

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG**  
**INSTITUTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E FÍSICA**  
**Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas**

**A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DO  
CONCEITO DE FUNÇÕES EM UMA TURMA DE 9ºANO DO ENSINO  
FUNDAMENTAL**

**DIONATA GUSTAVO SCHÖENARDIE**

**SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA**

**2023**

DIONATA GUSTAVO SCHÖENARDIE

**A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DO  
CONCEITO DE FUNÇÕES EM UMA TURMA DE 9º ANO DO ENSINO  
FUNDAMENTAL**

Trabalho de Conclusão do Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Rio Grande - FURG, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Ignácio.

**Coorientador:** Prof. Dr. Luciano Silva da Silva.

SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA

2023

### Ficha Catalográfica

S324r Schönardie, Dionata Gustavo.  
A robótica educacional como ferramenta para o ensino do  
conceito de funções em uma turma de 9º ano do ensino fundamental /  
Dionata Gustavo Schönardie. – 2023.  
165 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande –  
FURG, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas,  
Santo Antônio da Patrulha/RS, 2023.

Orientadora: Dra. Patrícia Ignácio.

Coorientador: Dr. Luciano Silva da Silva.

1. Construcionismo 2. Escola pública 3. Engenharia didática 4.  
Programação I. Ignácio, Patrícia II. Silva, Luciano Silva da III. Título.

CDU 37:004.896

Catálogo na Fonte: Bibliotecária Vanessa Ceiglinski Nunes CRB 10/2174

DIONATA GUSTAVO SCHÖENARDIE

**A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DO  
CONCEITO DE FUNÇÕES EM UMA TURMA DE 9º ANO DO ENSINO  
FUNDAMENTAL**

Trabalho de Conclusão do Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Rio Grande - FURG, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas.

**Aprovado em: 31/07/2023.**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Ignácio (Orientadora)  
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

---

Prof. Dr. Luciano Silva da Silva (Coorientador)  
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Halana Garcez Borowsky  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sílvia de Castro Bertagnolli  
Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS)

---

Prof. Dr. Lucas Nunes Ogliari  
Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Suelen Assunção Santos  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA

2023

*Dedico essa pesquisa aos meus pais, Dércio  
Darci Schoenardie (In memoriam) e Dirce  
Schöenardie;*

*Ao meu namorado Leuremberg da Cunha  
Costa;*

*Ao meu irmão Diego Fernando Schöenardie.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, e por ter me proporcionado a alegria de chegar até aqui e por ser a base de todas as minhas conquistas.

À minha mãe, Direc Schöenardie Lima pelos ensinamentos, apoio e incentivo em toda minha vida de estudante e em minha carreira profissional, como exemplo de mulher e mãe. Ao meu pai Dércio Schöenardie, que embora já não esteja entre nós, é para quem eu dedico os dias da minha vida, pois sei que continua a me guiar, orientar e cuidar.

A minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Patrícia Ignácio, pela paciência, palavras de confiança, respeito, pela capacidade de orientar de forma sempre organizada e com parceria e principalmente por acreditar nessa pesquisa. Serei eternamente grato!

Ao meu Coorientador Prof<sup>o</sup> Dr. Luciano Silva da Silva pelas lições e ensinamentos que enriqueceram minha formação acadêmica.

A minha banca de qualificação, Dr<sup>a</sup>. Akynara Aglaé Rodrigues Santos da Silva Burlamaqui, Prof<sup>o</sup> Dr. Lucas Nunes Ogliari, Dr<sup>a</sup>. Silvia de Castro Bertagnolli e Dr<sup>a</sup>. Suelen Assunção Santos, meu agradecimento pelas excelentes contribuições à essa pesquisa.

A minha amiga e colega de mestrado Carla Jordana Rönnau, por sempre estar ao meu lado, me apoiando quando eu não suportava mais, me incentivando a continuar quando eu pensava em desistir.

