de Robótica Educacional.

O professor não pode subjugar sua metodologia de ensino a algum tipo de material porque ele é atraente ou lúdico. Nenhum material é válido por si só. Os materiais e seu emprego sempre devem estar em segundo plano. A simples introdução de jogos ou atividades no ensino da matemática não garante uma melhor aprendizagem dessa disciplina (FIORENTINI; MIORIM, 1990, p. 9).

Quando pensamos na possibilidade de uso da robótica, sempre a associamos sua prática no formato de oficinas de construção, como um método eficiente, que pode auxiliar muito bem o aluno, em questões individuais e de trabalho em grupo. O emprego de oficinas didáticas pode proporcionar: debates, planejamento coletivo, construção coletiva de conhecimento e, como consequência, influenciar no processo de aprendizagem.

As oficinas didáticas geram um espaço de ideias, transformação e diálogo dentro da escola, possibilitando ao aluno uma realidade em permanente construção. De forma geral, a utilização deste método engloba o aprimoramento do ensino, diálogo e expansão do conhecimento (COSTA; BARCELLOS; DE SOUZA; GARNERO, 2020, p.240).

Atividades de robótica encantam e encorajam crianças e jovens a resolverem problemas, proporcionando-lhes a oportunidade de vivenciarem a experiência de buscar e encontrar soluções. Entendemos que essa integração e/ou vontade de aprender que os alunos demonstram nas atividades com robótica é o que Araújo e Mafra (2015) chamam de motivação observada em função do diferente.

[...] a motivação intrínseca, quando o sujeito se engaja na atividade por puro prazer, está mais associada à aprendizagem de qualidade e ao processamento mais profundo da informação e, por outro lado, na motivação extrínseca prevalece a busca de reconhecimento e recompensa. Ou seja, a motivação extrínseca tem origens em fatores externos, o sujeito realiza a tarefa com propósito de ser recompensado ou não ser penalizado. Por sua vez, a motivação intrínseca se origina em fatores internos, mais relacionados aos seus interesses, seus gostos, seu modo de ser (ARAUJO; MAFRA, 2015, p. 134).

Entendemos que a partir do uso da Robótica Educacional, os alunos passam a ter mais engajamento nas atividades propostas, e nos temas relacionados que estão inseridos nas atividades. Acreditamos que a motivação é emergente de cada pessoa, e o papel da escola é propor situações diversas para estimular e desenvolver habilidades para formação completa do aluno. Motivados para aprender, poderão sim, desenvolver habilidades com mais facilidades, e esperamos que essa motivação não

seja passageira. Nossa proposta de ensino, na forma de uma sequência didática, está presente na seção 4.4 Estratégias Didáticas. O planejamento segue a ideia do Alinhamento Construtivo, levando em consideração algumas características: conteúdo matemático presente no currículo a ser trabalhado em conjunto com a robótica durante as aulas; planejamento e construção das oficinas para realização do trabalho em grupo e para observação das relações sociais no desenvolvimento das tarefas; situações-problema contidas nas atividades planejadas; formas de resolução. A motivação dos alunos pela utilização do recurso tecnológico, deve ser levada em consideração, assim como o fator criatividade, devem ser levados em consideração nas observações feitas pelo professor.

## 4 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS

As abordagens qualitativas passaram a ser utilizadas em pesquisas educacionais com o intuito de apontar para fenômenos particulares que ocorrem no ambiente escolar, considerando o contexto e as múltiplas dimensões, valorizando o aspecto sociais e ressaltando a necessidade da análise correta e profunda para alcançar os objetivos.

As abordagens qualitativas de pesquisa se fundamentam numa perspectiva que concebe o conhecimento como um processo socialmente construído pelos sujeitos nas suas interações cotidianas, enquanto atuam na realidade, transformando-a e sendo por ela transformados. Assim, o mundo do sujeito, os significados que atribui às suas experiências cotidianas, sua linguagem, suas produções culturais e suas formas de interações sociais constituem os núcleos centrais de preocupação dos pesquisadores. Se a visão de realidade é construída pelos sujeitos, nas interações sociais vivenciadas em seu ambiente de trabalho, de lazer, na família, torna-se fundamental uma aproximação do pesquisador a essas situações (ANDRE, 2013, p. 97).

A pesquisa qualitativa, também permite a busca de percepções e entendimentos diversos sobre a natureza da questão problematizada a partir da interpretação sistemática dos dados. Nosso estudo é de natureza básica e apresenta uma abordagem qualitativa, sendo classificado como exploratório, quanto aos seus objetivos. As pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o intuito de proporcionar visão geral, sendo bastante flexíveis, possibilitando a observação de vários aspectos relativos ao objeto de estudo, Gil (2002).

Estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições (GIL, 2002, p.41).

As pesquisas exploratórias têm pontos a serem destacados: as descobertas das características; o estabelecimento de relações entre os dados. As características mais significativas estão na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação. A metodologia em questão possibilita vivenciar as relações que configuram a experiência escolar diária, considerando a dinâmica natural do ambiente em que o pesquisador está inserido. Podem ser associados a ela três procedimentos ou técnicas de coleta de dados: fazer perguntas (e ouvir atentamente), observar eventos (e prestar atenção no que acontece) e ler documentos, sempre realizando anotações.

Outra característica que nos classifica como pesquisa qualitativa, é o fato de o pesquisador ser o principal responsável pela coleta e análise dos dados e possuir uma proximidade e um vínculo empregatício há mais de 10 anos com a unidade de ensino, o que proporciona uma constante interação com o objeto pesquisado. Nosso objeto de estudo é a Aprendizagem de Trigonometria com Robótica Educacional e o campo de pesquisa será uma sala de aula da 1ª série do Ensino Médio. Seguindo o que foi apresentado, essa dissertação é caracterizada como sendo exploratória: Visa buscar o aprofundamento sobre o uso da Robótica Educacional para a aprendizagem de Matemática, mais especificamente de Trigonometria.

#### 4.1 OS PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS

No processo de investigação da aprendizagem de Trigonometria mediante a utilização da Robótica Educacional, utilizamos como instrumentos para a coleta de dados: aplicação de listas de atividades para acompanhamento da aprendizagem durante as oficinas (APÊNDICES D, E, F e G); o pré-teste o qual serviu para obtenção de informações referentes ao conhecimento prévio dos alunos em relação a tópicos de geometria plana como, por exemplo, ângulos e triângulos; o pós-teste construído com objetivo de verificar o que os alunos aprenderam de trigonometria (APÊNDICES B e C); com anotações em diário de campo e gravações em áudio durante todo o processo, para tornar possível a percepção dos detalhes durante as oficinas e para facilitar a análise dos dados, bem como para avaliar os alunos. Os questionários do pré-teste e pós-teste, com perguntas abertas, tiveram o objetivo de fornecer “[...] uma descrição incontestável que sirva para futuras análises e para o relatório final [...]” (ANDRÉ, 2013, p. 100).

As questões empregadas nos questionários do pré-teste e pós-teste foram retiradas de livros didáticos/apostilas disponíveis na escola; já as questões referentes às oficinas foram todas elaboradas pelo professor/pesquisador. O diário de campo esteve presente em todo o período de acompanhamento das aulas, tendo o importante papel de reproduzir os processos e as relações que configuraram a experiência escolar no dia a dia, bem como subsidiar a descrição e análise de ambiente.

## 4.2 A ESCOLA E OS SUJEITOS DA PESQUISA

O campo da pesquisa foi uma escola particular do município de Linhares-ES, o Centro de Atividades Eurico de Aguiar Salles (SESI-Linhares). Ele possui uma estrutura nova, pois foi reformado recentemente. Devido à sua localização no Bairro Aviso, pode receber alunos de todos os bairros da cidade e de municípios vizinhos. A escola funciona em dois turnos: matutino e vespertino, com alunos de Ensino Médio Regular, Novo Ensino Médio, Ensino Fundamental e Educação Infantil. No período da pesquisa havia em torno de 980 alunos. A estrutura conta com 20 salas de aulas, funcionando regularmente nos dois turnos. Suas dependências incluem ainda: 01 sala de informática com 20 computadores; 01 laboratório de ciências; 01 laboratório de Física e Matemática; 01 sala *maker*; 01 sala de Recursos; 01 sala de robótica; 01 sala robótica para competições; 01 sala de coordenação escolar; 01 sala de coordenação pedagógica; 01 sala de professores; 01 biblioteca; 01 secretaria; 01 copa; 01 teatro (para 200 pessoas); 01 pátio interno; 01 pátio/refeitório; 02 pátios externo/estacionamento; 01 brinquedoteca; 01 área verde; 01 quadra coberta com vestiário e banheiros.

Os sujeitos participantes da pesquisa foram 16 alunos de uma turma da 1ª série do Ensino Médio do turno matutino, itinerário de Matemática e Suas Tecnologias, residentes em bairros variados da cidade de Linhares. Os alunos foram informados sobre a pesquisa a ser desenvolvida e convidados a participar; aos que aceitaram, foi entregue os Termos de Consentimento e Assentimento, sendo a pesquisa autorizada pelo Comitê de Ética, por meio do Parecer Consubstanciado, nº: 3.854.364, disponível no (ANEXO A). Ao longo da escrita, os estudantes da pesquisa foram identificados por pseudônimos elaborados conforme a Figura 4.

**Figura 4-** Regra de elaboração dos pseudônimos.

F-A-R

F- Gênero

A- Inicial do nome

R- Inicial do sobrenome

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

**Quadro 4** – Caracterização dos sujeitos participantes da pesquisa.

| Estudante | Gênero | Idade | Fez a disciplina de Robótica no 9º Ano. | Já participou da equipe de Robótica |
|-----------|--------|-------|---|-------------------------------------|
| FAP       | F      | 15    | x                                       | -                                   |
| MEG       | M      | 15    | x                                       | x                                   |
| MGT       | M      | 17    | x                                       | -                                   |
| FIP       | F      | 15    | x                                       | -                                   |
| MJ P      | M      | 16    | x                                       | -                                   |
| FLS       | F      | 15    | x                                       | -                                   |
| FLN       | F      | 15    | -                                       | -                                   |
| FLS       | F      | 15    | x                                       | -                                   |
| FLV       | F      | 15    | x                                       | x                                   |
| MMV       | M      | 15    | x                                       | -                                   |
| FMM       | F      | 15    | x                                       | -                                   |
| MMR       | M      | 16    | x                                       | -                                   |
| MRO       | M      | 15    | x                                       | x                                   |
| MPH       | M      | 16    | x                                       | x                                   |
| MVA       | M      | 15    | x                                       |                                     |
| MVS       | M      | 15    | x                                       | x                                   |

**Fonte:** Elaborado pelo autor

O quadro nos possibilita afirmar que: o grupo é composto por 7 alunos do gênero feminino e 9 do masculino, com faixa etária de 15 a 17 anos, totalizando 16 alunos, dos quais 15 realizaram o Ensino Fundamental no SESI e detêm conhecimentos de robótica e, ainda, 5 deles já participaram de competições pela equipe da escola. Devido aos protocolos de segurança da escola, referentes à pandemia da Covid-19<sup>29</sup>, os alunos foram divididos em dois grupos de 8 componentes para as oficinas. Para a montagem dos robôs, a escola também se preocupou com a questão do distanciamento, permitindo apenas a montagem de um robô por grupo.

Justificamos a escolha da 1ª Série do Ensino Médio para realização da pesquisa, devido ao conhecimento prévio de robótica e de Trigonometria pelos alunos dessa etapa do Ensino Médio. Entretanto a ideia inicial era lidar com turmas de 9º Ano do Ensino Fundamental. A nova organização foi provocada pelas necessidades de

---

29 A pandemia de COVID-19 no Brasil teve início em 26 de fevereiro de 2020, após a confirmação de que um homem de São Paulo que retornou da Itália testou positivo para o vírus, causador.

adaptação da escola, devido à pandemia (Covid-19), não tendo sido possível realizar as oficinas no contraturno. A instrução que precedeu as atividades de robótica limitou-se à definição e discussão das razões trigonométricas, deixando para que a aprendizagem fosse aprofundada e consolidada mediante as atividades didáticas com a robótica.

#### 4.3 MÉTODO PARA ANÁLISE DOS DADOS

Quanto à análise dos dados, os questionários do pré-teste e pós-teste foram corrigidos, tabulados e categorizados, com o objetivo de deixar claro o que os alunos sabiam e o que aprenderam. Os dados referentes às observações, diário de bordo, gravações e transcrições dos vídeos gravados durante as oficinas passaram por uma Análise Textual Discursiva (ATD), o que segundo Moraes e Galiazzi (2006) têm como procedimentos:

- A desmontagem dos textos com o objetivo de examinar os materiais em seus detalhes, fragmentando-os, a fim de alcançar suas unidades de significado constituintes.
- O estabelecimento de relações, ou seja, a construção de associações entre os elementos linguísticos do texto, processo denominado de categorização, com objetivo de estabelecer relações entre as unidades de base, combiná-las e classificá-las para melhor compreensão dos elementos do texto.
- A captação de um novo emergente, isto é, a produção de uma nova combinação entre os elementos obtendo um metatexto.

Moraes e Galazzi (2006) mostram a possibilidade de, por meio do método indutivo ou dedutivo, chegarmos a categorias a priori ou emergentes que surgem no processo de análise, com o aprofundamento do texto. Segundo Moraes (2003) o “*corpus*” da análise textual é constituído por produções textuais, no nosso caso foram produzidos durante a aplicação das oficinas, através dos registros de observação feitos no diário de bordo e das transcrições dos vídeos gravados no período das oficinas. A desconstrução e unitarização do *corpus* consistem na desmontagem dos textos, destacando seus elementos constituintes, surgindo assim as unidades de significado. Estas unidades são definidas de acordo aos propósitos da pesquisa.

A prática de unitarização tem demonstrado que pode ser concretizada em três momentos distintos: fragmentação dos textos e codificação de cada unidade; reescrita de cada unidade de modo que assumam um significado o mais completo possível em si mesma; atribuição de um nome ou título para cada unidade assim produzida (MORAES, 2003, p. 195).

O próximo passo é o processo de categorização, onde as unidades definidas no processo inicial de análise são comparadas e níveis de categoria são construídos. Categorias *a priori*: construções que o pesquisador realiza antes da análise e categorias emergentes, que são construídas a partir das informações do texto inicial (*corpus*).

Um conjunto de categorias é válido quando é capaz de representar adequadamente as informações categorizadas, atendendo dessa forma aos objetivos da análise, que é melhorar a compreensão dos fenômenos investigados (MORAES, 2003, p. 199)

No início da análise textual processamos uma separação, em unidades de significados; em seguida, na categorização, o trabalho tem o objetivo de estabelecer relações, unir semelhantes, construir. Um detalhe importante é que alguns textos produzidos poderão ser mais descritivos, próximos ao texto original, outros poderão ser mais interpretativos, mais distantes do original. “O modo de teorização mais tipicamente qualitativo é aquele que se propõe a construir novas teorias a partir do exame do material do *corpus*. Teorias são construídas a partir da análise” (MORAES, 2003, p.205)

Na Análise Textual Discursiva, as descrições, interpretações e teorizações expressas como resultados da análise, não aparecem para serem descobertas, mas são resultados de um esforço de construir, ler e reconstruir do pesquisador segundo Moraes (2005). A produção de metatextos a partir do *corpus* é o objetivo da análise textual, deles surgem o que o pesquisador tem a dizer sobre o trabalho investigado, suas perspectivas e quais conceitos são emergentes no processo.

## 4.4 DIRETRIZES EDUCACIONAIS E ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS

### 4.4.1 Trigonometria nos documentos oficiais

O conteúdo matemático Trigonometria aparece nos PCN organizado como parte integrante do bloco de conteúdo denominado “Espaço e Forma”. Esse bloco trata das aplicações dos conceitos de Geometria. Os temas de Geometria apresentam facilidade para serem contextualizados, com aplicações diversas no contexto social e na resolução de problemas matemáticos.

Geometria é um campo fértil para trabalhar com situações-problema e é um tema pelo qual os alunos costumam se interessar naturalmente. O trabalho com noções geométricas contribui para a aprendizagem de números e medidas, pois estimula o aluno a observar, perceber semelhanças e diferenças, identificar regularidades e vice-versa (BRASIL, 1997, p. 39).

A organização dos conteúdos do bloco “Espaço e Forma” na BNCC para o 9º Ano do Ensino Fundamental, diz o seguinte: “(EM13MAT308) Aplicar as relações métricas, incluindo as leis do seno e do cosseno ou as noções de congruência e semelhança, para resolver e elaborar problemas que envolvem triângulos, em variados contextos” (BRASIL, 2018, p.545). O trecho contempla o estudo da Trigonometria no Triângulo Retângulo, o que entendemos ser necessário que os alunos tenham noções dos tópicos: Relações Métricas do Triângulo Retângulo, Congruência e Semelhança de Triângulos.

A BNCC também menciona a importância do pensamento geométrico<sup>30</sup>, para os alunos desenvolverem habilidades básicas como interpretar, representar e produzir ampliações e reduções de figuras. Os estudantes devem ser incentivados a formular e resolver problemas em contextos diversos, aplicando os conceitos de congruência e semelhança.

---

30 Esse pensamento geométrico, é necessário para investigar propriedades, fazer conjecturas e produzir argumentos geométricos convincentes. É importante, também, considerar o aspecto funcional que deve estar presente no estudo da Geometria: as transformações geométricas, sobretudo as simetrias. As ideias matemáticas fundamentais associadas a essa temática são, principalmente, construção, representação e interdependência (BRASIL, 2018, p.271).

#### 4.4.2 Aprendizagem estruturada em situações-problema

Nossa pesquisa considera uma abordagem da aprendizagem em que conceitos, ideias e definições são encontradas mediante a exploração de problemas com situações em que os alunos precisem desenvolver algum tipo de estratégia para resolvê-las.

“Resolver e Elaborar Problemas” em lugar de “Resolver Problemas”. Essa opção amplia e aprofunda o significado dado à resolução de problemas: a elaboração pressupõe que os estudantes investiguem outros problemas que envolvem os conceitos tratados; sua finalidade é também promover a reflexão e o questionamento sobre o que ocorreria se algum dado fosse alterado ou se alguma condição fosse acrescentada ou retirada (BRASIL, 2018, p.534).

Assim, nosso plano de ensino é baseado na resolução de problemas. Para orientar os alunos a descrever o processo de resolução, seguimos algumas ideias do modelo de Polya (2006), composto por quatro fases: 1) entender o problema; 2) estabelecer um plano; 3) executar o plano; 4) examinar a solução encontrada.

[...] ante uma situação-problema, as facilidades, dificuldades ou limitações, com relação a certos conceitos matemáticos nelas envolvidos, darão aos resolvidores subsídios para que eles pensem e raciocinem matematicamente e percebam o que ainda precisam apropriar ou clarificar em sua aprendizagem, sobretudo, lapidar a busca por decisões que se convertam em instrumentalização suficiente para solucionar o problema (SILVA; SIQUEIRA FILHO, 2011, p.31).

Entender o problema é compreender o que diz seu enunciado, identificar quais são os dados, observar se existe incógnitas, separar as partes condicionantes, quais são os objetivos e variações do problema e, por último, pensar em uma representação do problema. “Um problema é uma espécie de ponte que liga duas situações: A que conhecemos e a que não conhecemos” (BROLEZZI, 2013, p.40).

Estabelecer um plano significa determinar ações a realizar tendo em vista obter a solução do problema. Para tanto, devemos relacionar os dados e as incógnitas, dividir o problema em partes, lembrar problemas correlatos que já foram resolvidos, reformular o problema em questão, utilizar estratégias diversas, fazer analogias, considerar problemas auxiliares etc.

Executar o plano significa que será preciso verificar cada passo, observar se estão corretos, demonstrar possíveis variações, nessa etapa é necessário verificar a validade de cada passagem, para ter certeza de que não existem erros. Por fim,

examinar a resposta encontrada consiste em fazer um retrospecto reconsiderando informações e observando o resultado. Também é preciso entender caminho percorrido até chegar a ele e utilizar o resultado obtido para adaptar o plano pensado e discutido na solução de outros problemas. Devemos ter em mente que a resposta é o que o que obtemos na tentativa de resolver um problema: pode estar certa ou errada. Estará certa se, e somente se, coincidir com a solução; caso contrário, estará errada. Já a solução de um problema é a informação procurada, o que precisamos determinar para esclarecer a questão.

[...] os estudantes devem desenvolver habilidades relativas aos processos de investigação, de construção de modelos e de resolução de problemas. Para tanto, eles devem mobilizar seu modo próprio de raciocinar, representar, comunicar, argumentar e, com base em discussões e validações conjuntas, aprender conceitos e desenvolver representações e procedimentos cada vez mais sofisticados (BRASIL, p.528, 2018).

Ponte, Brocardo e Oliveira (2015) afirmam que existe uma relação muito forte entre os problemas apresentados nas atividades de matemática e a prática investigativa, pois esta costuma desenvolver-se em torno de situações-problema. Conhecendo essa possibilidade, entendemos que a prática de investigação em matemática pode também ser utilizada junto à Robótica Educacional com objetivo de facilitar a aprendizagem. Ao aplicarmos uma atividade de matemática com situações-problema, nosso objetivo é que o aluno consiga resolvê-lo, entretanto ao analisarmos o problema podemos fazer outras descobertas, que podem se revelar tão importantes quando a solução apresentada. Investigar é descobrir relações escondidas, identificar propriedades que possam contribuir para a aprendizagem de matemática.

#### 4.4.3 Alinhamento construtivo

O Alinhamento Construtivo foi proposto e discutido por John Biggs<sup>31</sup>, Mendonça (2015) é um dos representantes das propostas de Biggs no Brasil, que apresenta a definição do autor como um *“design for teaching”*. Traduzindo, pode ser entendido como uma forma de planejar, projetar e delinear o ensino. São apresentados três conceitos centrais, pensando no planejamento do ensino: Resultados Pretendidos da

---

31John Burville Biggs é um psicólogo educacional australiano que desenvolveu a taxonomia SOLO para avaliar a qualidade dos resultados de aprendizagem e o modelo de alinhamento construtivo para projetar ensino e avaliação.

Aprendizagem (*Intended Learning Outcome* – ILO); Atividades de Ensino e Aprendizagem (*Teaching Learning Activities* – TLA); Atividades de Avaliação (*Assessment Task* – AT). Destacamos que o planejamento das oficinas e a avaliação da aprendizagem são os elementos principais, de modo que, ao alinharmos os objetivos que esperamos que os alunos atinjam, ao devolverem atividades elaboradas respondidas, será possível avaliar se a aprendizagem aconteceu.

Definir os resultados pretendidos da aprendizagem; planejar atividades de ensino e aprendizagem capazes de possibilitar aos estudantes o alcance dos resultados pretendidos; elaborar a avaliação de tal modo que seja possível verificar quão bem os estudantes correspondem ao que era pretendido (MENDONÇA, 2015, p.2).

O Alinhamento Construtivo ocorre quando as atividades de aprendizagem e as atividades de avaliação estão alinhadas, de modo que apareçam os resultados pretendidos para a aprendizagem, ou seja, se maioria dos objetivos traçados foram alcançados.