Aos demais professores da FURG, do Campus Santo Antônio da Patrulha e, especialmente, aos do Programa de Pós-graduação em Ciências Exata, e a todos os outros professores que de alguma forma participaram de minha formação escolar e acadêmica, transmitindo seus conhecimentos sem deixar de lado o respeito, o carinho e a amizade.

A todos, o meu “muito obrigado”.

*"Se tu o desejas, podes voar,  
só tens de confiar muito em ti."*

**Steve Jobs**

## RESUMO

A Robótica Educacional tem sido compreendida em diferentes estudos como uma importante ferramenta para o ensino. Partindo desse entendimento, o estudo aborda as discussões sobre o Ensino do Conceito de Funções em uma turma de 9º ano, a partir da perspectiva do Construcionismo. A questão norteadora da pesquisa foi: Quais as potencialidades da Robótica Educacional no ensino do conceito de funções a partir da perspectiva Construcionista? Para tanto, o objetivo geral buscou mapear as potencialidades das atividades envolvendo a Robótica Educacional no processo de ensino do conceito de funções, em uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental, a partir da perspectiva Construcionista. Os capítulos que constituem esse projeto versam sobre a Robótica Educacional como ferramenta pedagógica para o ensino de funções, as condições para pensar a Robótica como ferramenta para o ensino de funções e sobre o construcionismo de Papert. Utilizou-se como aporte teórico alguns autores da área da Robótica Educacional como ferramenta pedagógica, tais como: Ottoni (2010), Papert (1985, 1994, Silva (2014) e Azevedo; Aglaé; Pitta (2009), dentre outros. Referentes ao estudo das funções: Caraça (1951), Chella (2002), Munem e Foulis (1982), Onuchic (1999), Simmons (1987). As discussões sobre Construcionismo se alicerçaram em estudiosos como: Almeida (1999), Maltempi (2005), Papert (1980, 1986, 1994, 2008), Vecchia (2012), entre outros. Sob os pressupostos da pesquisa qualitativa, foi realizada uma pesquisa participante, a qual teve como público-alvo dezessete alunos do 9º ano de uma Escola Municipal localizada no interior de Taquara/RS. Os dados foram produzidos através de registros fotográficos das aulas, gravação de áudio, anotações em Diário de Campo dos estudantes e da aplicação de uma Avaliação Diagnóstica Inicial e de uma Avaliação Diagnóstica Final, a partir da Engenharia Didática. Os resultados encontrados sugerem que a Robótica Educacional pode ser uma ferramenta potencializadora para o ensino do conceito de funções promovendo a criação de projetos, de situações de aprendizagem, em que os participantes colaboram ativamente, que resultam na Representação de funções como conjuntos; Diferença entre uma relação e uma função; Representação de uma função no Plano Cartesiano. Esta pesquisa, a partir do produto educacional Kit de Robótica: Uma potente ferramenta para o Ensino de Funções, pretende, também, contribuir para a ampliação e o aprofundamento das discussões sobre a utilização da Robótica Educacional nas salas de aula e os seus possíveis benefícios para a aprendizagem da disciplina de Matemática.

**Palavras-Chaves:** Construcionismo. Escola Pública. Engenharia Didática. Programação.

## ABSTRACT

Educational Robotics has been understood, by different studies, as an important tool for teaching. Starting from this understanding, this research approaches the discussion on the teaching of the concept of Functions in a nine grade class, using a Constructionist perspective. The main question of the research is: What are the potentialities of Educational Robotics to teach the concept of Functions under a Constructionist perspective? Therefore, the main goal sought to map the potentialities of activities involving Educational Robotics in the process of teaching the concept of Functions in an Elementary School's nine year class, from a Constructionist approach. The chapters in this project talk about Educational Robotics as a pedagogical tool to teach Functions, about the conditions to consider Robotics as a tool and about Papert's Constructionism. For the theoretical basis, a few authors were used. From the Educational Robotics field, they were: Ottoni (2010), Papert (1985, 1994), Silva (2014) and Azevedo; Aglaé, Pitta (2009), among others. Regarding the study of functions, they were: Caraça (1951), Chella (2002), Munem e Foulis (1982), Onuchic (1999), Simmons (1987). On the constructionist field: Almeida (1999), Maltempi (2005), Papert (1980, 1986, 1994, 2008), Vecchia (2012), among others. Under the assumptions of a qualitative research, it was conducted a participative-research, using as a target audience a nine year class from a Public School from Taquara/RS. The data were surveyed through photographic records of the classes, audio recording, notes on the students' field journal, an Initial Diagnosis Evaluation and a Final Diagnosis Evaluation, following the Didactic Engineering steps. The results show that Educational Robotics can be an enhancing tool for mathematics teaching, promoting the creation of projects and of learning situations, in which the participants actively collaborate, and that result in the representation of Functions as sets; in the differentiation of a relation and a function; and in the representation of a Function in a Cartesian plane. This research intends to contribute to the deepening of the discussion about the use of Educational Robotics in the classroom and its possible benefits for the learning of Mathematics.

**Key-Words:** Constructionism. Public school. Didactic Engineering. Schedule.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Uma das primeiras tartarugas criadas por Seymour Papert.....	25
Figura 2 – Tartaruga criada por Papert.....	26
Figura 3 – Tela do software SuperLogo (3.0), com a tartaruga virtual.....	26
Figura 4 – Capa do Livro I, Robot de Isaac Asimov.....	28
Figura 5 – Lego Mindstorms RCX.....	31
Figura 6 – Kit Lego® Spike™.....	33
Figura 7 – Kit Lego Mindstorms RCX.....	33
Figura 8 – Kit Modelix Robotics, destinado ao Ensino Fundamental 2.....	34
Figura 9 – Kit de Robótica Educacional da Brink Mobil para o Ensino Fundamental – Anos Finais.....	35
Figura 10 – Kit Arduíno.....	35
Figura 11 – Representação gráfica de uma função de Oresme.....	40
Figura 12 – Representação por Diagrama de Flechas.....	44
Figura 13 – Representação por tabela.....	44
Figura 14 – Representação gráfica da $f(x) = x + 1$ .....	45
Figura 15 – Ciclo de aprendizagem (Descrição - Execução - Reflexão - Depuração) .....	52
Figura 16 – Fluxograma Ilustrativo dos Procedimentos Metodológicos.....	70
Figura 17 – Interface do TinkerCad.....	75
Figura 18 – Malha quadriculada (Avaliação Diagnóstica Inicial).....	80
Figura 19 – Dispositivos que compõem o kit de robótica que será utilizado no desenvolvimento das aulas.....	84
Figura 20 – Placa Arduino e seus componentes.....	84
Figura 21 – Modelo de uma Protoboard.....	85
Figura 22 – Conexões dos furos da Protoboard.....	86
Figura 23 – Representação da Placa Arduíno no TinkerCad.....	86
Figura 24 – Conjunto Domínio, Contradomínio e Imagem.....	90
Figura 25 – Malha quadriculada: Atividade principal, Roteiro de Atividade 5.....	96
Figura 26 – Plano cartesiano construído no software GeoGebra.....	96
Figura 27 – Malha quadriculada (Avaliação Diagnóstica Final).....	102
Figura 28 – Recorte da questão 1 da Avaliação Diagnóstica Inicial.....	104
Figura 29 – Recorte da questão 2 da Avaliação Diagnóstica Inicial.....	104