O que eu pretendo que meus alunos sejam capazes de fazer depois do que eu ensinei e que não podiam fazer antes? Em que nível eles são capazes de fazer? Como faço para promover atividades que irão ajudá-los a alcançar os resultados pretendidos da aprendizagem? Como posso avaliá-los para ver se eles alcançaram tais resultados? (BIGGS e TANG, 2010, *apud* MENDONÇA, 2015, p.2)

Em nossa pesquisa, as atividades de aprendizagem são situações-problema previamente planejadas as quais os alunos irão resolver com os equipamentos de robótica, durante as oficinas. O processo de avaliação deve estar alinhado aos objetivos propostos inicialmente no plano de aula, completando-se um ciclo permanente de execução, que envolve o objetivo da aula, isto é, aquilo que se espera que o aluno faça e o detalhamento da atividade, que deve estar alinhada ao objetivo proposto e que será verificado pela avaliação ao final da oficina.

**Quadro 5** – Descrição das ações planejadas pelo professor e realizadas pelos alunos.

| <b>Formato das aulas</b>                          | <b>Ações do professor</b>  | <b>Ações esperadas dos alunos</b>  | <b>Recursos utilizados</b>   |
|---|--|--|--|
| Oficina de Aprendizagem com Robótica Educacional. | Avaliar, dentro da oficina, atividades que serão realizadas pelos alunos, orientando e direcionamento para que possam desenvolver o que foi proposto e perceber os conteúdos matemáticos emergentes. | Analisar e resolver as situações-problema propostas, de forma criativa com uso da Robótica, a fim de que possam perceber e definir conceitos matemáticos durante o processo resolução. | Kits de Robótica Educacional LEGO <i>Mindstorms</i> EV3; ambiente de programação <i>Home Edition Software</i> ; 4 microcomputadores; além de materiais próprios de cada oficina. |

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

**Quadro 6** – Modelo de descrição do plano de aula idealizado para as oficinas

| <b>Itens</b>                             | <b>Descrição</b>   |
|--|--|
| Objetivo da aula                         | O que se espera que o aluno aprenda.   |
| Atividade de verificação da aprendizagem | Descrever a atividade proposta/situação-problema em que se envolve o conteúdo matemático e a Robótica educacional. |
| Resultados esperados da aprendizagem     | O que o aluno é capaz de fazer, o que faz muito bem, o que faz além do esperado.                                   |
| Avaliação                                | Verificação pelo professor do que foi desenvolvido e resolvido.  |

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Ao longo do processo de aprendizagem, durante e após a realização das atividades, o professor/pesquisador deve fazer a verificação dos registros, deixados pelos alunos nas folhas de atividades, entregues no início das oficinas, como parte dos procedimentos para coleta de dados. As observações feitas pelo professor também serão registradas com o objetivo de, posteriormente, avaliar a evolução dos alunos.

#### 4.4.4 Estrutura das oficinas

A coleta de dados ocorreu nos meses de maio e junho de 2021, na Escola Eurico de Aguiar Salles, SESI-Linhares. Foram quatro encontros, com duração de três aulas de 50 minutos, envolvendo um grupo de 16 alunos oriundos de uma turma de 1ª Série do Ensino Médio, que devido ao rodízio em decorrência da pandemia, não era possível a turma está toda na escola. Os 16 alunos foram divididos aleatoriamente em dois grupos (de 08 alunos), sem alterá-los durante todas as atividades, para que pudéssemos trabalhar com dois kits e dois note book.

Como citamos anteriormente, quase todos os alunos já estavam familiarizados com a robótica e cinco deles já haviam participado de competições pela equipe da escola. Esses alunos tiveram seu primeiro contato com a Trigonometria ao longo das oficinas, inicialmente com as relações trigonométricas. Também foi realizada uma avaliação diagnóstica na forma de pré-teste, que mostrou razoável conhecimento sobre triângulos e sobre o Teorema de Pitágoras.

Para a coleta de dados foram empregados gravador de vídeo e diário de bordo. Os dados da pesquisa foram organizados e analisados pela metodologia da Análise Textual Discursiva (ATD) (GALIAZZI; MORAES, 2006). Aqui, em função do foco e limitação de espaço, nós restringimos a considerar apenas as informações e aspectos referentes às oficinas, sem reproduzir a integralidade do metatexto obtido pela aplicação da ATD.

Os conceitos de trigonometria foram trabalhados através das atividades propostas com situações-problema envolvendo trigonometria e com auxílio da robótica, contextualizados para atender a alunos da 1ª Série do Ensino Médio.

**Quadro 7**– Cronograma das atividades/oficinas realizadas na escola durante aplicação.

| Atividades Propostas                 | Datas (Três aulas em cada data, com os dois grupos) |          |          |          |
|--------------------------------------|---|----------|----------|----------|
|                                      | 12/05/21  | 14/05/21 | 09/06/21 | 11/06/21 |
| Apresentação das oficinas            | x   |          |          |          |
| Avaliação Diagnostica (Pré-teste)    | x   |          |          |          |
| Montagem do Robô/Programação-01      | x   |          |          |          |
| Problematização                      |   | x        |          |          |
| Situação-Problema 02 – Rampa de 20cm |   | x        |          |          |
| Situação-Problema 02 – Rampa de 30cm |   | x        |          |          |
| Problematização                      |   |          | x        |          |
| Situação-Problema 03 – Entrega       |   |          | x        |          |
| Situação-Problema 03 – Entrega       |   |          | x        |          |
| Situação-Problema 04 – Fórmula       |   |          |          | x        |
| Considerações Finais                 |   |          |          | x        |
| (Pós-Teste)                          |   |          |          | x        |
| Gravações                            |   | x        | x        |          |
| Diário de Bordo                      | x   | x        | x        | x        |

**Fonte:** Elaborado pelo autor

O resultado esperado era que os alunos desenvolvessem uma competência imprescindível: aplicar as relações trigonométricas no Triângulo Tetângulo para resolver situações-problema<sup>32</sup> de Trigonometria.

Antes de iniciar os encontros/oficinas, foi realizada uma avaliação diagnóstica ou pré-teste (APÊNDICE B), aplicada individualmente, para identificar as principais dificuldades relativas aos conhecimentos prévios necessários para iniciar o estudo de Trigonometria no Triângulo Retângulo. Os alunos foram questionados em relação a conteúdos vistos nas séries anteriores: elementos de um triângulo; classificação dos ângulos; classificação de triângulos quanto aos lados e quanto aos ângulos; nomes dos lados de um triângulo retângulo; Teorema de Pitágoras. Com o intuito de verificar se houve aprendizagem dos alunos após a realização dos encontros/oficinas, aplicamos uma avaliação aprendizagem, o que denominamos pós-teste (APÊNDICE

32 Situações-problema: Embora a BNCC não defina situações-problema, ela estipula como uma das competências específicas do ensino da matemática, “enfrentar situações-problema em múltiplos contextos, incluindo-se situações imaginadas, não diretamente relacionadas com o aspecto prático utilitário [...]” (BRASIL, 2018, p. 265).

C). Especificamente, esse teste buscou verificar se os alunos compreenderam as relações Trigonométricas no Triângulo Retângulo e se conseguiriam aplicá-las para resolver situações-problema.

Os temas de cada oficina foram montados em forma de roteiro, contextualizado com atividades de aprendizagem, onde a partir de cada situação-problema foram propostas práticas com Robótica Educacional, juntamente com problemas matemáticos sobre Trigonometria. O plano de ensino foi pensado e organizado em quatro oficinas, onde cada uma tratava de uma situação-problema específica, elaboradas com a necessidade da utilização dos conceitos das relações trigonométricas (seno, cosseno e tangente) para serem resolvidas. O plano segue a sequência de atividades integrando a Robótica Educacional na Aprendizagem de Trigonometria, da forma que foi planejada, baseada na Teoria do Alinhamento Construtivo e construída para a coleta de dados.

Segundo as ideias de D'Abreu e Bastos (2015) na “concepção” do dispositivo, os alunos precisam ser questionados sobre itens como *design*, o porquê de se construir aquele robô e suas funções. Na “implementação” discutimos como o robô deve ser construído, quais peças e dispositivos foram colocados. Na “construção” observamos a utilização de princípios mecânicos, estruturais e elétricos que possibilitam o funcionamento do robô. Por fim em “automação e controle”, verificamos a programação, bem como a utilização de comandos apropriados para controlar o robô a cada tarefa proposta.

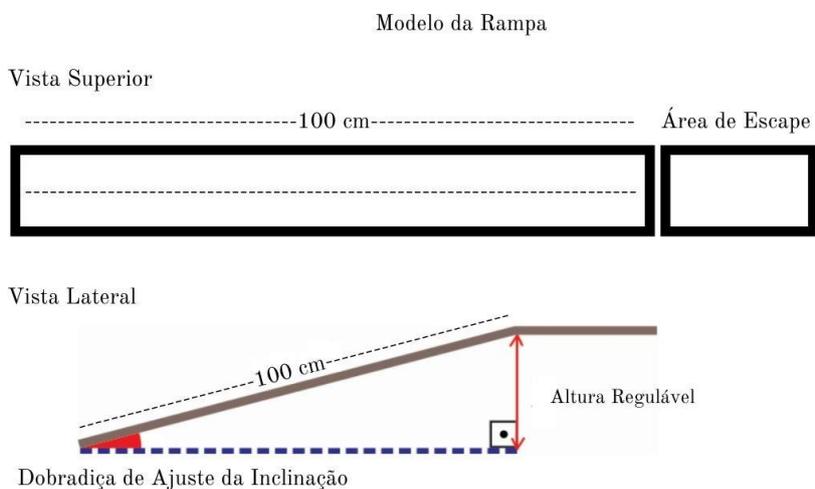
[...] articular o concreto e o abstrato e aspectos cognitivos e lúdicos, para criar situações de aprendizagem e resolver problemas que envolveram: concepção, implementação, construção, automação e controle de um mecanismo (D'Abreu; Bastos, 2015, p.61).

Para a primeira oficina realizada (APENDICE D), foi desenvolvida uma atividade que necessitou do engajamento dos alunos para o planejamento e construção de um robô eficiente em realizar algumas tarefas: subir em uma rampa com inclinação regulável; medir ângulos através do sensor giroscópio; medir distância através de suas rotações, seguir linha preta com auxílio do sensor de cor etc. O robô esteve passível de modificações ao longo das demais oficinas, conforme necessidade. O principal objetivo da atividade foi construir e programar um robô que conseguisse subir uma

rampa e identificar a inclinação dela, para uma abordagem de um conceito trigonométrico. Os alunos deveriam perceber a importância de construir um robô leve, com estrutura resistente e que pudesse facilmente ser modificado, para adaptações referentes às atividades seguintes. Para avaliação, verificamos a estrutura, posição e tipos de rodas, colocação de sensores, design e programação e medidas realizadas.

Para a segunda oficina (APENDICE E), foi desenvolvida uma atividade com uma situação-problema envolvendo rampas de acessibilidade, contextualizada na questão do acesso a edificações. Para o desenvolvimento da atividade foi construída duas rampas de madeira com largura de 25 centímetros conforme modelo da Figura 5. Uma com 1 metro de comprimento e altura de 20 centímetros, outra com 1,2 metros de comprimento e altura de 30 centímetros. Dados relevantes, como as medidas do comprimento e do ângulo de inclinação da rampa, foram obtidos pelos sensores instalados no robô, e pelos números de rotações das rodas.

**Figura 5-** Modelo da Rampa para realização da oficina 02.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

O principal objetivo da atividade foi trabalhar o conceito de tangente. A resolução da situação-problema consistiu em determinar qual era a inclinação máxima para a rampa na qual o robô conseguiria subir, sem apresentar dificuldades, e de forma acessível. A atividade também questionou o significado do uso da inclinação em porcentagem. Os alunos deveriam perceber o que ocorre com o robô quando

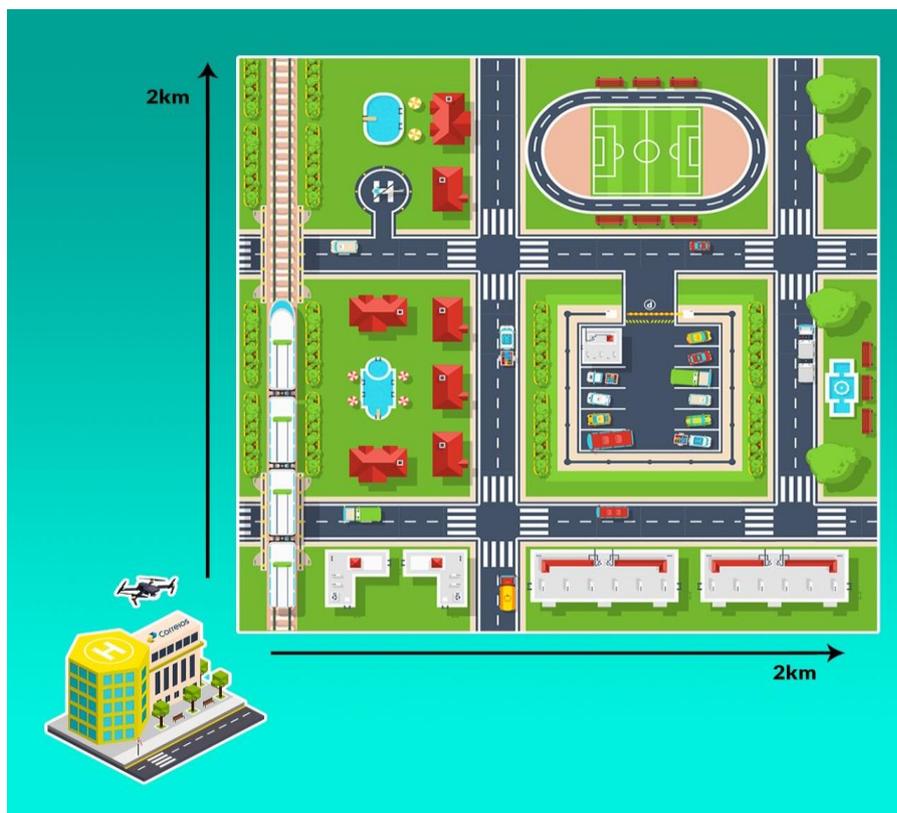
aumentamos a inclinação da rampa, bem como o comportamento de outras grandezas envolvidas como, por exemplo: velocidade; força; atrito. Para a avaliação verificamos quais estratégias foram utilizadas para encontrar o valor da inclinação, de acordo com a alteração das alturas; se houve observação das relações estabelecidas entre os lados da rampa e uma possível visualização de como determinar a tangente.

Para a terceira oficina (APENDICE F), a atividade teve como principal objetivo trabalhar os conceitos de seno e cosseno de um ângulo agudo em um triângulo retângulo. Como preparação para o desenvolvimento da atividade foi construído um tapete de 150cm x 150cm com o desenho impresso de algumas quadras de uma cidade, simulando uma localidade com um centro de distribuição de encomendas, conforme a Figura 6.

A atividade consistiu na resolução de situações-problema envolvendo a simulação de entregas de medicamentos de forma autônoma por meio de drones, o que já está sendo aplicado em alguns países, ainda como teste. O robô deveria simular entregas dentro do tapete a partir do centro de distribuição, com o destino sendo indicado por uma bola vermelha colocada no endereço da entrega. Para cumprir as tarefas, os alunos deveriam determinar e programar a trajetória para o robô seguir, utilizando como instrumentos, o conta giro do motor, ângulo de saída. Outra possibilidade seria o sensor ultrassônico (identifica objetos a distância) As tarefas foram propostas aos alunos de forma aberta, no sentido de que não lhes foi dito como deveriam proceder para determinar as trajetórias a serem seguidas pelo robô. Eles mesmos tinham que tomar decisões quanto ao que fazer. Naturalmente, eles deveriam perceber a necessidade de especificar o ângulo de saída e o deslocamento do robô para que pudessem programar as entregas.

Para avaliar o desempenho dos alunos na atividade, verificamos como funcionou a estruturação da resolução dos problemas pelos grupos, quais estratégias empregaram para obter os parâmetros necessários e os resultados alcançados.

**Figura 6-** Modelo do Tapete para realização da oficina 03 e 04.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O principal objetivo da atividade foi trabalhar o conceito de seno e cosseno em um triângulo. Já a resolução da situação-problema consistiu em determinar qual foi o deslocamento (inclinação em relação à horizontal, medida no sentido anti-horário e distância do segmento de reta ligando a origem à bola vermelha). Foi verificado como funcionou a estruturação do problema para o robô alcançar a bola vermelha em qualquer posição do tapete a partir da origem; testar saídas com ângulos notáveis ( $30^\circ$ ,  $45^\circ$  e  $60^\circ$ ). Os alunos deveriam perceber que, para o robô realizar a entrega, teria que ser informado o deslocamento e o seu ângulo de saída. Para a avaliação, verificamos o valor do deslocamento realizado pelo robô até chegar na bola vermelha; quais foram as estratégias utilizadas para descobrir o deslocamento do robô em relação a linha lateral (eixo x).

Para a quarta oficina (APENDICE G), utilizamos o mesmo contexto da situação-problema anterior. Sabendo que existem três (03) possibilidades de localização para a bola: qualquer ponto sobre a diagonal, qualquer ponto acima da diagonal e qualquer ponto abaixo da diagonal (estas situações pensadas para o primeiro quadrante). O

principal objetivo da atividade foi trabalhar o conceito de seno e cosseno em um triângulo, em que se busca a abstração do processo de dedução dos parâmetros para deslocamento do robô. Já a resolução buscava uma expressão matemática capaz de localizar a bolinha numa posição genérica do tapete a partir da informação sobre o ângulo e o deslocamento. Para a avaliação verificamos como ficaram as expressões encontradas para a situação-problema, com as incógnitas: o ângulo; deslocamento e distância percorrida na linha lateral (eixo x); uma possível representação por meio de desenho do problema proposto.

#### 4.4.5 Kit Lego

O kit de Robótica Educacional escolhido para o desenvolvimento das oficinas foi o LEGO *Mindstorms* EV3<sup>33</sup>, em sua versão mais moderna (lançada em 2014, fabricado pela *Lego Group*. Esse kit é composto por componentes eletrônicos, mecânicos, peças plásticas e um *software* para programação com “estrutura de blocos”<sup>34</sup>. Pode ser usado tanto para aplicações didáticas em diversas áreas de conhecimento, quanto para competições entre escolas.

O LEGO *Mindstorms* EV3 é a atualização do modelo LEGO NXT (lançado em 2006) que ainda é utilizado em larga escala em escolas de todo o mundo. Os kits de Robótica Educacional, desenvolvidos pela *LEGO Group* são divididos em três conjuntos de recursos: o conjunto de peças plásticas de construção (vigas, conectores, sensores, motores e bloco programável); as apostilas com os diagramas de montagem, distribuídos por níveis de complexidade e séries do Ensino Fundamental e Médio; e o *Home Edition Software*, que é o ambiente de programação para automação e controle de dispositivos robóticos LEGO. O kit também possui dispositivos de comunicação para integração dos componentes que são o *Bluetooth* e *Wi-fi*.

---

33 Informações disponíveis em <<https://www.lego.com/en-us/themes/mindstorms>>. Acessado em 12 mai. 2020.

34 Programação em blocos, é feita de maneira visual, na qual blocos de funcionalidades são agrupados tais como peça de quebra cabeça, permitindo a execução de comandos, que vão dar a movimentação do robô, e a leitura de dados dos sensores.

O kit é composto por 541 peças de montagem, conforme Figura 7, entre as quais destacamos como peça mais importante o Bloco Programável: um microcontrolador com processador de 64MB de memória RAM, 16MB 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, 4 saídas e alto falante. Os componentes eletrônicos de interação com o ambiente são os sensores, utilizados para fornecer os dados externos para o microcontrolador: giroscópio, sensor ultrassônico, sensor de cores, sensor de toque e sensor infravermelho. Os componentes mecânicos, são os motores médio e grande, responsáveis pelos movimentos do robô construído mediante os comandos enviados pelo bloco programável.

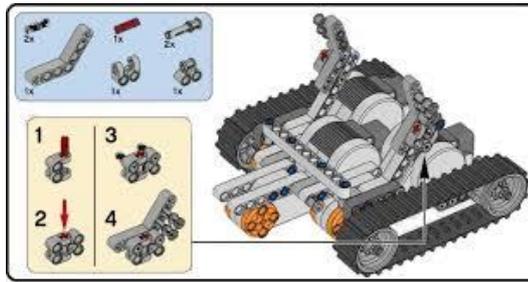
**Figura 7:** LEGO *Mindstorms* EV3.



**Fonte:** [https://tecnologia.educacional.com.br/documentos/LE\\_Catalogo\\_2017\\_BRASIL.pdf](https://tecnologia.educacional.com.br/documentos/LE_Catalogo_2017_BRASIL.pdf). Acessado em 12 de mai. de 2020.

No kit encontramos um conjunto de instruções para montagens de modelos robóticos desenvolvidos pela LEGO, com o objetivo de orientar os alunos que não tiveram o primeiro contato e aprimorar situações-problema para os que já se familiarizaram com o material. A montagem destes modelos robóticos são sequências, com o passo a passo, contendo a identificação das peças e os encaixes, conforme apresentamos na Figura 6, onde temos um exemplo de instruções de montagem do modelo robótico.

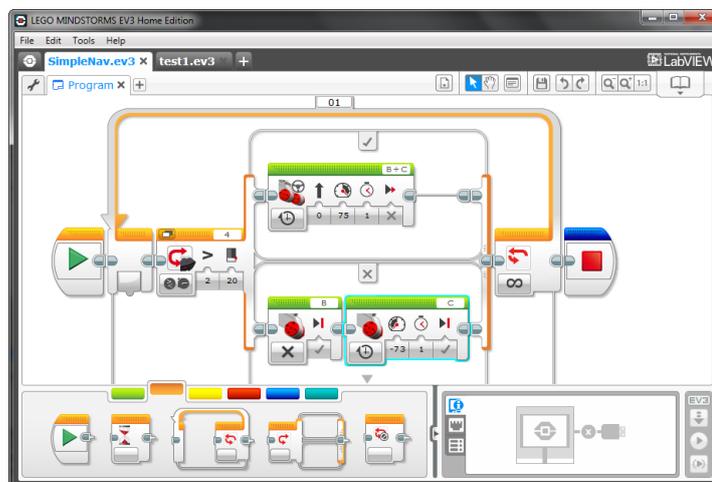
**Figura 8:** Sequência de montagem com peças LEGO.



**Fonte:** [https://tecnologia.educacional.com.br/documentos/LE\\_Catalogo\\_2017\\_BRASIL.pdf](https://tecnologia.educacional.com.br/documentos/LE_Catalogo_2017_BRASIL.pdf). Acessado em 12 de mai. de 2020.

O ambiente de programação do kit LEGO *Mindstorms* EV3 é denominado de *Home Edition Software* e pode ser executado em computadores com o sistema operacional Microsoft Windows ou Apple OSx. O software apresenta uma interface baseada na manipulação de ícones intuitivos e de fácil compreensão. Sua programação é baseada em blocos lógicos. Na Figura 9 apresentamos uma visão geral da interface de programação do kit LEGO *Mindstorms* EV3. Os componentes da interface de programação são: tela, paletas, barra de ferramentas, editor de conteúdo e página de hardware. A programação é totalmente interativa, baseada na combinação dos blocos programáveis, montados em paletas específicas de acordo com cada tipo: blocos de ação, de fluxo, de sensores, de dados ou avançados (blocos personalizados a critério do usuário).