Figura 30 – Recorte da questão 3 da Avaliação Diagnóstica Inicial.....	105
Figura 31 – Recorte da questão 4 da Avaliação Diagnóstica Inicial.....	105
Figura 32 – Recortes da questão 5 da Avaliação Diagnóstica Inicial.....	106
Figura 33 – Recorte da questão 6 da Avaliação Diagnóstica Inicial.....	107
Figura 34 – Recorte da resposta de um estudante na questão 1.....	109
Figura 35 – Protótipo e programação realizado pela uma ilha de estudo.....	111
Figura 36 – Recorte da Prática com arduíno da aula 3.....	112
Figura 37 – Protótipo da Sinaleira desenvolvido por uma das ilhas de estudo.....	113
Figura 38 – Recorte da resposta de um estudante para a atividade 3 da Avaliação Diagnóstica Final.....	117
Figura 39 – Recorte da resposta de um estudante para a atividade 4-b) da Avaliação Diagnóstica Final.....	117
Figura 40 – Construção gráfica de dois estudantes do 9º ano.....	118
Figura 41 – Atividade de Aquecimento para a aula 2.....	120
Figura 42 – Hipótese do estudante 3 para a atividade de Aquecimento para a aula .....	120
Figura 43 – Estudantes adicionando componentes na programação do protótipo no TinkerCad.....	122
Figura 44 – Anotação do Estudante 5 no Diário de Campo.....	123
Figura 45 – Construção da atividade com LED utilizando a Placa Arduíno e a Protoboard.....	124
Figura 46 – Anotação do Estudante 1 no Diário de Campo.....	124
Figura 47 – Resolução das ilhas de estudo 1 para a Atividade principal.....	127
Figura 48 – Resolução das ilhas de estudo 2 para a Atividade principal.....	127
Figura 49 – Resolução das ilhas de estudo 3 para a Atividade principal.....	127
Figura 50 – Protótipo da Sinaleira desenvolvido por uma das ilhas de estudo.....	128
Figura 51 – Construção do semáforo.....	129
Figura 52 – Construção do diagrama realizado pela Ilhas de Estudo 1 e 3.....	129
Figura 53 – Relato do Estudante 1 sobre a construção do semáforo.....	130
Figura 54 – Recorte da Atividade Principal da aula 4.....	132
Figura 55 – Representação por diagrama desenvolvida pela ilha de estudo 3.....	132
Figura 56 – Carro Robô.....	134
Figura 57 – Montagem do protótipo no TinkerCad realizada pela Ilha de Estudos 2.....	135

Figura 58 – Estudante 8 acompanhando o deslocamento do Carro Robô e anotando as distâncias e o tempo.....	137
Figura 59 – Anotações do estudante 8 no Diário de Campo.....	138
Figura 60 – Recorte da contextualização presente no Roteiro de Atividade 5.....	138
Figura 61 – Construção gráfica das Ilhas de Estudo na atividade Prática com Arduino.....	139
Figura 62 – Anotação do estudante 3 no diário de campo.....	139

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Trabalhos selecionados.....	55
Quadro 2 – Pré-requisitos para o estudo do Conceito de Funções.....	72
Quadro 3 – Hipóteses acerca das dificuldades que os estudantes poderiam apresentar na resolução das atividades.....	73
Quadro 4 – Cronograma das aulas realizadas na pesquisa.....	74
Quadro 5 – Atividade de Aquecimento para a aula.....	82
Quadro 6 – Resultado da Avaliação Diagnóstica Inicial.....	108
Quadro 7 – Resultado da Avaliação Diagnóstica Final.....	115
Quadro 8 – Objetivos propostos no roteiro atividade 2.....	119
Quadro 9 – Hipóteses das Ilhas de estudo sobre a Atividade Principal.....	121
Quadro 10 – Objetivos propostos no Roteiro de Atividade 3.....	125
Quadro 11 – Hipóteses “o que a ilha de estudos entende por conjunto”.....	126
Quadro 12 – Objetivos propostos no Roteiro de Atividade 4.....	131
Quadro 13 – Objetivos propostos no Roteiro de Atividade 5.....	137

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Média das temperaturas encontradas pela gerente Sofia – Avaliação Diagnóstica Inicial.....	78
Tabela 2 – Preço dos bolos conforme o número de fatias – Avaliação Diagnóstica Inicial.....	78
Tabela 3 – Valor pago pela quantidade comprada de pirulito – Avaliação Diagnóstica Inicial.....	78
Tabela 4 – Tempo X quantidade de vezes que o LED pisca.....	82
Tabela 5 – Informações da Atividade principal, Roteiro de Atividades 4.....	93
Tabela 6 – Média das temperaturas encontradas pela gerente Sofia – Avaliação Diagnóstica Final.....	100
Tabela 7 – Preço dos bolos conforme o número de fatias – Avaliação Diagnóstica Final.....	101
Tabela 8 – Valor pago pela quantidade comprada de pirulito – Avaliação Diagnóstica Final.....	101

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>2 A HISTÓRIA DA ROBÓTICA EDUCACIONAL E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM.....</b>	<b>24</b>
<b>2.1 Breve Histórico da Robótica Educacional e suas implicações no ensino...27</b>	
<b>2.2 Contribuições da Robótica Educacional para o Ensino e a Aprendizagem.31</b>	
<b>2.3 Alguns Kits para pensar a pesquisa.....</b>	<b>32</b>
2.3.1 Lego Mindstorms.....	33
2.3.2 Modelix Robotics.....	34
2.3.3 Kit Brink Mobil.....	34
2.3.4 Kit de Robótica baseados no Arduino.....	35
<b>3 CONDIÇÕES PARA PENSAR A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE FUNÇÕES.....</b>	<b>36</b>
<b>4 O CONSTRUCIONISMO DE PAPERT.....</b>	<b>49</b>
<b>5 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA.....</b>	<b>54</b>
<b>6 CAMINHADA METODOLÓGICA.....</b>	<b>65</b>
<b>6.1 Caracterização da pesquisa.....</b>	<b>65</b>
<b>6.2 Caracterização da escola.....</b>	<b>68</b>
<b>6.3 Caracterização dos sujeitos.....</b>	<b>68</b>
<b>6.4 A Engenharia Didática.....</b>	<b>69</b>
6.4.1 Análise Preliminar.....	70
6.4.1.1 <i>Escolha dos conteúdos a serem estudados.....</i>	<i>71</i>
6.4.1.2 <i>Conteúdos Curriculares e Objetivos Didáticos: Pré-Requisitos.....</i>	<i>71</i>
6.4.1.3 <i>Hipóteses de eventuais dificuldades na resolução das atividades sobre o Conceito de Funções.....</i>	<i>72</i>
6.4.1.4 <i>Escolha dos Instrumentos de coleta de Dados.....</i>	<i>72</i>
6.4.2 <i>Concepções e Análise a Priori.....</i>	<i>74</i>
6.4.2.1 <i>Roteiro de Atividade 1: Avaliação Diagnóstica Inicial.....</i>	<i>76</i>
6.4.2.2 <i>Roteiro de Atividade 2: Relação de dependência entre variáveis.....</i>	<i>80</i>
6.4.2.3 <i>Roteiro de Atividade 3: Representação de funções através (ou por meio) de conjuntos.....</i>	<i>87</i>
6.4.2.4 <i>Roteiro de Atividade 4: Diferença entre uma relação e uma função.....</i>	<i>91</i>