**Figura 9 :** Exemplo de uma sequência de montagem da programação em blocos.



**Fonte:** [https://tecnologia.educacional.com.br/documentos/LE\\_Catalogo\\_2017\\_BRASIL.pdf](https://tecnologia.educacional.com.br/documentos/LE_Catalogo_2017_BRASIL.pdf). Acessado em 12 de mai. de 2020.

## 5 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo, descrevemos e analisamos as aplicações das atividades didáticas e, em seguida, apresentamos as informações da pesquisa. Assistimos e escrevemos todo o conteúdo dos cinco vídeos gravados durante as oficinas 02 e 03, num total de 5 horas e 24 minutos, por entendemos que essas duas apresentaram uma boa quantidade de dados. Catalogamos e analisamos todas as respostas apresentadas nos questionários respondidos durante as oficinas e as anotações feitas no Diário de Bordo. Tendo em vista a grande quantidade de dados obtidos, utilizamos a Análise Textual Discursiva (ATD) para organizar e analisar as informações pertinentes. Com a ATD pretendemos identificar os elementos de significado presentes nos conteúdos que aparecem no desenvolvimento dos textos produzidos a partir das respostas dos alunos às atividades, nas falas que foram gravadas e transcritas. A seguir apresentamos a descrição das oficinas, os dados obtidos, o *corpus*, o ponto de partida da análise textual discursiva. Na sequência, são delineadas as análises, passando pelo processo de unitarização, categorização e pôr fim da construção de metatextos.

### 5.1 OFICINAS DESENVOLVIDAS E POSSÍVEIS SOLUÇÕES

O desenvolvimento deste trabalho de pesquisa teve como propósito responder ao seguinte questionamento: **Quais contribuições a Robótica Educacional pode proporcionar ao processo de aprendizagem da Trigonometria, considerando sua aplicação conjugada à resolução de problemas?** Para tal, foram elaboradas e aplicadas algumas situações-problema ligadas a conceitos matemáticos de Trigonometria e ao uso da Robótica Educacional, empregada como recurso didático nas oficinas, a fim de a busca das soluções para o problema de pesquisa.

Para apresentar ao leitor as informações relevantes ao apontarmos as contribuições que a robótica pode proporcionar à aprendizagem da Matemática, é importante retornar ao nosso objetivo geral: **Identificar contribuições do uso da Robótica Educacional como recurso didático para a aprendizagem de Trigonometria.** Pensamos em cada um dos objetivos específicos estabelecidos e verificamos se, de que forma, eles foram atingidos. Para finalizarmos, tentamos associar a relação entre os objetivos e os elementos construídos ao longo do período de análise. Os objetivos

foram criados para que tivéssemos uma linha de raciocínio e para que, por intermédio das situações propostas durante a realização das oficinas, os conceitos matemáticos pudessem emergir. Dessa forma, buscamos evidenciar os fatos e as práticas envolvidas no processo de aprendizagem, com o propósito de alcançar respostas para o problema de pesquisa.

O primeiro objetivo específico que definimos foi **desenvolver e aplicar um plano para o ensino de Trigonometria combinando a Robótica Educacional com a resolução de problemas**. O plano de Ensino foi estruturado, organizado e realizado em etapas, quais sejam: a elaboração de questões para o pré-teste; atividades de investigação e resolução de questões, formatadas no modelo de oficinas construção; discussão de possibilidades para as situações encontradas pelos alunos no decorrer do processo e; elaboração de questões para o pós-teste.

Algumas dificuldades ocorreram na realização dos trabalhos, entre os quais destacamos a pandemia da Covid-19, que prejudicou a aplicação presencial. No entanto, gostaríamos de ressaltar que um dos grandes desafios foi a adequação das atividades propostas, de modo que o robô ocupasse o papel principal durante as oficinas, descartando assim o uso de trenas e transferidores na realização das tarefas. Como ponto de atenção, no sentido de melhorar o desenvolvimento das atividades, acreditamos que a elaboração de grupos menores nos teria dado uma visão mais individualizada de cada aluno, algo a se pensar em propostas futuras.

Para além dessas considerações, apresentaremos nossos resultados, a partir dos objetivos definidos, em conjunto com os dados adquiridos nas oficinas. Constatamos que as contribuições para o processo de aprendizagem da Trigonometria foi uma consequência da nossa pesquisa e, conseqüentemente, as informações catalogadas, e reescritas pelo processo de ATD impulsionaram nossa resposta ao problema de pesquisa.

O Pré-teste teve a função de investigação de alguns conhecimentos prévios dos alunos, para tanto, foi aplicado individualmente para os 16 estudantes participantes. Nesse sentido, o realizamos em sala de aula convencional, durante um período de 50 minutos e por meio das respostas, verificamos os conhecimentos relevantes e de

nosso interesse já apreendidos pelos estudantes, entre os quais destacamos: Classificação de Triângulos; Relações Métricas no Triângulo Retângulo; Soma de Ângulos Internos; Ângulos Externos; Elementos de Triângulos. Salientamos que tais conceitos básicos de Geometria Plana são fundamentais para o estudo de Trigonometria.

#### 5.1.1 Respostas do Pré-teste (Apêndice B)

A primeira questão exigia que, após a observação dos triângulos, os alunos deveriam escrever o valor do ângulo interno faltante e anotar qual era a classificação dos triângulos representados. A questão recolheu informações prévias sobre o conceito de soma dos ângulos internos de um triângulo ser igual a  $180^\circ$ : obtivemos 12 respostas corretas sobre o conceito de classificação de triângulos, em especial sobre o termo triângulo retângulo.

Na segunda questão, os alunos deveriam observar os dois tipos de triângulos exemplificados e, logo após, dizer em qual classificação eles se encaixavam. A atividade buscou verificar se os alunos conseguiriam classificar triângulos quanto a seus lados, em escaleno ou isósceles: foram 10 respostas corretas. Com relação à classificação quanto aos ângulos, entre retângulo ou obtuso, obtivemos 9 acertos.

O terceiro questionamento determinava que, após a observação da imagem de um triângulo qualquer e seus respectivos ângulos internos, os estudantes escrevessem quais eram os lados e os ângulos opostos solicitados. O objetivo foi identificar se os alunos conheciam os termos utilizados para nomear os lados de um triângulo retângulo em relação a um dos seus ângulos agudos: obtivemos 13 respostas corretas para pelo menos dois dos três itens propostos.

No comando da quarta questão os alunos deveriam, após observarem a imagem do triângulo retângulo, escrever quais lados eram os catetos e qual era a hipotenusa. A intenção foi averiguar o conhecimento dos alunos a respeito dos nomes dados aos lados de um triângulo retângulo, se cateto ou hipotenusa: 13 alunos que acertaram pelo menos dois dos três itens propostos.

Na quinta questão, ao observarem as medidas dos lados, os alunos deveriam utilizar o Teorema de Pitágoras e, após os cálculos, informar se o triângulo era retângulo. O intuito era verificar se os alunos conseguiriam aplicar de forma correta o Teorema de Pitágoras, bem como associar a igualdade do teorema à condição de ser retângulo: apenas 6 alunos responderam corretamente ao que foi solicitado.

A sexta questão determinava que os alunos observassem a imagem do triângulo e seu ângulo externo e, logo após, escrevessem seus três ângulos internos. A questão verificou se os alunos sabiam utilizar o ângulo externo de um triângulo qualquer para resolver problemas: foram 13 os alunos que responderam corretamente ao que foi solicitado.

Entendemos que os resultados do pré-teste foram satisfatórios. Pela análise das questões, tivemos apenas uma na qual os alunos tiveram um aproveitamento abaixo do esperado: inferior a sessenta por cento de acerto. Isto significa que para tal item, alguns alunos não dominavam o conceito proposto, por não lembrarem ou simplesmente por não terem aprendido. A questão trata do Teorema de Pitágoras e, apesar do resultado no pré-teste, os conhecimentos do Teorema foram utilizados com certa segurança pelos alunos nas oficinas, creditamos que possa ser pela diferença entre aplicar o Teorema para determinar um lado de um Triângulo Retângulo a partir dos outros dois lados, e para verificar se um dado Triângulo é Retângulo. O que está em jogo aqui é um aspecto lógico: a retangularidade de um triângulo é condição necessária e suficiente para a validade do Teorema de Pitágoras.

Entendemos que as escritas dos alunos sobre o que eles sabem a respeito dos conteúdos básicos: Classificação de Triângulos; Relações Métricas no Triângulo Retângulo; Soma de Ângulos Internos; Ângulos Externos; Elementos de Triângulos; é primordial para se avançar na aprendizagem de novos conceitos. Os resultados foram importantes para mostrar que os problemas propostos nas atividades de cada oficina foram planejados de forma coerente, sendo possível para os alunos relacionar os conhecimentos de Geometria Plana, que já possuíam, aos de Trigonometria que passaram a conhecer.

### 5.1.2 Reflexões sobre as oficinas

As situações para as oficinas foram planejadas no formato de problemas, seguindo as etapas do Alinhamento Construtivo: os alunos deveriam analisar e resolver as situações-problema presentes nas atividades, com uso da robótica, a fim de perceberem conceitos matemáticos durante o processo de resolução. Por meio do emprego da robótica, “o aluno pode desenvolver sua capacidade de solucionar problemas, utilizar a lógica de forma eficaz e compreender conceitos ligados à Física e Matemática” (MORELATO; NASCIMENTO; D’ABREU e BORGES, 2010, p.95). Diante das situações apresentadas, eles precisaram refletir sobre as etapas de construção, passos necessários para pensar os problemas, compreender e resolver o que foi proposto. Com isso, mobilizaram conhecimentos prévios relacionados. Já o professor-pesquisador, dentro das oficinas, deveria avaliar e registrar como as atividades foram realizadas pelos alunos, orientando-os para que eles desenvolvessem o que foi proposto e percebessem os conteúdos matemáticos emergentes.

Na primeira oficina realizada (APENDICE D) foi desenvolvida uma atividade que necessitou do engajamento dos alunos para o planejamento e construção de um robô Figura 10.

**Figura 10-** Montagem do robô pelos alunos.



**Fonte:** Arquivo de fotos do autor.

**Figura 11-** Robô em uso na oficina 02.



**Fonte:** Arquivo de fotos do autor.

Na segunda oficina (APENDICE E), foi desenvolvida uma atividade em que a situação-problema envolvia rampas de acessibilidade, contextualizada na questão do acesso a edificações. Para o desenvolvimento da atividade foram construídas duas rampas conforme Figura 12.

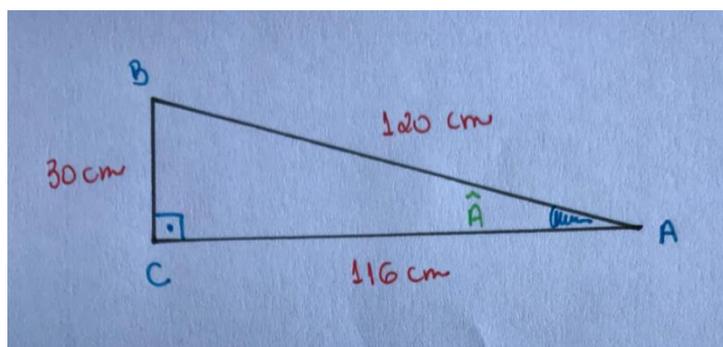
**Figura 12-** Rampas utilizadas na atividade oficina 02



**Fonte:** Arquivo de fotos do autor.

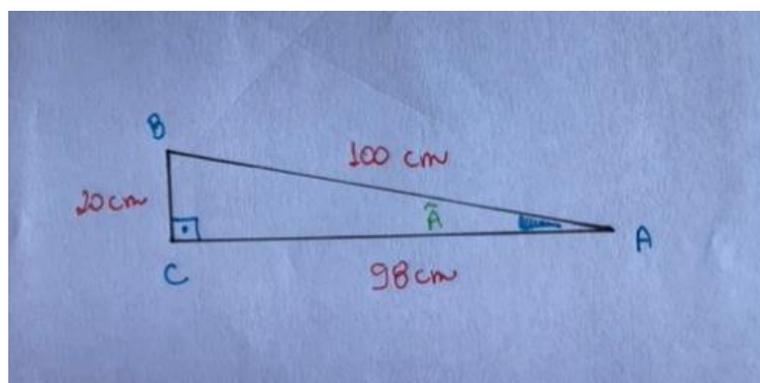
As Figuras 13 e 14 retratam a representação da situação-problema pelos alunos, conforme suas respostas, as quais serão apresentadas nas próximas seções. Os registros visuais produzidos durante as oficinas (as figuras das atividades) foram desenhados, para melhor entendimento das respostas apresentadas.

**Figura 13-** Representação plana da rampa de 30cm de altura.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

**Figura 14-** Representação plana da rampa de 20 cm de altura.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

As medidas dos lados desses triângulos não cumprem o Teorema de Pitágoras. Para a Figura 13, os alunos, durante as medidas, anotaram 30 centímetros para a altura, entretanto o valor é um pouco maior, aproximadamente 30,7 centímetros. Esse erro nas medições deve-se à medida dos comprimentos através das rotações do motor. De modo análogo isso ocorre na Figura 14, onde a altura anotada foi de 20 centímetros e o valor é um pouco menor, cerca de 19,8 centímetros. Os erros de arredondamento ocorreram pelo fato das conferências com a trena serem feitas somente ao final da atividade, com objetivo de não influenciar no uso do robô e, também, nos cálculos.

Na terceira oficina (APENDICE F), o contexto da situação-problema envolveu a logística de entregas de medicamentos de forma autônoma, por drones. Para o desenvolvimento da atividade foi construído um tapete que simulava uma localidade, com um centro de distribuição de encomendas, como mostra a Figura 15.

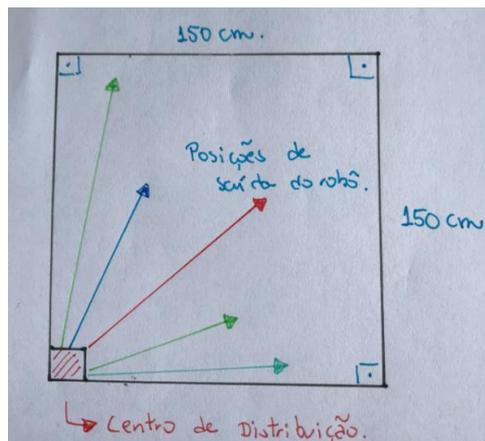
**Figura 15-** Tapete em uso na oficina 03.



Fonte: Arquivo de fotos do autor.

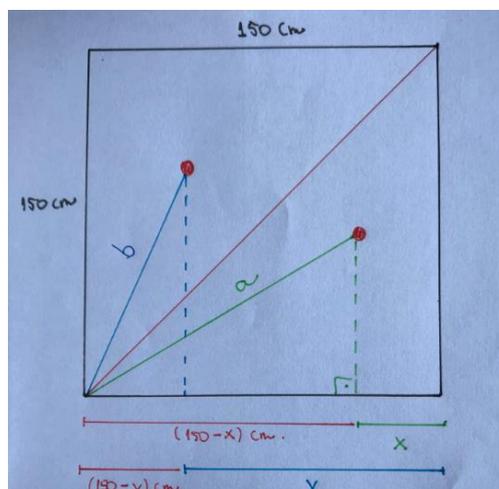
Representação do tapete da situação-problema construída pelos alunos, conforme suas respostas, estão representadas nas Figuras 16 e 17.

**Figura 16-** Representação 01 da situação-problema oficina 04.



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 17-** Representação 02 situação-problema oficina 04.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Durante a primeira oficina, foi solicitado o preenchimento do questionário referente às produções escritas e estruturação da construção do robô. No processo de Análise Textual Discursiva, conduzido ao longo do item 5.2, foi possível identificar elementos constituintes de Recursos Tecnológicos (o que estava disponível para os alunos no contexto da robótica) e Criatividade, subcategorias presente na Robótica Educacional. Os registros escritos são da construção do robô, elaborado pelos alunos, o que nos permitiu refletir sobre as ações: como construir o robô, quais sensores, quais recursos a robótica está nos propiciando para auxiliar os estudantes na reflexão sobre os problemas e, conseqüentemente, no seu aprendizado.

Já na segunda oficina, os estudantes foram questionados sobre qual seria a inclinação máxima que o robô conseguiria subir. Ficou evidente nas respostas que o valor máximo está relacionado a outros fatores, como por exemplo: o material da rampa; o material das rodas; a força do motor; a intensidade do atrito e da aderência. Pensando na experimentação, conforme registros escritos da ATD, foram feitos os testes com uma rampa de 20 centímetros de altura e 100 centímetros de comprimento (hipotenusa), sendo encontrada uma inclinação de 12°. Com outra rampa, de 30 centímetros de altura e 120 centímetros de comprimento (hipotenusa), foi encontrada uma inclinação de 16° e, ainda, os alunos encaixaram os dois suportes de 20 e 30 centímetros de altura e simularam uma rampa com 50 centímetros de altura e 120 centímetros de comprimento (hipotenusa), sendo encontrada uma inclinação de 25°. Com esses dados os alunos conseguiram perceber que o robô até consegue vencer a rampa, no entanto, algumas situações precisam ser levadas em consideração: no contexto do problema, uma inclinação de 25° é inviável<sup>35</sup> para o cadeirante, pensando na condição do mesmo subir sem auxílio de qualquer outra pessoa; os alunos utilizaram fita crepe na rampa Figura 18, com objetivo de aumentar a aderência entre as rodas e a rampa; para rampas com inclinação maior que 25°, o robô necessitará de mais torque e menos velocidade para conseguir subir.

---

35 Norma de Acessibilidade (NBR 9050) são as rampas acessíveis de pedestres. Não só os cadeirantes a utilizam, pessoas idosas, com dificuldade de locomoção, mães com carrinhos de crianças e uma série de outras situações fazem o acesso somente por escadas ser inapropriado. Um desnível de 16 centímetros por exemplo, pela norma necessita de 2 metros de comprimento de rampa, para uma inclinação de 8%.

**Figura 18:** Detalhe da fita crepe na rampa para aumentar a aderência.



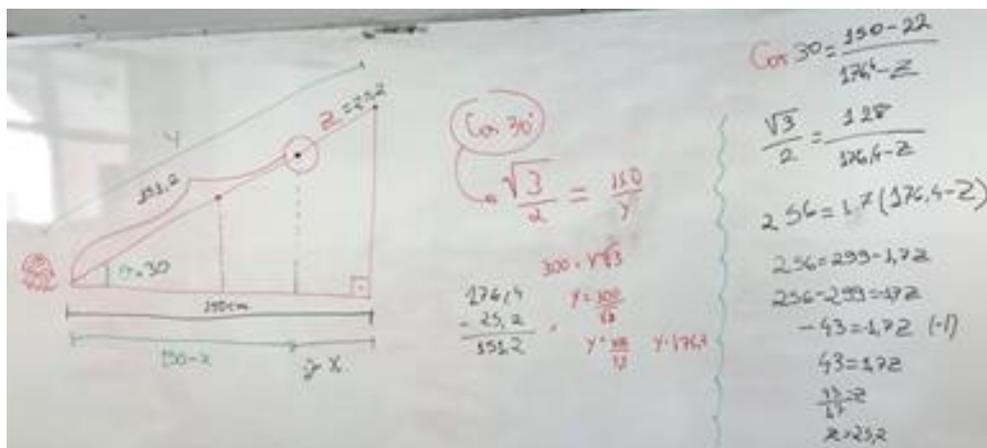
**Fonte:** Arquivo de fotos do autor.

Ainda sobre a segunda oficina, para determinar o valor da inclinação, os alunos utilizaram o robô para medir o tamanho da rampa utilizando o número de rotações do motor, eles consideraram para isso o diâmetro, sendo que uma rotação equivale a 16 centímetros de distância percorridos pelo robô. Foi encontrado o valor esperado de 100 centímetros na rampa menor e, 98 centímetros de projeção ortogonal (cateto adjacente). Alguns alunos utilizaram o Teorema de Pitágoras para encontrar a altura. Logo, conseguiram determinar para a inclinação o valor de  $12^\circ$ . Esse valor foi confirmado com o sensor giroscópico, que, acoplado ao robô, obteve valores de medidas entre  $12^\circ$  e  $13^\circ$ .

Para a terceira oficina o robô tinha a função de simular entregas de mercadoria dentro do tapete, com saídas sempre determinadas por um ângulo  $\theta$ , medido em graus, no intervalo  $[0^\circ, 90^\circ]$ . Foi questionado aos alunos, como encontrar o local de entrega, (representado por uma bola vermelha). Em uma das respostas apresentadas como possível solução, os alunos encontraram a distância horizontal (distância percorrida no eixo x), utilizando o número de rotações do robô, onde uma rotação é equivalente a 16 centímetros. Em seguida, observaram que através das relações trigonométricas seria possível encontrar o valor do outro cateto e o deslocamento (hipotenusa), que era a distância entre o local de saída e o local de chegada/entrega (representado por uma bola vermelha). Durante as oficinas, os alunos experimentaram situações de

trabalho em grupo, discutindo e testando formas de solucionar o problema. Uma delas está posta na Figura 19, que mostra uma saída para entrega de mercadoria pelo robô, com um ângulo de  $30^\circ$ , e a possibilidade de chegada em dois pontos diferentes.

**Figura 19:** Cálculos realizados pelos alunos no quadro durante a oficina 03

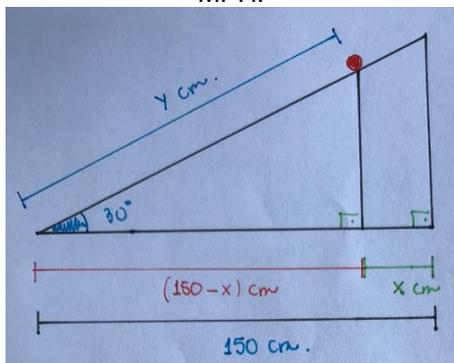


**Fonte:** Arquivo de fotos do autor.

Observamos que os alunos simularam duas situações: em uma delas o robô percorre todo o cateto adjacente, sua medida é de 150 centímetros e o ângulo entre o local de saída e o eixo horizontal ( $x$ ) foi de  $30^\circ$ . Com esses dados, foi encontrado um deslocamento de 176,4 centímetros (hipotenusa do triângulo). Para o caso de uma entrega mais próxima do local de saída do robô, os alunos encontraram o valor do recuo do cateto adjacente em relação à primeira medida, que foi de 150 centímetros. Esse valor é de 22 centímetros, logo o cateto adjacente mede 128 centímetros, o que torna possível calcular o deslocamento, que foi de 151,2 centímetros, conforme os cálculos na Figura 19. Com relação às generalizações apresentadas na oficina quatro destacamos no Quadro 8, quatro expressões, duas pensadas por dois alunos e duas apresentadas no contexto de grupo.