6.4.2.5 Roteiro de Atividade 5: Representação de uma função no Plano Cartesiano.....	94
6.4.2.6 Roteiro de Atividade 6: Avaliação Diagnóstica Final.....	98
6.4.3 Experimentação.....	102
6.4.3.1 Aplicação do Roteiro de Atividade 1: Avaliação Diagnóstica Inicial.....	104
6.4.3.2 Aplicação do Roteiro de Atividade 2: Relação de dependência entre variáveis.....	110
6.4.3.3 Aplicação do Roteiro de Atividade 3: Representação de funções através (ou por meio) de conjuntos.....	111
6.4.3.4 Aplicação do Roteiro de Atividade 4: Diferença entre uma relação e uma função.....	113
6.4.3.5 Aplicação do Roteiro de Atividade 5: Representação de uma função no Plano Cartesiano.....	114
6.4.3.6 Aplicação do Roteiro de Atividade: Avaliação Diagnóstica Final.....	115
6.4.4 Análise a Posteriori e Validação.....	118
<b>7 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS: POSSIBILIDADES E DESAFIOS DO USO DA ROBÓTICA PARA O ENSINO DO CONCEITO DE FUNÇÕES.....</b>	<b>119</b>
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>142</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>145</b>
<b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).....</b>	<b>153</b>
<b>APÊNDICE B – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA GRAVAÇÃO DE VOZ E/OU REGISTRO DE IMAGENS (FOTOS E/OU VÍDEOS).....</b>	<b>156</b>
<b>APÊNDICE C – MODELO DE CARTA DE ANUÊNCIA DA ESCOLA.....</b>	<b>157</b>
<b>APÊNDICE D – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE).....</b>	<b>158</b>
<b>APÊNDICE E – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA – INICIAL.....</b>	<b>159</b>
<b>APÊNDICE F – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA – FINAL.....</b>	<b>162</b>
<b>APÊNDICE G – MODELO DE DIÁRIO DE CAMPO.....</b>	<b>165</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Robótica Educacional tem sido compreendida em diferentes estudos como uma importante ferramenta para o ensino. As primeiras aproximações do pesquisador com a Robótica Educacional se deram no ano de 2018, quando o mesmo começou a trabalhar em uma Escola Particular do Município de Igrejinha/RS, como professor da disciplina de Matemática. Juntamente com essa nova experiência, surgiu também o desafio de desenvolver com os estudantes uma proposta de Educação Tecnológica, utilizando a *Lego® For Education* por meio da Robótica Educacional.

As atividades propostas, resumidamente, consistiam na apresentação de situações-problema, pelo professor, em que os estudantes eram desafiados a resolverem essa através da utilização de seus conhecimentos prévios, além de serem desafiados a criarem protótipos, utilizando motores, sensores e outras peças do *Kit* de Robótica da Lego®. No desenvolvimento das atividades utilizando o *kit* de Robótica, os estudantes experimentaram a aplicação de diversos conteúdos de forma prática e relacionados a situações do cotidiano.

Visto que era o primeiro contato do pesquisador com o material, algumas dificuldades, preocupações e inquietações, diante desse novo desafio, foram surgindo, especialmente no que se referem: ao funcionamento e à aplicabilidade do kit; ao processo de ensino envolvendo a Robótica; aos conhecimentos adquiridos pelos estudantes a partir da Robótica Educacional; e ao reconhecimento da Robótica Educacional como ferramenta para o ensino de Matemática. Assim sendo, é importante identificar as possibilidades e os desafios da utilização da Robótica Educacional e a sua contribuição para o ensino da disciplina de Matemática.

A robótica é tida como a ciência dos sistemas que interagem com o mundo real, com pouco ou mesmo nenhuma intervenção humana (MARTINS, 2006). Martins ressalta que a robótica caracteriza-se como uma ciência multidisciplinar, a qual envolve outras áreas, tais como: a mecânica, a eletrônica, a hidráulica, a pneumática e a computação. Desse modo, podemos perceber a robótica em alguns eletrodomésticos, nos aparelhos eletrônicos, nos elevadores, nos caixas eletrônicos, entre outros sistemas.

De acordo com Moran (1995, p.25), a utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação modificam “algumas dimensões da nossa inter-relação

com o mundo, da percepção com a realidade, da interação com o tempo e, também, o espaço”. Cada uma dessas modificações possui sua importância para o ensino, visto que viabilizam diversas possibilidades dos estudantes interagirem com o mundo.

Lefrançois (2008), em seu livro *Teorias da Aprendizagem: O que a senhora pensa*, apresenta o conceito de aprendizagem definida como:

[...] toda mudança relativamente permanente no potencial de comportamento, que resulta da experiência, mas não é causada por cansaço, maturação, drogas, lesões ou doenças. No sentido estrito, claro, a aprendizagem não é definida pelas mudanças reais ou potenciais no comportamento. Em vez disso, a aprendizagem é o que acontece ao organismo (humano ou não humano) como resultado da experiência (LEFRANÇOIS, 2008, p.6).

Assim, a aprendizagem se processa a partir da interação/experiência entre as informações já existentes e as novas. Os alunos já chegam na sala de aula com uma bagagem cultural e cabe ao professor mediar essas informações/interações/experiências pré-existentes e proporcionar novos conceitos, promovendo a construção do conhecimento.

Para Piaget (1983), o conhecimento é resultado da interação do sujeito com o objeto. Uma interação que depende de fatores internos, os quais são modificados a cada etapa de desenvolvimento das estruturas mentais, por meio das quais acontece o desenvolvimento psíquico:

O desenvolvimento psíquico, que começa quando nascemos e termina na idade adulta, é compatível ao crescimento orgânico: como este, orienta-se, essencialmente, para o equilíbrio. Da mesma maneira que um corpo está em evolução até atingir um nível relativamente estável – caracterizado pela conclusão do crescimento e pela maturidade dos órgãos –, direção de uma forma de equilíbrio final, representada pelo espírito adulto. O desenvolvimento, portanto, é uma equilibração progressiva, uma passagem contínua de um estado de menor equilíbrio para um estado de equilíbrio superior (PIAGET, 1983, p.11).

Ainda para Piaget (1983), o processo de estruturação mental é resultado de uma equilibração progressiva entre uma esfera e outra, ou seja, o desenvolvimento mental é uma construção contínua.

Os autores Azevedo, Aglaé e Pitta (2010) acreditam que a ideia de construção do conhecimento através do aproveitamento das estruturas mentais dos sujeitos acorda com o pensamento piagetiano, o qual introduz a perspectiva de

aproveitamento dessas estruturas mentais dos sujeitos na construção do conhecimento, valorizando sua ação e expressão, tendo como base o ensino e contribuindo para o desenvolvimento dos indivíduos, possibilitando-lhes vivenciar modos de construir conhecimentos por si mesmos.

Piaget (1983) diz que

[...] o conhecimento não procede, em suas origens, nem de um sujeito consciente de si mesmo nem dos objetos já constituídos (do ponto de vista do sujeito) que a ele se imporiam. O conhecimento resultaria de interações que se produzem a meio caminho entre os dois, dependendo, portanto, dos dois ao mesmo tempo, mas em decorrência de uma indiferenciação completa e não de intercâmbio entre as formas distintas (PIAGET, 1983, p.6).

Dessa forma, desde o nascimento, a criança constrói estruturas cognitivas, que se modificam por um processo de equilibração<sup>1</sup>, cujo resultado pode ser a construção de um novo conhecimento e a evolução das estruturas mentais, buscando uma melhor adaptação ao mundo.

Segundo as autoras Borba e Goi (2021), Bruner é considerado um dos primeiros elaboradores de uma formulação complexa do uso de problemas na educação. Bruner (2008) centraliza seus trabalhos na predisposição para explorar melhores alternativas para que o estudante aprenda. Já os estudos de Martins (2002), afirmam que Bruner estabelece que é importante utilizar uma abordagem voltada para a solução de problemas ao ensinar novos conceitos aos estudantes. É importante especificar as aprendizagens pelas quais os estudantes terão que passar, estabelecer um volume condizente ao nível dos estudantes, organizando e dividindo as informações que serão passadas de maneira que elas possam ser facilmente compreendidas por eles. Dessa forma, é reforçada a ideia de confronto entre estudantes com os problemas e a busca de uma solução por meio da discussão em grupos (MAMEDE, PENAFORTE, 2001).