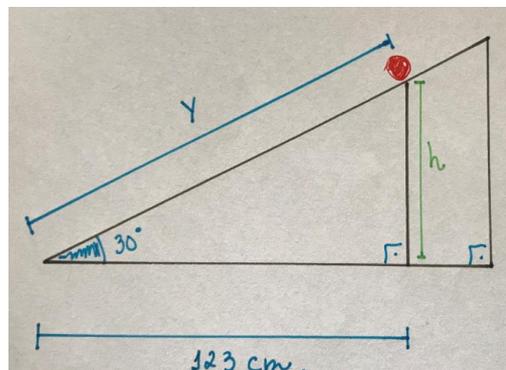
**Quadro 8:** Expressões propostas pelos alunos e discutidas com a turma durante a oficina 04.

**Figura 20:** Formalização proposta pelo aluno MPH.



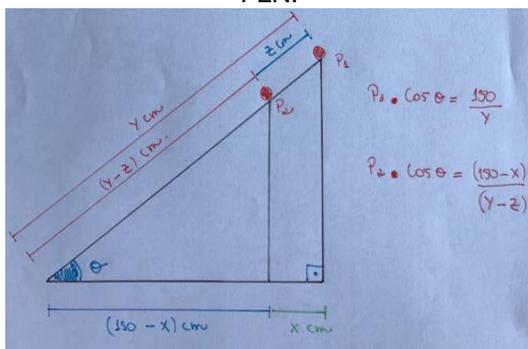
$$\cos 30^\circ = \frac{150-x}{y}; y = \sqrt{3} \cdot \left(1 - \frac{2x}{3}\right)$$

**Figura 21:** Formalização proposta pelo grupo A.



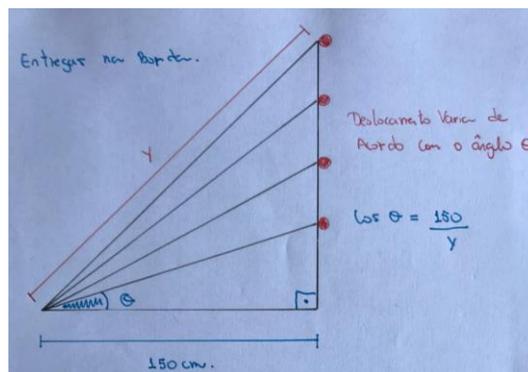
$$\cos \emptyset = \frac{150-x}{y}$$

**Figura 22:** Formalização proposta pelo aluno FLN.



$$\cos \emptyset = \frac{150-x}{y-z}$$

**Figura 23:** Formalização proposta do grupo B.



$$\cos \emptyset = \frac{150}{y}$$

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

É perceptível que todas as expressões desenvolvidas fazem sentido dentro do contexto da oficina (Figuras: 20, 21, 22 e 23). A expressão apresentada pelo aluno MPH mostra uma simulação de entrega realizada pelo robô com um ângulo de  $30^\circ$  entre o local que o robô começa a andar e o cateto adjacente (projetado no eixo x). A fórmula, de aparência simples, exemplifica que o aluno entendeu o significado de cosseno. Também é possível fazer uma analogia da utilização da expressão para aplicação para além da situação proposta na oficina. O essencial para Papert (2004) é a construção do conhecimento, que acontece quando o aluno constrói um objeto de seu interesse. Nesse caso ele foi incentivado a pensar e propor uma resposta de

acordo com que entendeu/interpretou. Devemos lembrar que as expressões foram elaboradas dentro de um contexto de oficina, mas que o caráter de conteúdo emergente se deve ao fato de que todas as construções foram feitas pelos alunos. Em particular, no caso da robótica, quem deve observar e analisar todas as construções? Os alunos, o professor como mediador do processo, demais colegas de grupo que também participaram, mostrando assim a envolvimento coletivo como propõem Vigotski (2007).

Outro ponto importante a se destacar são as imagens construídas de forma intuitiva e organizada, (imagens presentes no diário de bordo e atividades, foram copiadas pelo pesquisador para melhor entendimento do leitor). Com elas é possível observar os passos de construção para entendimento do problema, “O aluno deve também estar em condições de identificar as partes principais do problema, [...] deverá traçar uma figura e nela indicar a incógnita e os dados” (POLYA, 2006, p. 05). A abstração fornece aos alunos possibilidades e condições para se organizarem, para apresentar algo mais trabalhoso, mais elaborado. É preciso enfatizar também que na construção, existiu equívocos que foram corrigidos pelo professor-pesquisador, dando aos alunos a oportunidade de questionamentos, no sentido de direcioná-los a novos caminhos, para que os próprios estudantes percebessem as lacunas a serem completadas, exercitando a prática de experimentação e análise.

Para alcançarmos nosso segundo objetivo específico: **observar e avaliar o processo de aprendizagem de Trigonometria por uma turma de Ensino Médio submetido ao plano de ensino desenvolvido no formato de oficina**, fizemos uso do pós-teste, o qual teve o papel de avaliar a evolução dos alunos no que diz respeito à aquisição de conhecimentos trigonométricos. Para isso, o teste foi aplicado individualmente aos 16 estudantes participantes. O realizamos em sala de aula convencional, durante um período de 50 minutos, com a expectativa de observar as questões respondidas, entender os procedimentos utilizados, perceber o uso dos conhecimentos adquiridos e relacioná-los com os dados apresentados nos metatextos da ATD. Para a tentativa de observação das novas aprendizagens, presentes na escrita e nas falas dos alunos após o término das oficinas, os estudantes resolveram o questionário de Pós-teste com questões envolvendo os seguintes

conceitos matemáticos para análises posteriores: Trigonometria; Teorema de Pitágoras; Área e Perímetro. Após a verificação, foi possível elaborar um pensamento mais amplo com utilização das falas e escritas, valorização dos dados emergentes que foram categorizados e que estão presentes nos metatextos, como conceitos. A coleta das respostas dos alunos ao pós-teste, bem como a quantidades de acertos por questões dos alunos aos questionamentos realizados mostrou-se satisfatória.

### 5.1.3 Respostas do Pós-teste (Apêndice C)

No comando da primeira questão, após os alunos observarem a imagem e visualizarem os dados, teriam que calcular os catetos do triângulo, utilizando seno e cosseno. O objetivo foi coletar informações a respeito de uma aplicação direta do uso do seno e do cosseno de um ângulo agudo. Foi identificado que os alunos conseguiram resolver sem maiores dificuldades. Foram 15 respostas corretas, de acordo com o que foi solicitado.

A segunda e a terceira questões em seus comandos, determinava que, após a observação das imagens, os estudantes calculassem o cateto oposto ao ângulo agudo fornecido nos triângulos, utilizando o seno. As questões buscaram verificar se os alunos conseguiriam resolver uma aplicação com uso do seno de um ângulo. Foi observado que houve facilidade para apresentação das respostas a esses questionamentos. Obtivemos 14 respostas corretas, de acordo com o que foi solicitado, em ambas as questões.

Na quarta questão, em seu comando, após lerem a situação-problema e observarem a imagem, os alunos teriam que calcular a quantidade de baterias para que um robô pudesse executar suas funções de trabalho. O intuito era constatar informações a respeito do uso do Teorema de Pitágoras, bem como a habilidade de escolher diferentes caminhos para se utilizar durante a resolução, uma vez que a questão utilizava de detalhes lógicos e fazia uma analogia ao conceito de perímetro de figuras planas. 12 alunos responderam corretamente ao item solicitado.

A quinta questão em seu comando, após os alunos lerem a situação-problema e organizarem as informações, precisariam calcular o deslocamento de um robô de

fábrica em um determinado segmento de reta, com o auxílio de uma planta para melhor visualizar o problema. A questão buscou verificar informações a respeito de uma aplicação do seno de um ângulo, com uma abordagem mais elaborada. Exigiu dos alunos maior interpretação e conhecimentos de tópicos de geometria plana, o que levou os estudantes a apresentarem dificuldades para entender como aplicar as relações trigonométricas no problema. Obtivemos 09 acertos ao item solicitado.

A sexta questão verificou de forma direta, na visão dos alunos, qual foi a maneira que a Robótica Educacional contribuiu para uma melhor compreensão do conceito de Trigonometria.

Algumas das respostas apresentadas estão listadas abaixo:

- “Através da Robótica Educacional aprendemos Trigonometria de forma prática”;
- “A robótica facilita o entendimento e o desenvolvimento de conhecimentos matemáticos”;
- “A robótica possibilita o uso de objetos (robô) facilitadores, para ajudar nas atividades”;
- “Aprendemos de forma descontraída e dinâmica”;
- “A robótica fez com que eu identificasse pontos fracos neste conteúdo e treinasse”;
- “É sobre construir o robô e praticar”;
- “Uma aplicação nos facilita na hora de pensar”;
- “O robô me possibilitou ver a situação com mais detalhes”;

Os resultados do pós-teste foram satisfatórios. Constatamos que, pela análise das questões, obtivemos apenas um item com aproveitamento menor do que o esperado, isto é a maioria dos alunos erraram, trata-se da sexta questão. Consideramos que as questões do pós-teste possibilitaram verificar o que os alunos conseguiram/sabem utilizar de forma coerente as Relações Trigonométricas, isso pode ser observado nos dados presentes durante ATD, evidenciados nos metatextos produzidos.

## 5.2 NÁLISE DOS DADOS E REFLEXÕES SOBRE OS RESULTADOS

A pesquisa investigou as contribuições da Robótica Educacional para a aprendizagem de Trigonometria em uma turma de 1ª Série do Ensino Médio ao longo de atividades aplicadas em oficinas. As situações apresentadas nesta seção tentarão ilustrar como os alunos lidaram com as situações, qual o potencial de criatividade e construção coletiva de conhecimentos e a utilização dos recursos de Robótica Educacional disponível. No entanto, não basta usá-los apenas como recursos de exploração, a tecnologia possibilita potencial de criação, onde o computador e propostas de atividades são sempre muito bem-vindas segundo Papert (2008).

### 5.2.1 Transcrição das aulas Gravadas

Segundo Moraes (2003), a relação entre leitura e significação é fundamental para a condução de um processo de Análise Textual Discursiva. Assim, entendemos que é necessário realizar recortes nos textos, de modo a construir uma amostragem de significantes. Os textos constituem significantes<sup>36</sup> aos quais o pesquisador precisa atribuir sentido. Para Moraes (2003) a leitura já é uma forma de análise, porque leitores diferentes percorrerão caminhos diferentes. A leitura dos textos constituídos pelas respostas dos alunos, revelam conceitos matemáticos e prévios, que quando organizados, estão associados a teorias, que por sua vez aparecem no texto em diferentes momentos.

Portanto, no *corpus* possivelmente vamos encontrar fragmentos de texto, que possuam elementos que facilitarão a identificação das categorias relacionadas à Robótica Educacional e à Trigonometria. Nos Quadros 9, 10, 11 e 12 são apresentados os trechos selecionados a partir das aulas gravadas, são falas dos alunos durante a realização das oficinas. Já os Quadros 13, 14, 15 e 16 apresentam os trechos selecionados a partir das falas dos alunos que foram percebidas e anotadas no decorrer das atividades. Nestes quadros também está presente as falas dos alunos

---

<sup>36</sup> No dicionário Aulete- online (<https://aulete.com.br/>), temos esta definição na categoria linguística: “Sucessão de fonemas que, numa língua, se associa a determinado significado.” Podemos entender que significantes são frases ou palavras, faladas ou escritas, aos quais podemos atribuir um significado. Ou seja, o significante só é associado a um sentido quando é interpretado por alguém.

durante os diálogos com o professor/pesquisador, todas as **transcrições são fiéis** conforme maneira que foram ditas.

**Quadro 9** - Seleção de trechos a partir do corpus principal para oficina 01- Gravações das falas dos alunos durante a oficina.

| Oficina 1 – Construção do robô /Grupos A e B | Amostragem de significantes  |
|--|--|
| Trechos do texto                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detalhes que são importantes na construção do robô?</li> <li>• Que legal! Nunca mexi. Na minha escola anterior não tinha isso.</li> <li>• Mas eu ainda não sei mexer professor.</li> <li>• Eu só mexi para valer no sétimo ano.</li> <li>• Podemos fazer juntos?</li> <li>• Qual é o critério que temos para as rodas?</li> <li>• Programação para frente, para traz, desde o início da rampa.</li> <li>• Acho interessante o robô ser leve.</li> <li>• O robô vai simular a ação do cadeirante.</li> <li>• Dois motores grandes são suficientes.</li> <li>• Tudo que é físico, é construído!</li> <li>• Tudo que estamos fazendo no robô é construção.</li> <li>• Sensor ultrassônico é para visualizar o objeto à sua frente.</li> <li>• Programação tem de colocar para andar para a frente.</li> <li>• Construção é criatividade e inspiração.</li> <li>• Vamos construir um robô com um tamanho entre 20 e 25 centímetros.</li> <li>• Pequeno demais; ele pode capotar.</li> <li>• Quatro rodas grandes de borracha, mais equilíbrio, mais atrito, para subir na rampa.</li> <li>• Tração dianteira para arrastar a parte de traz, dá mais estabilidade, anda mais em linha reta, sem perder a direção.</li> <li>• No bloco programável a entrada dos cabos do motor é utilizada as letras e para os sensores são utilizados os números. [está se referindo as partes do bloco programável responsável pela entrada e saída de informações.]</li> <li>• Esteira não atende porque o robô perde aderência na rampa.</li> <li>• Precisa de um sensor giroscópio. [sensor giroscópico]</li> <li>• Utilizando os lados da rampa vamos conseguir encontrar a inclinação fácil.</li> </ul> |

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

**Quadro 10** - Seleção de trechos a partir do corpus principal para oficina 02- Gravações das falas dos alunos durante a oficina.

| Oficina 2 – Rampa/ Grupos A e B | Amostragem significativa   |
|---------------------------------|--|
| Trechos do texto – Grupo A      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rampa menor tem 1 metro de comprimento e a maior tem 1,2 metro de comprimento.</li> <li>• Como vamos chegar ao valor da inclinação?</li> <li>• Podemos utilizar o sensor giroscópio que temos na caixa.</li> <li>• Pode ir ao quadro fazer as contas?</li> <li>• A gente se ajuda.</li> <li>• Todo exercício de Teorema de Pitágoras dá para fazer com trigonometria?</li> <li>• Ele vai subir fácil.</li> <li>• O seno é o que fica do lado da tangente. [aluno se referindo aos catetos]</li> <li>• É possível ver o torque, a força que o robô faz na rampa.</li> <li>• Tem como ver também as rotações do motor.</li> <li>• Para o sensor funcionar é preciso haver inclinação do robô, então ele tem que ter começado a subir. [sensor giroscópico]</li> <li>• Professor o ângulo no sensor é de 17º graus. [sensor giroscópico]</li> <li>• Comprimento da parte de baixo da rampa tem um nome?</li> <li>• Comprimento da parte de baixo é a projeção.</li> <li>• Projeção de que?</li> <li>• É a projeção da hipotenusa, o lado grande.</li> <li>• Comprimento da projeção horizontal, eu entendi.</li> <li>• Projeção vale 116 centímetros.</li> <li>• C é o valor de que?</li> <li>• Por que uma rotação tá dando 17 centímetros aqui.</li> <li>• Usa Pitágoras para saber a altura.</li> <li>• Na fórmula h/c é o que?</li> <li>• Acho que é a inclinação da rampa.</li> <li>• Sabemos que altura é 30 então?</li> <li>• Vamos calcular então!</li> <li>• A inclinação vai ser <math>30/116 = 0,25</math>.</li> <li>• Na tabela do livro 0,25 é igual à tangente de 14º.</li> <li>• Quanto mais sensível à inclinação, mais fácil é para o cadeirante.</li> <li>• Teste a rampa com 120 centímetros por 50 centímetros, para ver se ele sobre.</li> <li>• Quanto maior a inclinação, mais força o robô precisa.</li> <li>• A medida dos catetos influência no percentual de inclinação.</li> </ul> |

Continua

Cont. Quadro 10

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Trechos do texto – Grupo B | <ul style="list-style-type: none"><li>• Para medir o ângulo temos que medir antes dele chegar no plano.</li><li>• A do robô deu 12° graus para a rampa menor.</li><li>• A do robô deu 17° graus para a rampa maior.</li><li>• Vamos encontrar o valor do C?</li><li>• C é o comprimento da projeção horizontal.</li><li>• O que é isso?</li><li>• O comprimento é 120 centímetros.</li><li>• A parte de baixo vale 115,4 aproximadamente.</li><li>• Para melhor aderência podemos colocar fita crepe.</li><li>• Podemos encontrar a altura usando o Teorema de Pitágoras.</li><li>• <math>120^2 = 115,4^2 + x^2</math></li><li>• O valor é 31 centímetros.</li><li>• Na fórmula, é a altura dividida pelo lado.</li><li>• <math>31/115,4 = 0,26</math>, isso é 26% professor.</li><li>• O robô não sobe com facilidade porque falta aderência.</li><li>• Por que o valor de 26% é diferente do sensor?</li><li>• Sensor deu 17°!</li><li>• Fita larga vai resolver. [Um aluno usou fita larga na roda do robô, mas a fita foi colocada ao avesso, justamente para a parte com cola, fixa na rampa.]</li><li>• Para subir existem coisas que influenciam.</li><li>• A inclinação máxima depende de vários fatores.</li><li>• Para achar o percentual usa a tangente.</li></ul> |
|----------------------------|---|

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

**Quadro 11** – Seleção de trechos a partir do corpus principal para oficina 03 – Gravações das falas dos alunos durante a oficina.

| Oficina 3 – Entregas de encomendas/ Grupos A e B | Amostragem significativa   |
|--|--|
| Trechos do texto – Grupo A                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividade muito boa, brava.</li> <li>• A atividade vai simular o que o drone faria na cidade.</li> <li>• A diagonal forma um triângulo.</li> <li>• A diagonal é a hipotenusa.</li> <li>• Podemos testar com um ângulo de saída de 30°</li> <li>• Depois vemos para outros, aí fica mais fácil.</li> <li>• Triângulos têm ângulos de 30°, 45° e 60°.</li> <li>• Posso mudar o local de entrega?</li> <li>• O lado da cidade tem 1,5 metros de comprimento.</li> <li>• É para trabalhar com seno e cosseno?</li> <li>• O robô pode medir a lateral pra usar Pitágoras.</li> <li>• Uma rotação tem 1 centímetro?</li> <li>• 8,7 rotações deram a distância</li> <li>• Uma rotação tem 16 centímetros?</li> <li>• 150 centímetros = 9,3 rotações no motor.</li> <li>• Eu estou processando as informações.</li> <li>• Se o ângulo é 30°, a situação é a seguinte.</li> <li>• Quando a lateral é menor que 1,5 metros.</li> <li>• A distância do recuo é de 22 centímetros, então o cateto vale 128 centímetros.</li> <li>• Queremos o valor da hipotenusa.</li> <li>• <math>\cos 30^\circ = y/128</math>.</li> <li>• Podemos tentar para outros ângulos professor?</li> </ul> |

Continua

Cont. Quadro 11

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Trechos do texto – Grupo B | <ul style="list-style-type: none"><li>• Tem de ser a menor distância possível.</li><li>• Vamos usar qualquer ângulo.</li><li>• Vamos começar com os famosos.</li><li>• É um triângulo retângulo, vou por <math>30^\circ</math>.</li><li>• Todas as respostas são possíveis.</li><li>• Robô andou 27 centímetros.</li><li>• Então tudo vale 123 centímetros.</li><li>• Vamos fazer a tangente.</li><li>• Vimos no anterior.</li><li>• Tangente <math>30^\circ = h/123</math>.</li><li>• Outro lado vale 69 centímetros.</li><li>• Valor para a raiz de 3 é 1,73.</li><li>• Foi o que vocês usaram?</li><li>• Vamos usar Pitágoras?</li><li>• Ele vai alertar quando chegar no local. [efeito de som na programação].</li><li>• <math>X^2 = 1,23^2 + 0,69^2</math>.</li><li>• <math>X = 1,41</math>.</li><li>• A distância da diagonal tem de ser de 1,41 metros.</li><li>• Pela diagonal é bem maior.</li><li>• 1,41 metro pensei que era em centímetros.</li><li>• 6,7 é o número de rotações.</li><li>• De milímetro pra centímetro é como?</li><li>• 6,7 rotações na força 100.</li><li>• Valor da roda é 56 milímetros.</li><li>• Diâmetro é 28 milímetros.</li><li>• Usamos a fórmula.</li><li>• <math>C = d \cdot \pi</math></li><li>• Deu 175,8 milímetros vezes 6,7 rotações.</li><li>• Achamos 1178,128 milímetros.</li><li>• Que é 117,81 centímetros.</li><li>• Existe uma diferença.</li><li>• O robô não está saído da quina.</li><li>• Tem de somar o tamanho dele.</li><li>• Ele tem 23 centímetros.</li><li>• Posição dele estava errada, nossa!</li><li>• Vamos somar mais 23 centímetros.</li><li>• Isso dá 140 centímetros, igual ao que calculamos.</li></ul> |
|----------------------------|--|

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Quadro 12** – Seleção de trechos a partir do corpus principal para oficina 04 – Gravações das falas dos alunos durante a oficina.

|   |  |
|---|--|
| Oficina 4 – Formalização / Grupos A e B | Amostragem significativa   |
| Trechos Grupos A e B.                   | <p>A ideia do problema é que as entregas sejam feitas em qualquer ponto do tapete.<br/>Podemos ter a diagonal como referência?<br/>As entregas podem ser acima dela ou abaixo.<br/>O que muda é o ângulo, de <math>0^\circ</math> até <math>90^\circ</math>. [Intervalo de <math>0^\circ &lt; \theta &lt; 90^\circ</math>]<br/>Vamos pensar num jeito.<br/>Valor da lateral (eixo x) sempre é menor.<br/>É só medir a distância da bola.</p> |

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

### 5.2.2 Transcrições das falas dos alunos durante as oficinas

Os registos escritos de falas e diálogos durante as atividades propostas, bem como os registos visuais (figuras) que auxiliaram na resolução, foram desenhadas para melhor entendimento das respostas apresentadas.

**Quadro 13** – Seleção de trechos a partir do corpus principal para oficina 01 – Registros escritos das falas dos alunos durante a oficina.

|   |  |
|---|--|
| Oficina 1 – Construção do robô / Grupos A e B | Amostragem significativa   |
| Trechos dos Registros escritos.               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dois grupos de oito alunos cada construíram dois robôs, os grupos optaram pela escolha de dois motores grandes e um sensor giroscópio para tirar medidas de ângulos. [sensor giroscópico]</li> <li>• Dos robôs alguns detalhes da construção foram destacados, pois os alunos julgaram importantes para o desenvolvimento das atividades.</li> <li>• Escolha das rodas, opção por borracha.</li> <li>• Tamanho das rodas.</li> <li>• Sensor ultrassônico para identificar obstáculos.</li> <li>• Rodas largas para auxiliar na subida da rampa.</li> <li>• Eixos curtos para precisão nos movimentos.</li> <li>• Utilização de um sensor giroscópio para medir ângulos.</li> <li>• Tamanho do robô até 25 centímetros.</li> <li>• Não ser um robô grande, pois seu objetivo é simular um cadeirante e posteriormente um drone.</li> </ul> |

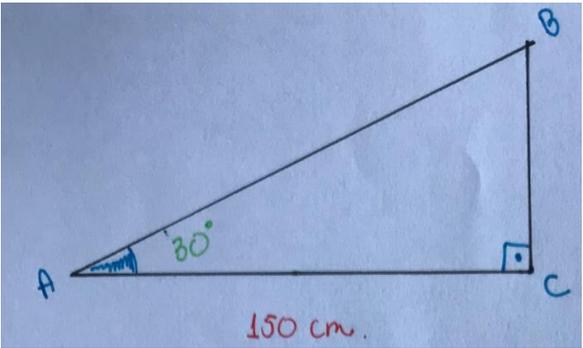
**Fonte:** Elaborado pelo autor.

**Quadro 14** – Seleção de trechos a partir do corpus principal para oficina 02 – Registros escritos das falas dos alunos durante a oficina.

| Oficina 2 – Rampa / Grupos A e B       | Amostragem significativa   |
|--|--|
| Trechos dos Registros escritos-Grupo A | <ul style="list-style-type: none"> <li>• C é o comprimento da projeção horizontal da hipotenusa.</li> <li>• Rampa maior tem 120 centímetros de comprimento.</li> <li>• Rampa menor tem 100 centímetros de comprimento.</li> <li>• O valor de com 100 cm e 120 cm, não procede, pois esses são valores para a hipotenusa.</li> <li>• Alguns alunos encontraram o cateto adjacente utilizando as rotações do motor, em seguida acharam a altura através do Teorema de Pitágoras.</li> <li>• Tangente da rampa maior foi <math>30/116 = 0,25 = 25\%</math> de inclinação. [Os ângulos possuem tangente, neste caso os alunos ao dizer “tangente da rampa” se referem à tangente do ângulo agudo formado pela rampa com relação à base horizontal.]</li> <li>• Tangente da rampa menor foi <math>20/98 = 0,20 = 20\%</math> de inclinação. [Os ângulos possuem tangente]</li> <li>• O valor da tangente influencia na inclinação.</li> <li>• Quanto maior é a inclinação, maior é a força que o robô faz.</li> <li>• A medida dos catetos influência na inclinação.</li> <li>• A tangente é a razão entre os catetos. [Dado um ângulo de referência, a razão entre os catetos que define a tangente: oposto/adjacente].</li> <li>• A medida dos catetos influência no percentual de inclinação.</li> <li>• O percentual é influenciado pela medida do cateto oposto, dividido pelo adjacente.</li> <li>• Tangente do ângulo = <math>20/98 = 0,2 = 12^\circ</math>.</li> <li>• Tangente do ângulo = <math>30/116 = 0,25 = 16^\circ</math>.</li> </ul> |
| Trechos dos Registros escritos-Grupo B | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acima de <math>15^\circ</math>, o robô sobe com dificuldades, dependendo de atrito e velocidade.</li> <li>• A inclinação máxima da rampa é de <math>15^\circ</math>, o robô andou com um pouco de dificuldades, o material da rampa é determinante.</li> <li>• <math>15^\circ</math> acima, com dificuldade devido à falta de aderência.</li> <li>• Tem que levar em conta o material das rodas e da rampa.</li> <li>• Inclinações maiores que <math>15^\circ</math>, o robô vai subir com problemas ou com dificuldades, o problema é que elas não são ideais para o cadeirante.</li> <li>• Utilizaria a tangente para encontrar o valor.</li> <li>• Para encontrar o percentual de inclinação da rampa utilizamos a tangente.</li> <li>• Para achar a porcentagem precisamos usar a tangente.</li> </ul>  |

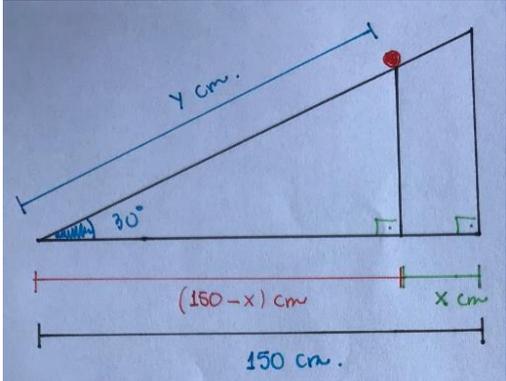
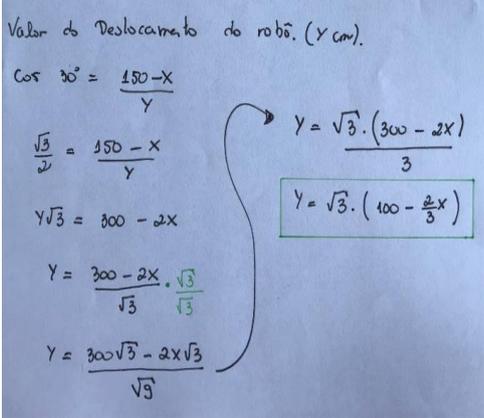
Fonte: Elaborado pelo autor.

**Quadro 15-** Seleção de trechos a partir do corpus principal para oficina 03 – Registros escritos das falas dos alunos durante a oficina.

| Oficina 3 – Entrega de encomendas / Grupos A e B | Amostragem significativa   |
|--|--|
| Trechos dos Registros escritos-Grupo A           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Os alunos optaram por usar o ângulo de <math>30^\circ</math> e a partir dele fazer as generalizações.</li> <li>• <math>16 \text{ cm} = 1</math> rotação no motor do robô.</li> <li>• <math>150 \text{ cm} =</math> comprimento da lateral do tapete.</li> <li>• <math>150/16 = 9,3</math> números de rotações para atravessar o tapete.</li> <li>• Primeiro calculamos a distância horizontal para utilizá-la para calcular a distância entre o robô e a entrega. Logo após isso, fizemos uma regra de três para sabermos o tanto de rotação que o motor deveria fazer.</li> <li>• Entrega com saída de <math>30^\circ</math>, <math>\cos 30^\circ = 150/x = 173 \text{ cm}</math>.</li> </ul> <p><b>Figura 24:</b> Representação da saída do robô com um ângulo de valor <math>30^\circ</math>.</p>  <p><b>Fonte:</b> Elaborado pelo autor.</p> |
| Trechos dos Registros escritos-Grupo B           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primeiro os alunos utilizaram Trigonometria para encontrar a altura, depois foi aplicado Pitágoras para encontrar a hipotenusa.</li> <li>• Descobrimos o diâmetro da roda, depois transformamos de milímetros para centímetros e dividimos pela quantidade de rotações do motor.</li> <li>• Nosso passo-a-passo: trigonometria para encontrar a altura, Pitágoras para encontrar a hipotenusa.</li> </ul>   |

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

**Quadro 16** - Seleção de trechos a partir do corpus principal para oficina 04 – Registros escritos das falas dos alunos durante a oficina.

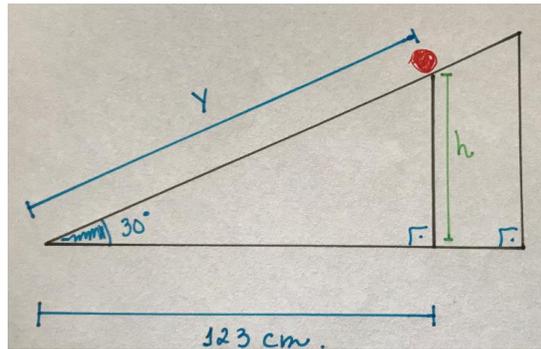
| Oficina 4 – Formalização / Grupos A e B      | Amostragem significante  |
|--|--|
| <p>Trechos os Registros escritos-Grupo A</p> | <p>[Formalização solicitada na oficina 04 e proposta pelo aluno MPH do grupo A]</p> $\cos 30^\circ = \frac{1,5 - x}{y}$ <p>Usando <math>\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}</math> temos;</p> $y = \sqrt{3} \cdot \left(1 - \frac{2x}{3}\right)$ <p><b>Figura 25:</b> Formalização sugerida pelo aluno MPH (Ilustração).</p>  <p><b>Fonte:</b> Elaborado pelo autor.</p> <p><b>Figura 26:</b> Formalização sugerida pelo aluno MPH (Cálculos).</p>  <p><b>Fonte:</b> Elaborado pelo autor.</p> |

Continua

[Formalização solicitada na oficina 04 e proposta pelos demais alunos do grupo A].

$$\cos\phi = \frac{150 - x}{y}$$

**Figura 27:** Formalização sugerida pelo grupo A (Ilustração).



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

**Figura 28:** Formalização sugerida pelo grupo A (Cálculos).

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} 30^\circ &= \frac{h}{123} \\ \frac{\sqrt{3}}{3} &= \frac{h}{123} \\ 3h &= 123\sqrt{3} \\ h &= \frac{123\sqrt{3}}{3} \\ h &= 41\sqrt{3} \end{aligned}$$

$\sqrt{3} \cong 1,73$

$$\begin{aligned} h &= 41 \cdot 1,73 \\ h &\cong 70,93 \text{ cm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y^2 &= 123^2 + (70,93)^2 \\ y^2 &= 15129 + 5031 \\ y &\cong 141,98 \text{ cm.} \end{aligned}$$

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Continua

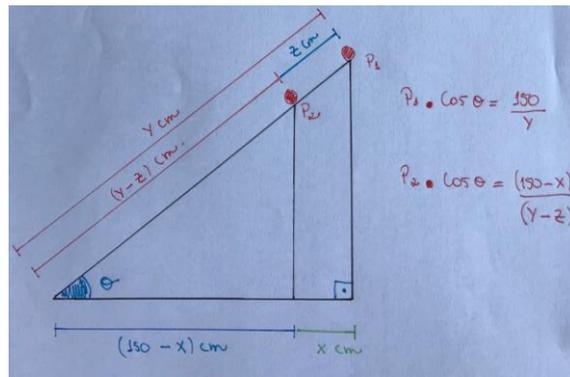
Cont. Quadro 16

Trechos dos Registros escritos-Grupo B

[Formalização solicitada na oficina 04 e proposta pela aluna FLN do grupo B]

$$\cos \theta = \frac{150 - x}{y - z}$$

**Figura 29:** Formalização sugerida pelo aluno FLN (Ilustração e cálculos).

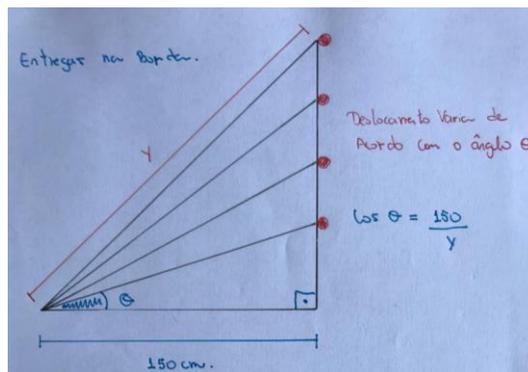


Fonte: Elaborado pelo autor.

[Formalização solicitada na oficina 04 e proposta pelos demais alunos do grupo B].

$$\cos \theta = \frac{150}{y}$$

**Figura 30:** Formalização sugerida pelo grupo B (Ilustração).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.2.3 Desmontagem e Unitarização

A desmontagem e unitarização dos textos são a primeira etapa da Análise Textual Discursiva, que “[...] consiste num processo de desmontagem ou desintegração dos textos, destacando seus elementos constituintes” (MORAES, 2003, p.195). Dessa desconstrução dos textos surgem as unidades de significado. Para a realização da desmontagem devemos identificar nas diversas partes do texto os “conceitos” referentes ao assunto e usá-las para estabelecer as categorias de análise, etapa denominada categorização.

**Quadro 17** - Desmontagem e Unitarização das produções escritas: Gravações e registros escritos das falas dos alunos durante as oficinas.

| Atividade proposta | <b>Conceitos Matemáticos emergentes.</b> (destacados em negrito)  |
|--------------------|---|
| Oficina 1          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Utilizando os <b>lados</b> da rampa vamos conseguir encontrar a <b>inclinação</b> fácil.</li><li>• Utilização de um <b>sensor</b> para <b>medir ângulos</b>.</li></ul>  |
| Oficina 2          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Rampa <b>menor tem 1 metro de comprimento</b> e a <b>maior tem 1,2 metros de comprimento</b>.</li><li>• Como vamos chegar ao valor da <b>inclinação</b>?</li><li>• Todo exercício de <b>Teorema de Pitágoras</b> dá para fazer com <b>trigonometria</b>?</li><li>• O <b>seno</b> é o que fica do lado da <b>tangente</b>. (se referindo aos catetos)</li><li>• <b>Comprimento</b> da parte de baixo é a <b>projeção</b>.</li><li>• <b>Projeção</b> de que?</li><li>• É a <b>projeção da hipotenusa</b> o lado grande.</li><li>• <b>Comprimento</b> da <b>projeção horizontal</b>, eu entendi.</li><li>• <b>Projeção</b> vale 116 centímetros.</li><li>• Usa <b>Pitágoras</b> para saber a <b>altura</b>.</li><li>• Na <b>fórmula h/c</b> é o que?</li><li>• Acho que é a <b>inclinação</b> da rampa.</li><li>• O <b>valor da tangente</b> influencia na <b>inclinação</b>.</li><li>• A <b>medida</b> dos <b>catetos</b> <b>influência na inclinação</b>.</li><li>• A <b>tangente</b> é a <b>razão entre os catetos</b>.</li><li>• A <b>medida dos catetos</b> <b>influência no percentual de inclinação</b>.</li><li>• O <b>percentual</b> é influenciado pela <b>medida</b> do <b>cateto oposto dividido pelo adjacente</b>.</li><li>• Para <b>medir o ângulo</b> temos que medir antes dele chegar no</li></ul> |

Continua

Cont. Quadro 17

|           |  |
|-----------|--|
|           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• plano.</li> <li>• A <b>inclinação</b> vai ser <math>30/116 = 0,25</math>.</li> <li>• Na <b>tabela do livro</b> <math>0,25</math> é igual a <b>tangente de <math>14^\circ</math></b>.</li> <li>• Podemos encontra a <b>altura</b> usando o <b>Teorema de Pitágoras</b>.</li> <li>• Na fórmula é a <b>altura dividida pelo lado</b>.</li> <li>• <math>31/115,4 = 0,26</math>, isso é 26% professor.</li> <li>• C é o <b>comprimento da projeção horizontal da hipotenusa</b>.</li> <li>• Alguns alunos calcularam a <b>inclinação</b> utilizando o valor de com 100 cm e 120 cm, o que não procede, pois esses são <b>valores para a hipotenusa</b>.</li> <li>• Alguns alunos encontraram o <b>cateto adjacente</b> utilizando as <b>rotações do motor</b>, em seguida acharam a altura através do <b>Teorema de Pitágoras</b>.</li> <li>• <b>Tangente</b> da rampa maior foi <math>30/116 = 0,25 = 25\%</math> de <b>inclinação</b>.</li> <li>• <b>Tangente</b> da rampa menor foi <math>20/98 = 0,20 = 20\%</math> de <b>inclinação</b>.</li> <li>• O valor da <b>tangente influencia na inclinação</b>.</li> <li>• A medida dos <b>catetos influencia na inclinação</b>.</li> <li>• A <b>tangente</b> é a <b>razão entre os catetos</b>.</li> <li>• O <b>percentual</b> é influenciado pela medida do <b>cateto oposto, dividido pelo adjacente</b>.</li> <li>• <b>Tangente do ângulo</b> = <math>20/98 = 0,2 = 12^\circ</math>.</li> <li>• <b>Tangente do ângulo</b> = <math>30/116 = 0,25 = 16^\circ</math>.</li> <li>• Para encontrar o <b>percentual de inclinação</b> da rampa utilizamos a <b>tangente</b>.</li> <li>• Para achar a <b>porcentagem</b> precisamos usar a <b>tangente</b>.</li> </ul> |
| Oficina 3 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>A diagonal</b> forma um <b>triângulo</b>.</li> <li>• <b>A diagonal</b> é a <b>hipotenusa</b>.</li> <li>• Podemos testar com um <b>ângulo de saída de <math>30^\circ</math></b></li> <li>• <b>Triângulos têm ângulos</b> de <math>30^\circ</math>, <math>45^\circ</math> e <math>60^\circ</math>.</li> <li>• O robô pode medir a lateral para <b>usar Pitágoras</b>.</li> <li>• Se o <b>ângulo</b> é <math>30^\circ</math>, a situação é a seguinte.</li> <li>• Quando a lateral é <b>menor que 1,5 metros</b>.</li> <li>• <b>A distância do recuo</b> é de 22 centímetros, então o <b>cateto</b> vale 128 centímetros.</li> <li>• <b>Queremos o valor da hipotenusa</b>.</li> <li>• <b><math>\cos 30^\circ = y/128</math></b>.</li> <li>• Vamos fazer a <b>tangente</b>.</li> <li>• <b><math>\tan 30^\circ = h/123</math></b> .</li> <li>• <b><math>X^2 = 1,23^2 + 0,69^2</math></b>.</li> <li>• <b>A distância da diagonal</b> tem de ser de 1,41 metros.</li> <li>• <b>Pela diagonal</b> é bem maior.</li> </ul>   |

Continua

Cont. Quadro 17

|           |  |
|-----------|--|
|           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Diâmetro é 56 milímetros.</b></li> <li>• Usamos a fórmula.</li> <li>• <b>C=D.pi.</b></li> <li>• Primeiro calculamos a <b>distância horizontal</b> para utilizá-la para <b>calcular a distância</b> entre o robô e a entrega. Logo após isso fizemos uma <b>regra de três</b> para sabermos o tanto de rotação que o motor deveria fazer.</li> <li>• Entrega com saída de 30°, <b>cos 30° = x/150. = 173 cm</b></li> <li>• Primeiro os alunos utilizaram <b>trigonometria</b> para encontrar a <b>altura</b>, depois foi aplicado <b>Pitágoras</b> para encontrar a <b>hipotenusa</b>.</li> <li>• Descobrimos o <b>diâmetro</b> da roda.</li> <li>• Nosso passo a passo: <b>trigonometria para encontrar a altura, Pitágoras para encontra a hipotenusa.</b></li> </ul> |
| Oficina 4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Formalização do problema</b> proposta pelo aluno MPH, <math>\cos 30^\circ = (1,5 - x)/y</math>. Logo <math>y = \sqrt{3(1 - 2/3x)}</math>.</li> <li>• <b>Formalização do problema</b> proposta pela aluna FLN, <math>\cos B = (150-x)/(y-z)</math>.</li> <li>• Podemos ter a <b>diagonal</b> como referência?</li> <li>• O que muda é o <b>ângulo, de 0° até 90°</b> [<math>0^\circ &lt; \theta &lt; 90^\circ</math>].</li> <li>• <b>Valor da lateral (eixo x)</b> sempre é menor.</li> </ul>   |

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Quadro 18-** Desmontagem e unitarização das produções escritas: Gravações e Registros escritos das falas dos alunos durante a oficina.

| Atividade proposta | <b>Contexto e questionamentos.</b> (destaques em negrito)   |
|--------------------|---|
| Oficina 1          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detalhes que são importantes na <b>construção do robô?</b></li> <li>• Qual é o <b>critério que temos para as rodas?</b></li> <li>• <b>O robô vai simular</b> a ação do cadeirante.</li> <li>• Tudo que é <b>físico na robótica é construído!</b> Tudo que estamos fazendo no <b>robô é construção.</b></li> <li>• Pequeno demais ele pode <b>capotar.</b></li> <li>• <b>Quatro rodas grandes</b> de borracha, <b>mais equilíbrio</b>, mais <b>atrito</b>, para subir na rampa.</li> <li>• <b>Tração</b> dianteira para <b>arrastar</b> a parte de traz, dá mais <b>estabilidade</b>, anda mais em linha reta, sem perde a <b>direção.</b></li> <li>• Esteira não atende porque o robô <b>perde aderência.</b></li> <li>• Escolha das rodas, opção por <b>borracha.</b></li> <li>• <b>Tamanho das rodas.</b></li> <li>• Rodas <b>largas para auxiliar na subida</b> da rampa.</li> <li>• <b>Eixos curtos para precisão</b> nos movimentos.</li> <li>• Não ser um robô, grande, <b>pois seu objetivo é simular um cadeirante</b> e posteriormente um drone.</li> </ul> |

Continua

|           |  |
|-----------|--|
| Oficina 2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Como vamos chegar ao <b>valor da inclinação?</b></li> <li>• É possível ver o <b>torque</b>, a <b>força que o robô</b> faz na rampa.</li> <li>• <b>Projeção de que?</b></li> <li>• <b>C é o valor de que?</b></li> <li>• Na <b>fórmula h/c é o que?</b></li> <li>• Quanto mais <b>sensível à inclinação</b>, mais fácil é para o cadeirante.</li> <li>• Quanto <b>maior a inclinação</b>, mais <b>força o robô precisa</b>.</li> <li>• <b>Vamos encontrar o valor do C?</b></li> <li>• Quanto <b>maior a inclinação</b>, mais <b>força o robô precisa</b>.</li> <li>• Para <b>melhor aderência</b> podemos colocar fita crepe.</li> <li>• O robô não sobe com facilidade porque <b>falta aderência</b>.</li> <li>• [um aluno usou fita larga na <b>roda do robô</b>, mas a fita foi colocada ao avesso, justamente para a parte com cola, <b>fixa na rampa</b>].</li> <li>• Para <b>subir existem coisas que influenciam</b>.</li> <li>• A <b>inclinação máxima</b> depende de <b>vários fatores</b>.</li> <li>• Acima de 15° o robô sobe com dificuldades, dependendo de <b>atrito e velocidade</b>.</li> <li>• A <b>inclinação máxima</b> da rampa é de 15°, o robô andou com um pouco de dificuldades, <b>o material da rampa é determinante</b>.</li> <li>• 15° acima, porém existe dificuldade devido à <b>falta de aderência</b>.</li> <li>• Inclinações maiores que 15° o robô vai subir sem problemas ou com dificuldades, o problema é que <b>elas não são ideais para o cadeirante</b>.</li> </ul> |
| Oficina 3 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Posso <b>mudar o local de entrega?</b></li> <li>• Uma <b>rotação</b> tem 1 centímetro?</li> <li>• Uma <b>rotação tem 16 centímetros?</b></li> <li>• Podemos <b>tentar para outros ângulos</b> professor?</li> <li>• <b>Vamos usar Pitágoras?</b></li> <li>• O robô não está <b>saído da quina</b>.</li> <li>• <b>Tem de somar o tamanho dele</b>.</li> <li>• Descobrimos o <b>diâmetro</b> da roda, depois transformamos de <b>milímetros para centímetros</b> e dividimos pela quantidade de <b>rotações do motor</b>.</li> </ul>  |
| Oficina 4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• A ideia do problema é que as entregas sejam feitas em <b>qualquer ponto</b> do tapete.</li> <li>• Podemos ter a <b>diagonal como referência?</b></li> <li>• As entregas podem ser <b>acima dela ou abaixo?</b></li> <li>• <b>Vamos pensar num jeito</b>.</li> <li>• É só medir a <b>distância da bola</b>.</li> </ul>   |

**Quadro 19** - Desmontagem e unitarização das produções escritas: Gravações e Registros escritos das falas dos alunos durante a oficina.

| Atividade proposta | Elementos da Robótica Educacional. (destaques em negrito)   |
|--------------------|---|
| Oficina 1          | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Detalhes</b> que são importantes na <b>construção do robô?</b></li> <li>● <b>Programação</b> para frente, para traz, desde o início da rampa.</li> <li>● <b>Dois motores grandes</b> são suficientes.</li> <li>● Tudo que é físico, é construído! Tudo que estamos fazendo no <b>robô é construção.</b></li> <li>● <b>Sensor ultrassônico</b> é para visualizar o objeto a sua frente.</li> <li>● <b>Programação</b> tem de colocar para <b>andar pra frente.</b></li> <li>● <b>Tração dianteira</b> para arrastar a parte de traz, dá mais estabilidade, <b>anda mais em linha reta</b>, sem perde a direção.</li> <li>● <b>No motor a entrada dos cabos são sinalizados pôr letras</b> e os <b>sensores são sinalizados pôr números</b> [está se referindo as partes do <b>bloco programável</b> responsável pela <b>entrada e saída de informações.</b>]</li> <li>● Precisa de um <b>senso giroscópio.</b></li> <li>● Utilização de um <b>sensor giroscópio</b> para medir ângulos.</li> <li>● Dois grupos de oito alunos cada, construíram dois robôs, os grupos optaram pela escolha de <b>dois motores grandes</b>, e um <b>sensor giroscópio</b> para tirar medidas de ângulos.</li> </ul> |
| Oficina 2          | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Tem como ver também as <b>rotações do moto.</b></li> <li>● <b>Sensor deu 17º!</b></li> <li>● Para o <b>sensor funcionar é preciso haver inclinação</b> do robô, então ele tem que ter começado a subir. [giroscópico].</li> <li>● Professor o ângulo no <b>sensor é de 17º graus.</b> [giroscópico].</li> </ul>  |
| Oficina 3          | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 8,7 <b>rotações</b> deram a distância.</li> <li>● Uma <b>rotação tem 16 centímetros?</b></li> <li>● Ele vai alertar quando chegar no local. [<b>efeito de som na programação.</b>]</li> <li>● Deu 175,8 milímetros vezes <b>6,7 rotações.</b></li> <li>● 16 cm = 1 rotação no <b>motor do robô.</b></li> <li>● <math>150/16 = 9,3</math> <b>números de rotações</b> para atravessar o tapete. Descobrimos o <b>diâmetro da roda</b>, depois transformamos de <b>milímetros para centímetros</b> e dividimos pela quantidade de <b>rotações do motor.</b></li> </ul>  |
| Oficina 4          | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>O que muda é o ângulo, de 0º até 90º</b> [<math>0^\circ &lt; \theta &lt; 90^\circ</math>].</li> <li>● É só <b>medir a distância</b> da bola.</li> </ul>   |

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Quadro 20** - Desmontagem e unitarização das produções escritas: Gravações e Registros escritos das falas dos alunos durante a oficina.

| Atividade proposta | <b>Prática, criatividade e trabalho em grupo.</b> (destaques em negrito)  |
|--------------------|---|
| Oficina 1          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mas eu ainda <b>não sei mexer</b> professor.</li> <li>• Eu só <b>mexi para valer</b> no sétimo ano.</li> <li>• <b>Podemos fazer juntos?</b></li> <li>• <b>Acho interessante</b> o robô ser leve.</li> <li>• <b>Tudo que estamos fazendo</b> no robô é construção.</li> <li>• <b>Construção é criatividade e inspiração.</b></li> <li>• <b>Dois grupos de oito alunos cada</b>, construíram dois robôs, <b>os grupos optaram por dois motores grandes.</b></li> <li>• <b>Detalhes da construção foram destacados</b>, pois, <b>os alunos julgaram importantes</b> para o desenvolvimento das atividades.</li> <li>• <b>Não ser um robô grande</b>, pois seu <b>objetivo é simular</b> um cadeirante e posteriormente um drone.</li> </ul> |
| Oficina 2          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pode ir ao quadro <b>fazer as contas?</b></li> <li>• <b>Como vamos</b> chegar ao valor da inclinação?</li> <li>• <b>Na tabela do livro</b> 0,25 é igual a tangente de 14°.</li> <li>• <b>[um aluno usou fita larga</b> na roda do robô, mas a fita foi colocada ao avesso, <b>justamente para a parte com cola]</b></li> <li>• <b>C é o comprimento da projeção horizontal da hipotenusa.</b></li> <li>• <b>Alguns alunos encontraram</b> o cateto adjacente utilizando as rotações do motor.</li> </ul>   |
| Oficina 3          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividade <b>muito boa</b>, brava.</li> <li>• <b>Podemos testar</b> com um ângulo de saída de 30°</li> <li>• Depois vamos para outros, <b>aí fica mais fácil.</b></li> <li>• <b>Posso mudar</b> o local de entrega?</li> <li>• Eu estou <b>processando as informações.</b></li> <li>• Se o ângulo é 30°, <b>a situação é a seguinte.</b></li> <li>• <b>Vamos usar qualquer ângulo.</b></li> <li>• Vamos começar com os <b>famosos.</b></li> <li>• <b>Todas as respostas são possíveis.</b></li> <li>• O robô não está <b>saído da quina.</b></li> <li>• Tem de <b>somar o tamanho dele.</b></li> <li>• <b>Posição dele estava errada</b>, nossa.</li> <li>• Vamos <b>somar mais 23</b> centímetros.</li> </ul>                           |
| Oficina 4          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Podemos ter a diagonal</b> como referência?</li> <li>• As entregas podem ser <b>acima dela ou abaixo.</b></li> <li>• <b>Vamos</b> pensar num jeito.</li> <li>• <b>É só medir a distância</b> da bola.</li> </ul>  |

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.2.4 Categorização

A categorização consiste em identificar e juntar as unidades de significado compiladas obtidas pela desmontagem e unitarização dos dados coletados que tenham alguma semelhança entre si, ou seja, “[...] é um processo de comparação constante entre as unidades definidas no processo inicial da análise, levando a agrupamentos de elementos semelhantes” (MORAES, 2003, p.197).

Categorias *a priori* são construídas antes da análise, enquanto as emergentes, ou *a posteriori*, são construídas a partir da análise dos dados coletados.

**Quadro 21** - Categorização dos dados procedentes da fase de desmontagem e unitarização da produção escrita.

| Categoria            | Subcategoria   | Dados obtidos nas respostas relacionadas às categorias e subcategorias.  |
|----------------------|----------------|--|
| <b>Trigonometria</b> | <b>Seno</b>    | <p><b>O seno</b> é o que fica do lado da tangente. Acho que é o cateto <b>oposto</b>. Temos duas rampas e seus tamanhos são: 100 cm e 120 cm, o que procede, pois esses são <b>valores para a hipotenusa; Encontramos o cateto oposto</b> utilizando o adjacente, que tínhamos encontrado com as rotações do motor; <b>A diagonal</b> forma um <b>triângulo; A diagonal é a hipotenusa</b>; Podemos testar com um <b>ângulo de saída de 30°; Triângulos têm ângulos</b> de 30°, 45° e 60°; <b>queremos o valor da hipotenusa</b>; Entrega com saída de 30°; <b>Utilizamos</b> o adjacente para encontrar <b>a altura</b>; Nosso passo-a-passo: <b>trigonometria para encontrar a altura</b>.</p>                       |
|                      | <b>Cosseno</b> | <p><b>C</b> é o <b>comprimento da projeção horizontal da hipotenusa; É a projeção da hipotenusa</b> o lado grande; <b>C</b> é o <b>comprimento da projeção horizontal da hipotenusa</b>; Encontramos o <b>cateto adjacente</b> utilizando as rotações do motor; <b>A diagonal</b> forma um <b>triângulo; A diagonal é a hipotenusa</b>; Podemos testar com um <b>ângulo de saída de 30°; Triângulos têm ângulos</b> de 30°, 45° e 60°; <b>Queremos o valor da hipotenusa; Cos 30° = y/128</b>; Entregas com saída de <b>ângulos 30°, cos 30° = x/150. = 173 cm</b>; Primeiro os alunos utilizaram <b>trigonometria</b> para encontrar a altura; Nosso passo-a-passo: <b>trigonometria para encontrar a altura</b>.</p> |

Continua

Cont. Quadro 21

|                             |                     |   |
|-----------------------------|---------------------|---|
|                             | <b>Tangente</b>     | <p>Como vamos chegar ao valor da <b>inclinação</b>? Na fórmula <math>h/c</math> é o que? ;Acho que é a <b>inclinação</b> da rampa; O <b>valor da tangente</b> influencia na <b>inclinação</b>, A medida dos <b>catetos</b> influencia na <b>inclinação</b>; A <b>tangente é a razão entre os catetos</b>; A <b>medida dos catetos</b> influencia no <b>percentual de inclinação</b>; O percentual é influenciado pela medida do <b>cateto oposto, dividido pelo adjacente</b>; Na <b>tabela do livro 0,25 é igual a tangente de 14°</b>; Na formula é a <b>altura dividida pelo lado</b>; <math>31/115,4 = 0,26</math>, isso é 26% professor; <b>Tangente</b> da rampa maior foi <math>30/116 = 0,25 = 25\%</math> de inclinação; <b>Tangente</b> da rampa menor foi <math>20/98 = 0,20 = 20\%</math> de inclinação; A medida dos <b>catetos</b> influencia na <b>inclinação</b>; A <b>tangente é a razão entre os catetos</b>; O <b>percentual é influenciado pela medida do cateto oposto, dividido pelo adjacente</b>; <b>Tangente do ângulo = <math>20/98 = 0,2 = 12^\circ</math></b>; <b>Tangente do ângulo = <math>30/116 = 0,25 = 16^\circ</math></b>; <b>Tangente <math>30^\circ = h/123</math></b></p> |
| <b>Robótica Educacional</b> | <b>Recursos</b>     | <p><b>Programação</b> para frente; <b>Dois motores grandes</b> são suficientes; <b>robô é construção</b>; <b>Sensor ultrassônico</b>; <b>Programação</b> tem de colocar para andar pra frente; no <b>motor a entrada dos cabos sinalizadas são as letras</b> e os <b>sensores são sinalizados por números</b>; sensor <b>giroscópico</b>; <b>rotações do moto</b>; <b>para o sensor funcionar é preciso haver inclinação</b>; uma <b>rotação tem 16 centímetros</b>; <b>9,3 números de rotações</b> para atravessar o tapete.</p>   |
|                             | <b>Criatividade</b> | <p><b>Detalhes</b> que são importantes na <b>construção do robô</b>; Acho <b>interessante</b> o robô ser leve; <b>Tudo que estamos fazendo no robô é construção</b>; <b>Construção é criatividade e inspiração</b>; <b>Detalhes da construção foram destacados como importantes</b>; Não ser um <b>robô grande</b>; Vamos usar <b>fita larga</b>; <b>Alguns alunos encontraram</b> o cateto adjacente <b>utilizando as rotações</b> do motor; <b>Podemos testar</b> com um ângulo de saída de <math>30^\circ</math>; <b>Posso mudar</b> o local.</p>  |
| <b>Práticas</b>             | <b>Abstração</b>    | <p>A <b>ideia do problema</b> é que as entregas sejam feitas em <b>qualquer ponto do tapete</b>; <b>Valor da lateral</b> (eixo x) sempre é menor; <b>é só medir a distância</b> da bola;<br/> <b>Formalização</b> proposta: <math>\cos 30^\circ = (1,5 - x)/y</math>; Logo <math>y = \sqrt{3}(1-2/3x)</math> ; <b>Formalização</b> proposta: <math>\cos(\theta) = (150 - x)y</math> ;<br/> <b>Formalização</b> proposta: <math>\cos(B) = (150-x)/(y-z)</math> ;<br/> <b>Formalização</b> proposta: <math>\cos(\theta) = (150 - x)/z</math>.</p>   |

Continua

|  |                                 |   |
|--|---------------------------------|---|
|  | <p><b>Trabalho em grupo</b></p> | <p><b>Não sei mexer professor; a gente se ajuda; mexi para valer; podemos fazer juntos? Acho interessante o robô ser leve; tudo que estamos fazendo; Construção é criatividade e inspiração; Nós optamos pela escolha de dois motores grandes; Detalhes da construção foram destacados</b> pois, nós julgamos <b>importantes</b> para o <b>desenvolvimento das atividades; Pode ir ao quadro fazer as contas? Como vamos chegar ao valor da inclinação? Alguns alunos encontraram</b> o cateto adjacente utilizando as rotações do motor; Atividade <b>muito boa</b>, brava. <b>Podemos testar</b> com um ângulo de saída de 30°; <b>depois vamos para outros, ai fica mais fácil; Posso mudar</b> o local de entrega? <b>Processando as informações; Todas as respostas</b> são possíveis.</p> |
|--|---------------------------------|---|

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.2.5 Captação do Novo Emergente

De acordo com Moraes (2003), o propósito de todo processo de Análise Textual Discursiva é a elaboração do metatexto. Nesse sentido, buscamos destacar e recortar do *corpus* algumas amostras de texto que, em princípio, possam conter elementos que permitam identificar as categorias relacionadas à nossa pesquisa.

Nesse movimento, o analista, a partir dos argumentos parciais de cada categoria, exercita a explicitação de um argumento aglutinador do todo. Esse é então utilizado para costurar as diferentes categorias entre si, na expressão da compreensão do todo. Esse processo é essencialmente inacabado, exigindo uma crítica permanente dos produtos parciais, no sentido de uma explicitação cada vez mais completa e rigorosa de significados construídos e da compreensão atingida (MORAES, 2003, p.201).

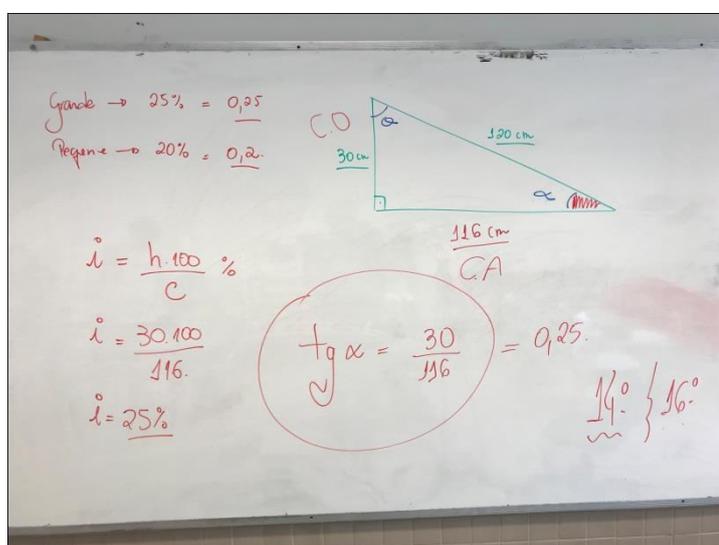
O metatexto é, portanto, é o resultado de um processo em que o pesquisador constrói uma argumentação acerca dos elementos obtidos a partir das etapas anteriores. O novo emergente é o produto do processo reflexivo em torno dos elementos das etapas anteriores. A seguir, apresentamos três metatextos, um para cada categoria construída: “Trigonometria”; “Robótica Educacional” e “Práticas”. O dedicado à Trigonometria, está disposto nas subcategorias: Seno; Cosseno e Tangente. O referente à Robótica Educacional subdivide-se em: Recursos e Criatividade. Por fim, no que apresenta a categoria Práticas, temos as subcategorias: Abstração e Trabalho em Grupo.

A categoria **Trigonometria** apresentou em suas duas subcategorias, Seno e Cosseno, as evidências das relações trigonométricas mais relevantes que foram encontradas nas falas evidenciadas nos vídeos gravados e nos registros escritos, referentes aos diálogos dos alunos. A caracterização do cateto oposto a um ângulo agudo de um triângulo retângulo, surgiu nas observações referentes à situação-problema das oficinas 03 e 04 (problema das entregas por drone) e a caracterização do cateto adjacente emergiu no problema da rampa de acessibilidade como uma projeção da hipotenusa do triângulo retângulo. A hipotenusa também foi interpretada como uma diagonal de um quadrado ou de um retângulo no problema das entregas de mercadoria, ficando evidentes as relações que começam a surgir entre os problemas propostos e o conteúdo de geometria plana. O termo seno de um ângulo, em um triângulo retângulo ficou entendido como a divisão do cateto oposto pela hipotenusa. Isso foi evidenciado tanto na escrita, quanto na fala dos alunos durante o processo de coleta de dados. De modo análogo, a observação vale para o cosseno, alterando o cateto. Os ângulos notáveis também surgiram como conhecimento prévio associado à ideia de ângulos complementares. Pensando na vista lateral da rampa, observamos o formato de triângulo retângulo ao utilizar, por exemplo o ângulo de  $30^\circ$ , o outro ângulo do triângulo era sabido devido a soma dos ângulos internos de um triângulo ser igual a  $180^\circ$ . Nos registros das atividades e nas palavras dos alunos, percebemos uma utilização bem maior dos termos relacionados ao uso do cosseno nas expressões apresentadas e utilizadas para fazer a representação algébrica das situações-problema, construídas por eles. Uma explicação plausível é que isso é mera consequência dos problemas propostos: as resoluções requeriam dos alunos aplicar o cosseno em vez do seno, por ser mais cômodo/rápido.

O conceito de tangente surgiu durante a segunda oficina, na realização da atividade da rampa de acessibilidade. Emergiu como o primeiro conceito em que os alunos estariam associando os elementos de construção da rampa: a rampa possui um suporte que caracterizou a sua altura (a parte de madeira do solo), a parte superior do suporte (por onde o robô sobe) e a base (projeção horizontal da parte de madeira). Logo, as relações trigonométricas surgiram da razão entre esses elementos, que são os lados do triângulo retângulo, quando observado em uma vista lateral.

O termo “inclinação” apareceu com certa frequência, muito pelo contexto da aplicação voltada para a construção de rampas. É importante relatar que durante as oficinas houve dificuldades para a diferenciação do valor da inclinação como percentual e a relação disso com o valor da tangente. Como por exemplo: a tangente da rampa maior foi descrita  $30/116 \sim 0,25 = 25\%$  de inclinação. Para a determinação do ângulo seria preciso consultar a tabela de valores trigonométricos ou usar uma calculadora científica e, ainda, olhar qual era o ângulo que possuía tangente igual a aproximadamente, 0,25.

Figura 31: Cálculos feitos no quadro pelos alunos com uso da tangente.



Fonte: Arquivo de fotos do autor.

O termo tangente de um ângulo agudo em um triângulo retângulo, como sendo igual ao cateto oposto dividido pelo cateto adjacente ficou evidenciado tanto na escrita quanto nas falas dos alunos. Inclusive, essa definição foi muito utilizada por eles, assim como o Teorema de Pitágoras. No contexto da atividade, a tangente do ângulo foi interpretada como sendo a inclinação, a qual influenciaria diretamente na angulação das rampas.

Consideramos interessante dividir a categoria **Robótica Educacional** em duas subcategorias: Recursos e Criatividade. Em Recursos são alocados elementos textuais referentes ao processo de verificação de funcionamento dos roteiros de programação, algumas das possibilidades de construção e eficiência do robô para a realização das atividades e formas de aproveitar as funções que ele pode realizar.

Destacamos o uso do sensor giroscópico, responsável pela medida da inclinação da rampa pelo robô, cujo valor medido serviu para conferência, visto que os alunos realizaram os cálculos com uso de trigonometria, podendo assim fazer comparações.

O contador de rotações (de acordo com o diâmetro da roda) presente na programação foi muito importante para realização de medidas nas atividades. Por meio dele foi possível medir distâncias sem uso de trena: os alunos marcaram o local de saída e o de chegada do robô, tomando uma das rodas como referência, e pelo do número de giros foi possível determinar a distância percorrida. Pelo fato de as atividades terem exigido pouca movimentação do robô, sua programação apresentou estruturas simples (poucos blocos). Era preciso somente fazer o robô movimentar-se para frente, subir a rampa, parar por um instante, medir o ângulo, terminar o movimento de subida e parar sobre a plataforma.

**Figura 32:** Programação em blocos para movimentar o robô para frente e medir a inclinação



**Fonte:** Arquivo de fotos do autor.

De acordo com Araujo e Mafra (2015), o uso da Robótica Educacional permite que os alunos visualizem conceitos matemáticos em atividades voltadas para algo que faça parte do seu cotidiano, deem significado a eles a partir dessa experiência, e, com isso, aumentem sua afinidade com a Matemática e áreas afins. Alguns detalhes que são importantes na construção do robô foram discutidos e aplicados durante a oficina de montagem. Nas palavras dos alunos, para esse processo de construção e montagem é fundamental ter “criatividade e inspiração”, pelo fato de se iniciar um projeto do zero, onde tudo deve ser pensado e planejado com foco nas atividades que deveriam ser realizadas. Durante o processo, algumas ações, tais como: improviso e utilização de recursos facilitadores são sempre bem-vindos.

A categoria **Práticas** foi dividida nas duas subcategorias: Abstração e Trabalho em Grupo. Especificamente a Abstração determina como os alunos analisaram as situações propostas nas atividades, e conseguiram extrair delas conceitos que, por sua vez, poderiam ser utilizados em outras aplicações (ideia de formalização), o que entendemos como a possibilidade de se pensar um pouco mais além. Foi solicitado aos alunos que elaborassem um modelo representativo para a situação-problema da oficina 4 (entrega de mercadorias). Nas expressões formuladas e utilizadas pelos estudantes, nota-se a estruturação para localizar o ponto de entrega, com auxílio do ângulo de partida e de um dos catetos do triângulo utilizado para representar a situação. Além disso, percebemos elementos de álgebra, uso de propriedades Matemáticas.

**Figura 33:** Foto dos alunos durante a realização da oficina 03.



**Fonte:** Arquivo de fotos do autor.

Percebemos que, ao tentar solucionar um desafio, relacionado com programação e robótica, o aluno sente-se instigado a resolvê-lo, pois existe um aspecto prático e investigativo envolvido. Verificamos a validade do que diz Papert (2008), sobre a aprendizagem ser facilitada e melhorada se o aluno construir algo de concreto, como, por exemplo: uma maquete, um modelo, um programa de computador, enfim, algo que possa ser visto e analisado. Uma situação-problema que é esboçada e testada faz com que seus conceitos comecem a fazer algum sentido. Então, é preciso pensar, calcular e tornar as relações entre os diferentes parâmetros, expressões com significado.

A criatividade e a aprendizagem são habilidades relacionadas com as práticas de sociedade, estabelecidas ao longo das relações em grupo, os meios sociais “[...] podem ser um espaço rico de possibilidades para o desenvolvimento da criatividade e habilidades do aluno [...]” (MORELATO; NASCIMENTO; D’ABREU e BORGES, 2010, p.94). Notamos que a interação dos estudantes com o recurso foi acontecendo de forma espontânea. As respostas para as questões propostas foram sendo apresentadas a partir das relações entre os participantes da oficina e, também, durante o pensar individual. Em suas palavras, “a gente se ajuda”; “podemos fazer juntos?”; “tudo que estamos fazendo vai ajudar nas respostas”; “é importante todos estarem processando as informações”; “todas as respostas precisam ser olhadas”.

Segundo Vigotski (2007) é de suma importância que seja atribuída aos estudantes a responsabilidade de buscar respostas, de fazer pesquisas, de dialogar com seus pares e trabalhar em grupo. Pudemos observar que, à medida que as atividades avançavam, os alunos foram tendo a atitude para fazer, testar possibilidades e discutir entre eles. A iniciativa de esboçar ideias e construir a cada desafio proposto estabelecem no aluno autonomia para tomar as decisões.

A Robótica Educacional trata da interação do dispositivo robótico com o estudante, dentro das atividades desenvolvidas e aplicadas, visando alcançar a aprendizagem dos alunos. Nesse caso os alunos são protagonistas, colocados no controle das ações e das situações que venham a ocorrer, tornando-se investigadores dos meios para entendimento e resolução das situações-problema apresentadas dentro das atividades de robótica, que são essencialmente construcionistas. No Construcionismo de Papert (2008), desenvolvido também no trabalho de Valente (1999), o computador é instrumento para concepção, implementação, testagem, depuração e reflexão, num processo espiral onde a cada volta, ocorre uma nova aprendizagem.

Entendemos que nosso segundo objetivo específico foi atingido, pois os alunos realizaram as atividades propostas, com discussão de ideias e maneiras distintas de atacar o problema, fazendo uso das informações básicas fornecidas pelo professor/pesquisador de forma introdutória, tais como: Definição de seno; Definição de Cosseno; Definição de Tangente, envolvendo o contexto das duas problemáticas

apresentadas nas oficinas. Dessas informações básicas fornecidas para orientação, os estudantes trabalharam em grupo, fizeram testagem e cálculos. Com isso foi apresentada suas soluções. O pré-teste e os metatextos evidenciaram que foram mobilizados conhecimentos prévios de geometria básica, já o pós-teste em conjunto com os metatextos explicitaram a utilização de conhecimentos recém-construídos de Trigonometria.

Durante a resolução dos problemas, a partir das situações propostas, aconteceram muitas conversas e questionamentos, que foram devidamente registrados e estão descritos na seção 5.2.1: aulas gravadas, registro escrito de falas, diário de bordo, questionários das oficinas. Acerca das situações diversas levantadas, pode-se considerar que foi estabelecido boas relações entre o conteúdo proposto de Matemática e a Robótica Educacional. O professor/pesquisador pode observar e avaliar, tendo a ATD como ferramenta de análise, que os elementos presentes durante todo o processo de construção dos textos, proporcionou uma flexibilidade de interpretações na organização das ideias e na forma de metatexto, um produto da sua própria leitura e reflexão.

Na categoria Trigonometria temos as subcategorias Seno e Cosseno, que estão relacionadas às percepções dos estudantes quanto aos conceitos que emergem durante a realização das atividades, buscou-se nas falas e nas escritas dos alunos indicadores que permitissem estabelecer tal relação. Os dados apresentados apontaram para as diferenças existentes entre as razões, seno e cosseno, bem como para a maneira como essas relações são identificadas pelos estudantes, além da engenhosidade para se formalizar tais conceitos.

Na categoria Robótica Educacional temos as subcategorias Recursos e Criatividade. Foi possível perceber a relação de protagonismo do aluno com a construção e programação do robô. No andamento das oficinas e na observação da prática dos estudantes, em cada resultado obtido, percebemos a importância do item criatividade, onde o aluno necessita mobilizar saberes antes implícitos para construir não só o protótipo, mas também suas ideias. O processo de experimentação é de suma importância para que eles possam observar as possibilidades e saber por onde atacar

o problema e argumentar suas ideias. “[...] A aprendizagem é facilitada e melhorada se o aluno construir algo de concreto, como por exemplo, uma maquete, um modelo, um programa de computador, algo que possa ser visto e analisado” (PAPERT, 2008).

Na atividade de programação os elementos relacionados a uso dos sensores e motores puderam ser observados, sendo o aluno responsável por mobilizar seus saberes prévios e que podem ser associá-los com a situação. Segundo as ideias de D’Abreu e Bastos (2015) na “concepção” do equipamento, foram questionados itens como *design*, o porquê de se construir aquele robô? Quais suas funções? Nas falas e escritas ficaram evidenciadas quais características foram priorizadas na construção, levando em conta os recursos disponíveis e a capacidade de criação dos alunos.

Na categoria Prática temos as subcategorias Abstração e Trabalho em Grupo, uma reflexão a respeito do que os alunos sabem, pensam que sabem e como organizam estruturalmente suas ideias. Existe a necessidade de mobilizar saberes próprios, construídos a partir de conhecimentos prévios, adquiridos nas oficinas, com objetivo de estruturar melhor a solução para as questões propostas. Em seguida, o processo de abstração requer mais testes e experimentação e, assim, muitos conceitos vão surgindo. A oficina quatro teve essa função: apresentar um panorama plausível para que os alunos pudessem construir modelos e representar casos gerais. Os estudantes apresentaram suas respostas escritas e faladas referentes à atividade, as quais foram registradas e interpretadas. Ações como: perceber que a tangente está associada a situações comuns, presentes no cotidiano, sendo um conceito de simples compreensão.

Entretanto, acreditamos que o tempo investido na inserção da robótica no processo de ensino-aprendizagem é plenamente justificado pelos ganhos que a robótica proporciona: além de servir como instrumento didático para abordar alguns conteúdos típicos da Educação Básica, ela contextualiza muito bem o desenvolvimento do *pensamento computacional*, o qual envolve uma série de habilidades pertinentes para a formulação e resolução de problemas mediante princípios da Ciência da

Computação, não necessariamente dependendo do uso de computadores (VICARI; MOREIRA; MENEZES, 2018).

Sumariando, as contribuições observadas no emprego da robótica ao ensino-aprendizagem de Trigonometria na experiência de campo foram:

- Problemas práticos favorecem a visualização dos alunos durante as atividades e conseqüentemente na aplicação de conceitos matemáticos;
- A robótica influencia na criatividade e inspiração, além de aponta para ações de improviso e sofisticação;
- Busca por respostas, pesquisa, diálogo e trabalho em grupo;
- Surgimento de ideias, autonomia para tomada de decisões e esforço coletivo;
- Problemas propostos em formato de oficina, mostrou-se viável para os alunos relacionar conceitos de Geometria Plana e Trigonometria;
- Atividades desenvolvidas nas oficinas, mostrou-se eficaz para levantamento dos conteúdos emergentes;
- Processo de experimentação ajuda na resolução dos problemas;
- Construção de objetos/programas auxilia na aprendizagem;
- Auxílio no entendimento das razões trigonométricas e suas aplicações nas atividades desenvolvidas;

Assim a análise de dados mostrou que a Robótica Educacional por meio de práticas investigativas e resolução de problemas com experimentação seguindo os passos da aula/oficina, torna o aluno capaz de desenvolver habilidades importantes para o contexto atual da sociedade, tais como: autonomia nas ações, interesse, destreza e persistência para finalizar a que foi proposto, por fim planejamento para a solução de problemas.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa investigou as contribuições da Robótica Educacional para a aprendizagem de Trigonometria em uma turma de 1ª Série do Ensino Médio. Para alcançar tal objetivo, fomos norteados pelas ideias Construcionistas de Papert (2008), estabelecendo o uso do robô para subsidiar a aprendizagem, de modo que exista uma interação entre o estudante e a ferramenta.

Com base nas pesquisas dialogadas no segundo capítulo, criamos estratégias metodológicas para coletar os dados, criamos uma sequência didática no formato de oficinas, com o intuito de verificar as questões práticas do uso da robótica e as respostas aos problemas propostos. A revisão de literatura nos norteou no sentido de compreender que a Robótica Educacional, associada a resolução atividades com situações-problema, pode contribuir para a aprendizagem dos alunos. As oficinas foram realizadas com 16 alunos de Primeira Série Ensino Médio, divididos em dois grupos de oito alunos, em 12 aulas ministradas no período de 12 de maio a 11 de junho de 2021. Ao todo foram realizadas três atividades práticas com uso da Robótica Educacional, visando identificar as contribuições para a aprendizagem de Trigonometria. O processo de análise seguiu a ATD, com as etapas de desmontagem e unitarização, de categorização e construção do metatexto. Foram definidos categorias e conceitos, que novamente foram divididos em subcategorias, para apresentar uma maior abrangência de elementos.

A primeira categoria, Trigonometria, contribuiu para o entendimento de como os alunos percebem as razões trigonométricas nas atividades e como bem como os alunos conseguem aprender os conceitos.

Na segunda categoria, Robótica Educacional, foi possível perceber a contribuição do uso do equipamento. Os alunos se organizaram para pensar formas de atacar o problema. Com a utilização da ferramenta foi possível coletar dados, fazer testes e confirmar informações calculadas. A robótica está associada ao uso do pensamento computacional, que por sua vez quando utilizado no ambiente construcionista, vai proporcionar ao aluno: uso da prática para construção de equipamentos, uso da

tecnologia como recurso facilitador, fortalecimento da relação aprendiz-objeto, manipulação e construção de objetos com objetivo de alcançar novos conceitos, participação em atividades que envolvem trabalho em grupo e relações sociais, essas relações colaboram para a aprendizagem de Matemática.

Na terceira categoria, Prática, percebemos contribuições relacionadas ao trabalho coletivo. A colaboração dos alunos entre os grupos é sempre surpreendente, por apresentar muitas vezes debates e discordâncias, entretanto, foi percebido nas oficinas, que houve diversas sugestões e conversas entre os participantes, no sentido de compartilhar conhecimento matemático, o que ficou caracterizado como fator motivacional na busca de soluções para as situações-problema. Durante o percurso da pesquisa de campo encontramos nossas maiores dificuldades na aplicação. Tínhamos uma estimativa para as oficinas de março a maio de 2020, mas só conseguimos realizar em maio e junho de 2021 devido à pandemia. Esse atraso influenciou na escolha da turma, provocando alteração do 9º ano EF para a 1ª série EM, pois aplicação deveria ser em horário de aula. Outro ponto de impacto foi na divisão dos grupos que seriam de quatro alunos e teve de ser adaptado para oito devido as questões de distanciamento e compartilhamento de objetos. Isso influenciou um pouco, por se ter grupos maiores, alguns alunos tomam a iniciativa sempre e de certa forma acabam produzindo mais.

Entendemos que a pesquisa realizada respondeu de forma satisfatória à questão proposta inicialmente, bem como seu objetivo geral e os específicos. Os resultados apresentados impulsionam novos questionamentos, como por exemplo: Quais os benefícios para Ensino-Aprendizagem da Matemática utilizando a Robótica Educacional no Ensino Fundamental em escolas que nunca tiveram contato com o recurso? Se nessa pesquisa observamos desenvolvimento considerável de ações em grupo, e de forma investigativa ao se resolver as atividades. A criticidade e cooperação se desenvolveriam mais no caso desta prática se tornar mais regular em nossas escolas? Para finalizarmos, entendemos que nossa proposta pode contribuir com as práticas de professores de Matemática e Física, uma vez que percebemos como pode ser proveitoso o uso de equipamentos e procedimentos da Robótica Educacional para auxiliar na aprendizagem dos alunos.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA NETO, Carlos Alves. **O uso da Robótica Educativa e o desenvolvimento de competências e habilidades Matemáticas**. 2014. 106f. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional-PROFMAT). Universidade Federal do Ceará, Juazeiro do Norte, 2014.

ARAGÃO, Franciella. **Robótica Educativa na construção do pensamento matemático**. 2019. 154f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática). Fundação Universidade de Blumenau, Blumenau, 2019.

ANDRE, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Etnografia da Prática Escolar**. São Paulo: Papyrus, 2014. Disponível em: <<https://br.librosintinta.in/etnografia-da-pratica-escolar-pdf.html>>. Acesso em 08 de out. 2019.

ANDRE, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. O que é um estudo de caso qualitativo em educação. **Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**. Salvador, v. 22, n. 40, p. 95-103, jul./dez. 2013. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/372151577/Estudo-de-Caso-Marli-Andre>>. Acesso em 06 de jul. 2020.

AUSUBEL, David. **Psicologia Educacional**. Traduzido por Doutora em Psicologia Eva Nick, editora Interamericana Ltda, Rio do Janeiro, RJ, 1980.

ARAUJO, Carlos Alberto Pedroso; MAFRA, José Ricardo e Souza. **Robótica e Educação: ensaios teóricos e práticas experimentais**. 1.ed. Curitiba: CRV, 2015.

BARBOSA E SILVA, Rodrigo; BLIKSTEIN, Paulo. **Robótica Educacional experiências inovadoras na educação brasileira**. Porto Alegre: Penso, 2019.

BORBA, Marcelo de Carvalho; GADANIDIS, George; SCUCUGLIA, Ricardo. Rodrigues da Silva. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: sala de aula e internet em movimento**. 1ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Parte III**. Brasília, 2000.

BRASIL. **Base Nacional Curricular Comum**. Ministério da Educação. Brasília: MEC. 2018.

BARANAUSKAS, Cecilia; ROCHA, Heloisa; MARTINS, Maria; D' ABREU, João Vilhete Viegas. **Uma taxonomia para ambientes de aprendizado baseados no computador**. In: VALENTE, José Armando. (org.) O computador na sociedade do conhecimento. Campinas, SP: Unicamp/Nied, 1999.

BRAZ, Lilian Gonçalves. **Potencializando a criatividade e a socialização: um arcabouço para o uso da Robótica Educacional em diferentes realidades educacionais**. 2010. 117f. Dissertação (Mestrado em Educação e Ciências). Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2010.

BROLEZZI, Antônio Carlos. **Criatividade e resolução de problemas**. São Paulo: 1 ed. Editora Livraria da Física, 2013.

CAMPOS, Flavio Rodrigues. **A Robótica para uso educacional**. São Paulo: 1 ed. Senac, 2019.

CAMPOS. Flavio Rodrigues. **Paulo Freire e Seymour Papert: educação, tecnologias e análise do discurso**. Curitiba: CRV, 2013.

COSTA, Alice Lemos; BARCELLOS, Suziane Alves; DE SOUZA, Marcelo Santos; GARNERO, Analía Del Valle. Da teoria à prática: a utilização de oficinas didáticas no processo de ensino e aprendizagem para alunos do ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**: Ponta Grossa, v.13, n.1. p.240-257, 2020. Disponível em: < <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/8322>>. Acesso em: 16 de abril de 2020.

D'ABREU, João Vilhete Viegas; BASTOS, Bruno Leal. Robótica Pedagógica e Currículo do Ensino Fundamental: Atuação em uma Escola Municipal do Projeto UCA. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 23, p. 56-67, 2015. Disponível em: < <https://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/6406/4472>>. Acesso em: 15 de agosto de 2020.

D'ABREU, João Vilhete Viegas; REIS, Júlio Cesar. Robótica Pedagógica. **Comciência (UNICAMP)**, v.01, p. 01-12, 2019. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/robotica-pedagogica/>>. Acesso em: 15 de agosto de 2020.

FERREIRA, Alan Silva. Educação Pública CEDERJ, 2005. **A contribuição da robótica para o desenvolvimento das competências cognitivas superiores no contexto dos projetos de trabalho**. Disponível em: < <http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/tecnologia/0017.html>>. Acesso em: 16 de abril de 2020.

FIORENTINI, Dario; MIORIM, Maria Ângela. Uma reflexão sobre o uso de materiais concretos e jogos no ensino da matemática. **Boletim SBEM**: São Paulo, ano 4, n.7, p.3-10, 1990. Disponível em:<[http://www.pucrs.br/ciencias/viali/tic\\_literatura/jogos/Fiorentini\\_Miorin.pdf](http://www.pucrs.br/ciencias/viali/tic_literatura/jogos/Fiorentini_Miorin.pdf)>. Acesso em: 16 de abril de 2020.

FORSSTRÖM, Sanna Erika; KAUFMANN, Odd Tore. A Literature Review Exploring the use of Programming in Mathematics Education. **International Journal of Learning, Teaching and Educational Research**, Vol. 17, No. 12, pp. 18-32, December 2018. DOI:10.26803/ijlter.17.12.2. Disponível em: < <https://hiof.brage.unit.no/hiofxmlui/bitstream/handle/11250/2599710/ForsstromALiterture2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y>> Acesso em: 15 de agosto de 2020.

GALIAZZI, Maria do Carmo; MORAES, Roque. Análise Textual Discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**: Bauru, SP, v.12, n.1, p. 117-128, 2006. Disponível em: < <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v12n1/08.pdf>>. Acesso em: 16 de abril de 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, Patrícia Nádía Nascimento. **A Robótica Educacional como meio para à aprendizagem da Matemática no Ensino Fundamental**. 2014. 96f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação). Universidade Federal de Lavras. Lavras. 2014.

MENDONÇA, Andréa Pereira. **Alinhamento Construtivo: Fundamentos e Aplicações**. In: Gonzaga, Amarildo M. (Organizador). Formação de Professores no Ensino Tecnológico: Fundamentos e Desafios. 1a. ed. ISBN 978-85-444-0369-3. Curitiba, p. 109 – 130, 2015.

MESTRE, Palloma Alencar; ANDRADE, Wilkerson; GUERRERO, Dalton; SAMAPAI, Livia; RODRIGUES, Rivanilson da Silva; COSTA, Erick John Fidelis. **Pensamento Computacional: Um estudo empírico sobre as questões de matemática do PISA**. Anais dos Workshops do IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2015) p.1281, 2015.

MORAES, Maritza Costa. **Robótica Educacional: Socializando e produzindo conhecimentos matemáticos**. 2010. 144f. Dissertação (Mestrado em Educação e Ciências). Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande. 2010.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**: Bauru, SP, v.9, n.2, p. 191-210, 2003. Disponível em: < [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132003000200004&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132003000200004&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 16 de abril de 2020.

MORELATO, Leandro de Almeida; NASCIMENTO, Ramiz Augusto de Oliveira; D'ABREU, João Vilhete Viegas; BORGES, Marcos Augusto Francisco. Avaliando Diferentes Possibilidades De Uso Da Robótica Na Educação. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 1, n. 2, p. 80-96, 1 jul. 2010.

OLIVEIRA, Ortenio de. **Processo de construção do conhecimento científico na educação básica a partir de experiências com robótica pedagógica**. 2018. 153f. Dissertação (Mestrado em Ciência Tecnologia e Sociedade). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2018.

PAPERT, Seymour. **Logo: Computadores e educação**. 1 a ed. São Paulo - SP: Editora Brasiliense, 1985.

PAPERT, Seymour. **A Máquina Das Crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre – RS: Artes Médicas, 1994.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Trad. Sandra Costa. Ed. Revisada. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PRADO, José Pacheco de Almeida; MORCELI, Gustavo. Robótica educacional: do conceito de robótica a aplicada à concepção dos kits. In: PERALTA, Deise Aparecida (Org.). **Robótica e Processos Formativos: da epistemologia aos kits**. Porto Alegre: Editora Fi, 2019.

PÓLYA, George. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

PONTE, João Pedro da; BROCARD, Joana; OLIVEIRA, Hélia. **Investigações matemáticas na sala de aula**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.

SANTOS, Clodogil Fabiano Ribeiro dos. **A Robótica Educacional como recurso de mobilização e explicitação de invariantes operatórios na resolução de problemas**. 2018. 191f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.

SANTOS, Mardem Eufrasio dos. **Ensino das Relações Métricas do Triângulo Retângulo com Robótica Educacional**. 2016. 197f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, 2016.

SILVA, Circe Mary Silva da; SIQUEIRA FILHO, Moysés Gonçalves. **Matemática: Resolução de Problemas**. Brasília: Liber Livro, 2011.

SILVEIRA, José de Anchieta. Construcionismo e inovação pedagógica: Uma visão crítica das concepções de Papert sobre o uso da tecnologia computacional na aprendizagem da criança. **Themis**. Fortaleza, v.12, p.119-138, 2014. Disponível em: <<http://revistathemis.tjce.jus.br/index.php/THEMIS/article/view/87>> Acesso em: 10 jun. 2019.

VALENTE, José Armando. **O computador na sociedade do conhecimento**. 1.ed. Campinas: Unicamp/NIED, 1999.

VALENTE, José Armando. A Comunicação e a educação baseada no uso das tecnologias digitais de informação e comunicação. **Revista UNIFESO – Humanas e Sociais**. V. 1, n. 1, p. 141-166, Rio de Janeiro, 2014.

VALENTE, José Armando. Educação Pública CEDERJ. **Informática na Educação: instrucionismo x construcionismo**. Disponível em: <<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/tecnologia/0003.html>> Acesso em: 16 de Abril de 2020.

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(3) (2016), pp.864-897. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/29051>> Acesso em: 14 de Abril de 2020.

VERGNAUD, Gérard. O que é aprender? In: **A aprendizagem matemática na perspectiva da teoria dos campos conceituais**. Marilena Bittar e Cristiano Alberto Muniz (orgs.). Curitiba: CRV, 2009.

VIEIRA, Rosângela Souza. **O papel das tecnologias da informação e comunicação na educação: um estudo sobre a percepção do professor/aluno**. Formoso - BA: Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), 2011. v. 10, p.66-72. Disponível em: < [http://seer.abed.net.br/edicoes/2011/Artigo\\_05.pdf](http://seer.abed.net.br/edicoes/2011/Artigo_05.pdf)> Acesso em: 10 de jul. 2019.

VYGOTSKI, Lev Semenovich. **A formação social da mente** – O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007. 4ª tiragem, 2010.

ZILLI, Silvana do Rocio. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Práticas**. 2004. 89 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

## APÊNDICE

### APÊNDICE A – Parecer consubstanciado (CEP)

UFES - CENTRO  
UNIVERSITÁRIO NORTE DO  
ESPIRITO SANTO



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** CONTRIBUIÇÕES DA ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA A APRENDIZAGEM DE TRIGONOMETRIA NO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL DE UMA ESCOLA PARTICULAR DE LINHARES-ES

**Pesquisador:** ROGER DA TRINDADE GOMES

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 25928619.2.0000.5063

**Instituição Proponente:** CENTRO UNIVERSITARIO NORTE DO ESPIRITO SANTO - CEUNES

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.854.364

##### Apresentação do Projeto:

Este trabalho apresenta o início de uma proposta de dissertação de mestrado, que discutirá tecnologias, mais especificamente o uso da robótica educacional. A questão norteadora é: De que maneira o uso da Robótica Educacional contribui para o processo de aprendizagem de matemática para alunos de 9º ano do Ensino Fundamental da escola Eurico de Aguiar Salles? O objetivo do trabalho é analisar as contribuições do uso da Robótica Educacional como recurso didático para a aprendizagem de conteúdos matemáticos, evidenciando a maneira como essa tecnologia é utilizada na escola. Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa, desenvolvida por meio de um estudo de caso, com coleta de dados, utilizando como instrumentos a técnica de observação, entrevistas, diário de bordo e questionários após aplicação da sequência didática utilizando robótica.

##### Objetivo da Pesquisa:

**Objetivo Primário:**

Este estudo de caso tem como objetivo geral, analisar as contribuições do uso da Robótica Educacional como recurso didático para a aprendizagem de matemática, evidenciando como essa tecnologia foi implantada e como é utilizada na escola Eurico de Aguiar Salles.

**Objetivo Secundário:**

Continuação do Parecer: 3.854.364

Apresentar as diferentes formas de abordagem dos conceitos de Trigonometria no triângulo retângulo através da utilização da Robótica;

Avaliar a aprendizagem de Trigonometria no triângulo retângulo pelos alunos de 9º ano durante o período das aulas, tendo a robótica como recurso didático

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

As aulas serão aplicadas na Escola Eurico de Aguiar Salles (SESI de Linhares-ES), caráter investigativo, na busca por soluções para situações problemas, com utilização da Robótica Educacional (Kit LEGO EV3). Serão 10 aulas com duração de 1 hora e 40 minutos aproximadamente cada uma. Ficam claros que embora mínimos sempre há a possibilidade de pequenos riscos ao participar da pesquisa, pequenos acidentes no manuseio das peças LEGO, possíveis constrangimentos do processo ensino-aprendizagem da matemática. Também tenho ciência que a pesquisa pode trazer inúmeros benefícios, para os estudantes, para a escola e para a sociedade, como: a aprendizagem, a interação entre os estudantes, informações para a saúde, higiene e conservação do meio ambiente. Também há garantia de que as informações e o uso de imagens desta pesquisa serão confidenciais, e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos participantes voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do aluno.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa é de extrema relevância educacional. Trata-se de uma pesquisa em Ensino de Matemática com perguntas meramente técnicas (da matemática) no pré-teste e no questionário pós-oficina. Salvo melhor juízo, o projeto encontra-se nas normas exigidas pelo Comitê de Ética em pesquisa com seres humanos para sua execução.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Foram apresentados o questionário pós-oficina, o questionário pré-teste, as informações básicas sobre o projeto, o projeto brochura, o termo de assentimento para os alunos menores de idade, o TCLE para os pais, o termo de responsabilidade do pesquisador, carta de anuência da escola particular, assinado e carimbado, folha de rosto devidamente assinada.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não há pendências.

Continuação do Parecer: 3.854.364

a) Segundo a Resolução 466/2012 (CONEP/CNS), a eticidade da pesquisa implica em assegurar aos participantes da pesquisa os benefícios resultantes do projeto, seja em termos de retorno social, acesso aos procedimentos, produtos ou agentes da pesquisa (Título III, 1.n). Tal imperativo deve constar dos Projetos e devem ser previstas formas de tais benefícios;

b) De acordo com a Resolução 466/2012 (CONEP/CNS), o pesquisador deve apresentar Relatórios Semestrais de sua pesquisa (Título X, X.1, item 3, letra b). Para pesquisa com duração menor que um ano, Relatório Final (Regimento Interno do CEP/CEUNES, Art. 34º). Os Relatórios Parcial e Final devem ser enviados através da Plataforma Brasil (item "enviar notificação", anexar o respectivo documento).

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

| Tipo Documento  | Arquivo                                       | Postagem               | Autor                   | Situação |
|---|---|------------------------|-------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto                            | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1458032.pdf | 14/12/2019<br>07:44:22 |                         | Aceito   |
| Outros  | questionario_pos_oficina.docx                 | 14/12/2019<br>07:41:59 | ROGER DA TRINDADE GOMES | Aceito   |
| Outros  | pre_teste_triangulos.docx                     | 14/12/2019<br>07:40:51 | ROGER DA TRINDADE GOMES | Aceito   |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador                 | projeto_inicial.docx                          | 14/12/2019<br>07:40:26 | ROGER DA TRINDADE GOMES | Aceito   |
| Parecer Anterior  | carta_resposta.docx                           | 14/12/2019<br>07:40:00 | ROGER DA TRINDADE GOMES | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | termo_assetimento_alunos.docx                 | 14/12/2019<br>00:01:27 | ROGER DA TRINDADE GOMES | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | termo_tcle_pais.docx                          | 14/12/2019<br>00:00:54 | ROGER DA TRINDADE GOMES | Aceito   |
| Declaração de Pesquisadores                               | termo_responsabilidade.docx                   | 30/10/2019<br>22:25:19 | ROGER DA TRINDADE GOMES | Aceito   |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura                | carta_anuencia.docx                           | 30/10/2019<br>22:24:05 | ROGER DA TRINDADE GOMES | Aceito   |
| Folha de Rosto  | folhaderosto_roger.docx                       | 30/10/2019<br>22:21:06 | ROGER DA TRINDADE GOMES | Aceito   |

UFES - CENTRO  
UNIVERSITÁRIO NORTE DO  
ESPÍRITO SANTO



Continuação do Parecer: 3.854.384

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SAO MATEUS, 21 de Fevereiro de 2020

---

**Assinado por:**  
**Juliano Manvailer Martins**  
**(Coordenador(a))**

APÊNDICE B – Avaliação diagnóstica ou pré-teste.

|   |   |   |
|---|---|---|
|  | <b>Pré Teste para pesquisa:</b> Contribuições da Robótica Educacional para a aprendizagem de trigonometria na 1ª Série Ensino Médio de uma escola particular de Linhares-es |   |
|   | <b>Disciplina:</b> Matemática   | <b>Conteúdo:</b> Trigonometria no Triângulo Retângulo |
|   | <b>Pesquisador:</b> Roger da Trindade Gomes   |   |
| <b>Aluno:</b>   |   |   |

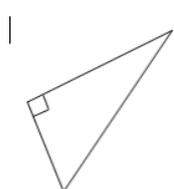
1- Calcule o valor de  $x$  em cada triângulo a seguir. Em seguida, complete a tabela com as medidas dos ângulos internos calculados por você, a classificação dos triângulos quanto aos ângulos internos e a classificação dos triângulos quanto aos lados.

| Triângulo    | Medida do ângulo Interno $x$    | Classificação do Triângulo quanto aos Ângulos | Classificação do Triângulo quanto aos Lados |
|--------------|---------------------------------|---|---|
| $\Delta ABC$ | $x^\circ - x^\circ - x^\circ$   |   |   |
| $\Delta EFG$ | $30^\circ - 60^\circ - x^\circ$ |   |   |
| $\Delta MNO$ | $x^\circ - 100^\circ - x^\circ$ |   |   |

2- Classifique os triângulos abaixo:

a) QUANTO AOS LADOS

QUANTO AOS ÂNGULOS

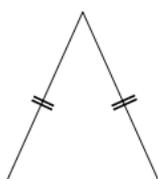


- ( ) Equilátero  
 ( ) Isósceles  
 ( ) Escaleno

- ( ) Acutângulo  
 ( ) Obtusângulo  
 ( ) Retângulo

b) QUANTO AOS LADOS

QUANTO AOS ÂNGULOS

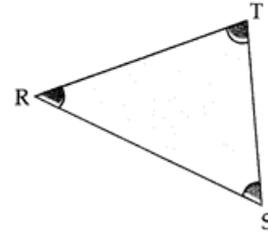


- ( ) Equilátero  
 ( ) Isósceles  
 ( ) Escaleno

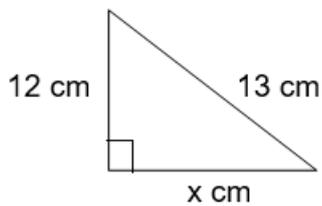
- ( ) Acutângulo  
 ( ) Obtusângulo  
 ( ) Retângulo

3- Observando o triângulo da figura seguinte responda:

- a) Qual é o lado oposto ao ângulo  $\hat{R}$ ?
- b) Qual é o ângulo oposto ao lado  $\overline{RT}$ ?
- c) Quais os lados que formam o ângulo  $\hat{T}$ ?



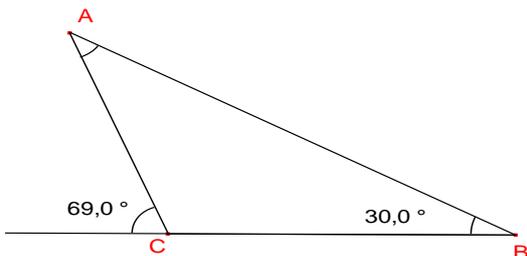
4- Observe o triângulo abaixo e responda:



- a) Classificação deste triângulo quanto aos ângulos?
- b) Quais são os catetos?
- c) Qual é o nome dado ao maior lado?
- d) Qual seria o procedimento a ser realizado para se calcular o valor de  $x$ ?

5- Os lados de um triângulo ABC medem 10cm, 24cm e 26cm. Você pode afirmar que esse triângulo é retângulo?

6- Determine a medidas dos ângulos internos do triângulo a seguir:

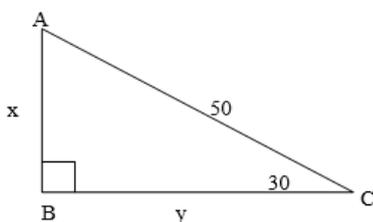


APÊNDICE C – Avaliação de aprendizagem (pós-teste).

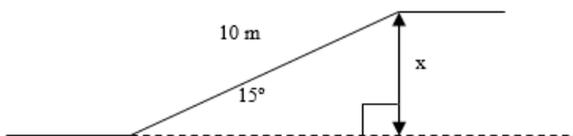
|   |   |   |
|---|---|---|
|  | <b>Pós Teste para pesquisa:</b> Contribuições da Robótica Educacional para a aprendizagem de trigonometria na 1ª Série Ensino Médio de uma escola particular de Linhares-es |   |
|   | <b>Disciplina:</b> Matemática   | <b>Conteúdo:</b> Trigonometria no Triângulo Retângulo |
|   | <b>Pesquisador:</b> Roger da Trindade Gomes   |   |
|   | <b>Aluno:</b>   |   |

1-Determine as medidas dos catetos do triângulo retângulo abaixo:

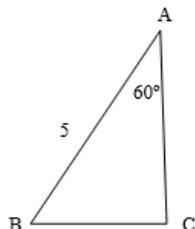
(Use :  $\text{Sen } 30^\circ = 0,5$  Use as medidas aproximadas para :  $\text{Cos } 30^\circ = 0,86$  ;  $\text{Tg } 30^\circ = 0,57$ )



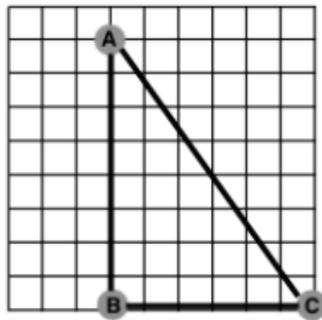
2-Uma rampa lisa com 10 m de comprimento faz ângulo de  $15^\circ$  com o plano horizontal. Uma pessoa que sobe a rampa inteira eleva-se verticalmente a quantos metros?  
( Use as medidas aproximadas para:  $\text{Sen } 15^\circ = 0,26$  ;  $\text{Cos } 15^\circ = 0,97$  )



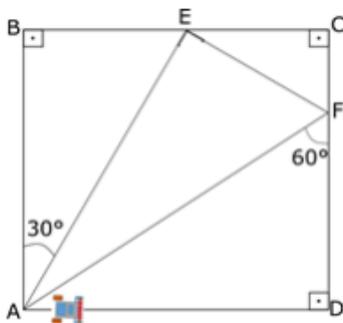
3-No triângulo ABC da figura seguinte, as medidas dos lados estão em cm. Determine a medida da base BC. ( Use:  $\text{cos } 60^\circ = 0,5$ )



4- (OBR- 2017) Um robô empilhadeira ajuda os trabalhadores da empresa SETA a organizar as caixas que chegam ao depósito separando-as nas prateleiras. Ele foi programado para levar uma caixa do ponto A e empilhar no ponto B, levar uma caixa do ponto B e empilhar no ponto C, e levar uma caixa do ponto C e empilhar no ponto A. Sabendo que cada quadrado do piso do depósito mede 4m de perímetro, e que o robô executa essa atividade completa 80 vezes por dia, quantas vezes ele precisa recarregar suas baterias durante o dia se sua autonomia é de 384m?



5- (OBR- 2016) Uma planta industrial, de forma quadrada, comporta 6 células de trabalho, respectivamente nos pontos A, B, C, D, E e F. Um robô seguidor de linha foi desenvolvido com a finalidade de percorrer as 6 células pelo caminho disposto no chão da fábrica, como na figura, para transportar suprimentos entre elas.



Sabendo que o segmento AB mede 900 m, determine o comprimento do segmento DF, e o perímetro da estação de trabalho AFD, respectivamente.

Dados:  $\text{Sen } 30^\circ = \text{Cos } 60^\circ = 0,5$  e  $\text{Tg } 30^\circ = 0,58$

6- De que maneira o uso da Robótica Educacional contribuiu para o que você aprendeu de trigonometria.

## APÊNDICE D – Primeira oficina

|   |   |   |
|---|---|---|
|  | <b>Oficina 01:</b> Contribuições da Robótica Educacional para a aprendizagem de trigonometria na 1ª Série Ensino Médio de uma escola particular de Linhares-es. |   |
|   | <b>Disciplina:</b> Matemática   | <b>Conteúdo:</b> Trigonometria no Triângulo Retângulo |
|   | <b>Pesquisador:</b> Roger da Trindade Gomes<br><b>Aluno:</b>  |   |

### **Orientações para Construção e Programação do Robô.**

Construir um robô com dois motores grandes.

Colocar um sensor de cor, para que o robô possa seguir linha (preta).

Colocar giroscópio, para que possa medir ângulo de inclinação.

### **Anotações**

Detalhes importantes da construção:

Detalhes importantes da programação:

## APÊNDICE E – Segunda oficina

|   |   |   |
|---|---|---|
|  | <b>Oficina 02:</b> Contribuições da Robótica Educacional para a aprendizagem de trigonometria na 1ª Série Ensino Médio de uma escola particular de Linhares-es. |   |
|   | <b>Disciplina:</b> Matemática   | <b>Conteúdo:</b> Trigonometria no Triângulo Retângulo |
|   | <b>Pesquisador:</b> Roger da Trindade Gomes<br><b>Aluno:</b>  |   |

### CONDIÇÕES IDEAIS DE RAMPA DE ACESSIBILIDADE

Rampa de acessibilidade é uma solução que atende às pessoas com dificuldades de mobilidade, quando pensarmos em edificações e prédios públicos. Isto vale tanto para cadeirantes quanto para outras pessoas com mobilidade reduzida. Mobilidade reduzida significa, além de cadeirantes, pessoas com fraturas utilizando muletas, deficientes visuais, deficientes auditivos, idosos, gestantes e até mães com carrinhos de bebê. O acesso é garantido por lei e precisa ser universal. Ou seja, todos precisam ser contemplados.

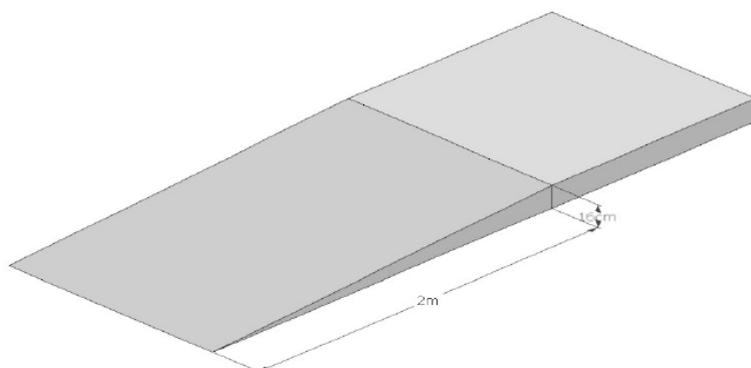
Para projetarmos corretamente uma rampa segundo as normas técnicas (NBR 9050), precisamos considerar a seguinte expressão que define a inclinação da rampa:

$$i = \frac{h \cdot 100}{c} \%$$

onde:

- $i$  é a Inclinação, expressa em porcentagem;
- $h$  é a altura do desnível;
- $c$  é o comprimento da projeção horizontal.

O valor da inclinação da rampa é a relação entre a altura e o comprimento em porcentagem. Por exemplo: uma rampa com 8% de inclinação é aquela em que o valor da altura corresponde a 8% do valor do comprimento. Por exemplo, quando o desnível é de 16cm vencido com uma rampa de 2m de comprimento, a rampa será de 8%.



**Rampa com inclinação de 8%**

## DIMENSIONAMENTO DA RAMPA DE ACESSIBILIDADE

A NBR 9050 traz uma tabela de dimensionamento de rampas, com a inclinação admissível em cada segmento. Para inclinação entre 6,25% e 8,33% devem ser previstas áreas de descanso nos patamares a cada 50 m de percurso. Veja abaixo como deve ser a inclinação das rampas de acordo com a norma:

| Inclinação admissível em cada segmento de rampa<br>$i$<br>% | Desníveis máximos de cada segmento de rampa<br>$h$<br>m | Número máximo de segmentos de rampa |
|---|---|-------------------------------------|
| 5,00 (1:20)   | 1,50  | Sem limite                          |
| $5,00 (1:20) < i \leq 6,25 (1:16)$                          | 1,00  | Sem limite                          |
| $6,25 (1:16) < i \leq 8,33 (1:12)$                          | 0,80  | 15                                  |

### Inclinação de rampa de acordo com as normas NBR 9050

No caso de reformas, se não existir solução que atenda integralmente esta tabela de inclinações, a norma permite que se construam rampas com inclinações superiores a 8,33% (1:12), admitindo até 12,5% (1:8), conforme tabela abaixo:

| Inclinação admissível em cada segmento de rampa<br>$i$<br>% | Desníveis máximos de cada segmento de rampa<br>$h$<br>m | Número máximo de segmentos de rampa |
|---|---|-------------------------------------|
| $8,33 (1:12) \leq i < 10,00 (1:10)$                         | 0,20  | 4                                   |
| $10,00 (1:10) \leq i \leq 12,5 (1:8)$                       | 0,075   | 1                                   |

### Tabela de inclinações

Como é possível notar, quanto maior for a altura a vencer, mais suave tem de ser a rampa. Esta é a condição básica para que pessoas com deficiência possam acessá-la.

### Questionamentos:

1- Qual é a inclinação máxima para a rampa, de modo que o robô consiga subir?

2- Existe alguma relação entre o percentual (%) de inclinação e as dimensões da rampa que vocês estão utilizando. Explique.

## APÊNDICE F – Terceira oficina

|   |   |   |
|---|---|---|
|  | <b>Oficina 03:</b> Contribuições da Robótica Educacional para a aprendizagem de trigonometria na 1ª Série Ensino Médio de uma escola particular de Linhares-es. |   |
|   | <b>Disciplina:</b> Matemática   | <b>Conteúdo:</b> Trigonometria no Triângulo Retângulo |
|   | <b>Pesquisador:</b> Roger da Trindade Gomes<br><b>Aluno:</b>  |   |

### Futuro das entregas?

A **primeira entrega com drone no Brasil** foi feita pela empresa **SMX**. A SMX foi fundada por Samuel Salomão que também é CEO da empresa. Samuel declara que: *“a ideia inicial é que seus drones sirvam para atender a área da saúde. Com isso ele pretende levar suprimentos hospitalares e remédios de uma forma mais ágil”*. Ele também argumenta que *“esse serviço poderá futuramente ser usado para fazer entregas de outros tipos de mercadoria”*.

Surpreendentemente, a padaria **Pão to Go** está testando o sistema de entregas com drones em São Carlos, interior de São Paulo. Por enquanto a empresa ainda está na fase de testes, e para essa fase, a Pão to Go estabeleceu um peso máximo de 3,5KG, e as distâncias de entregas são em um raio de 1KM do local onde fica situada a padaria

**Fonte:** <https://espacodrone.com.br/drones-entregas/>

### Situação-problema – parte 01:

O contexto da situação-problema envolve a logística de entregas de medicamentos/encomendas de forma autônoma por drones, que estão sendo utilizadas em alguns países, ainda como teste. O tapete representa uma localidade com um centro de distribuição de encomendas. O robô deve simular possíveis entregas dentro do tapete e tem como tarefa encontrar a bola vermelha.

Para tal objetivo, vocês têm a bola vermelha posicionada em locais cujo ângulo em relação à linha preta de referência (eixo x) seja notável.

**Tarefa:** Programe o robô para alcançar a bola vermelha a partir da origem. (use ângulos de  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  e  $60^\circ$  para fazer experimentações).

**Descreva os procedimentos do grupo para resolver o problema.**

APÊNDICE G – Quarta oficina

|   |   |   |
|---|---|---|
|  | <b>Oficina 04:</b> Contribuições da Robótica Educacional para a aprendizagem de trigonometria na 1ª Série Ensino Médio de uma escola particular de Linhares-es. |   |
|   | <b>Disciplina:</b> Matemática   | <b>Conteúdo:</b> Trigonometria no Triângulo Retângulo |
|   | <b>Pesquisador:</b> Roger da Trindade Gomes<br><b>Aluno:</b>  |   |

**Situação-problema – parte 02:** Use o tapete (terceira oficina) que representa uma localidade, com um centro de distribuição de encomendas, o robô deve simular possíveis entregas dentro do tapete e tem como tarefa encontrar a bola vermelha.

Deduzir como é a expressão matemática capaz de localizar a bolinha numa posição genérica do tapete a partir da informação sobre o ângulo e mais o deslocamento (distância em linha reta da origem até a bola vermelha).

APÊNDICE H – Plano de Aula.

**ESCOLA: CAT EURICO DE AGUIAR SALLES - SESI LINHARES**

## **PLANO DE AULA**

**\_ª Semana**

|                               |                         |                 |               |
|-------------------------------|-------------------------|-----------------|---------------|
| <b>Professor</b>              | Roger da Trindade Gomes | <b>Série:</b>   | 1ª MAT        |
| <b>Componente Curricular:</b> | Matemática              | <b>Período:</b> | 14/05 e 09/06 |

**EIXO:** Linguagem para programação das máquinas.

**CONTEÚDOS TRABALHADOS:** Introdução a Programação.

### **COMPETÊNCIAS SOCIOEMOCIONAIS:**

Valorizar e utilizar os conhecimentos construídos sobre o mundo físico, social e digital.

**COMPETÊNCIAS:** C1 -Utilizar a programação para criar e implementar produtos e protótipos relevantes na vida pessoal, social ou profissional.

**HABILIDADES:** H1- Conhecer, relacionar e aplicar fundamentos de inteligência artificial, jogos digitais, modelagem digital, realidade virtual, redes sociais, marketing digital, estrutura de dados, lógica, programação e robótica.

**HABILIDADES:** H3- Utilizar tecnologia para experimentar, investigar, comunicar, programar, criar, e implementar algoritmos em contextos de robótica, automação, jogos digitais, aplicativos.

### **ESTRATÉGIA / METODOLOGIA:**

1ª Aula - Aplicação de atividade investigativa de robótica, construção e programação de um robô, para cumprir duas atividades propostas, envolvendo o conceito de trigonometria.

2ª Aula - Aplicação de atividade investigativa de robótica, construção e programação de um robô, para cumprir duas atividades propostas, envolvendo o conceito de trigonometria.

3ª Aula- Aplicação da primeira oficina de robótica, com uso de rampas de acesso.

4ª Aula- Aplicação da primeira oficina de robótica, com uso de rampas de acesso.

5ª Aula- Aplicação da segunda oficina de robótica, com uso do tapete de contextualização da atividade.

6ª Aula- Aplicação da segunda oficina de robótica, com uso do tapete de contextualização da atividade.

### **AValiação:**

Robótica Educacional por meio de práticas investigativas e resolução de problemas com experimentação seguindo os passos da aula/oficina, torna o aluno capaz de desenvolver habilidades importantes para o contexto atual da sociedade, tais como: autonomia nas ações, interesse, destreza e persistência para finalizar a que foi proposto, por fim planejamento para a solução de problemas.

**Data: 09/06/2021**

**ASSINATURA DOS PROFESSOR:** \_\_\_\_\_