Para Piaget (1970), a Matemática é resultado do processo mental de um indivíduo com o dia a dia. Esse processo faz com que o mesmo desenvolva seus pensamentos de acordo com a relação com os objetos. Nessa perspectiva, o ensino da Matemática, busca desenvolver o raciocínio lógico, a interpretação e a compreensão do estudante, deixando de se limitar apenas à memorização de

---

<sup>1</sup> [...] a assimilação é o processo pelo qual uma pessoa integra um novo dado perceptual, motor ou conceitual às estruturas cognitivas prévias (MARÇAL, 2009, p.1).

fórmulas e à repetição e verbalização de conteúdos. Nesse sentido, o método tradicional é considerado fracassado, de acordo com a teoria piagetiana, pois trata a criança como um ser passivo receptor do conhecimento. Seus conceitos convergem sobre um ensino criador de um raciocínio lógico matemático que conduz à compreensão e à interpretação, em detrimento da memorização (MOSER, 2017).

A esse respeito, tem-se buscado metodologias que facilitem o ensino e a aprendizagem e que envolvam os estudantes no processo de construção do conhecimento. Nessa perspectiva, tem-se utilizado de recursos didático-tecnológicos, como diversos aplicativos e *softwares* para a criação e resolução de problemas, jogos educacionais *online* e outros recursos como a Robótica Educacional, por exemplo (BAUMGARTEL, 2016).

A Robótica Educacional é um recurso pedagógico que pode ser empregado com base em concepções de aprendizagem, como o construtivismo, que contempla o conhecimento como construído à medida que se age e pensa sobre o objeto e sobre a própria ação (BECKER, 1992; NEVES, DAMIANI, 2006).

A iniciativa de utilização do computador como uma ferramenta para o ensino foi feita pela primeira vez por Seymour Papert, na década de 60. Há décadas atrás, Papert já via o computador como um instrumento educacional para a aprendizagem dos seus alunos. Em seu livro *Mindstorms* de 1980, Papert (1980) afirma que:

[...] As pessoas pensavam nos computadores como dispositivos caros e exóticos. Seus usos comerciais e industriais afetavam as pessoas comuns, mas quase ninguém esperava que os computadores se tornassem parte da vida cotidiana. Essa visão mudou dramaticamente e rapidamente à medida que o público passou a aceitar a realidade do computador pessoal, pequeno e barato o suficiente para ocupar seu lugar em todas as salas de estar ou mesmo em todos os bolsos. O surgimento das primeiras máquinas bastante primitivas dessa classe foi suficiente para capturar a imaginação dos jornalistas e produzir uma série de artigos especulativos sobre a vida no mundo rico em computadores que estava por vir. O principal assunto desses artigos foi o que as pessoas poderão fazer com seus computadores. A maioria dos escritores enfatizou o uso de computadores para jogos, entretenimento, imposto de renda, correio eletrônico, compras e serviços bancários. Alguns falaram sobre o computador como uma máquina de ensino. (PAPERT, 1980, p.3) (Tradução do autor)<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> [...] people thought of computers as expensive and exotic devices. Their commercial and industrial uses affected ordinary people, but hardly anyone expected computers to become part of day-to-day life. This view has changed dramatically and rapidly as the public has come to accept the reality of the personal computer, small and inexpensive enough to take its place in every living room or even in every breast pocket. The appearance of the first rather primitive machines in this class was enough to catch the imagination of journalists and produce a rash of speculative articles about life in the computer-rich world to come. The main subject of these articles was what people will be able to do with their computers. Most writers emphasized using computers for games, entertainment,

Há diversas maneiras de utilizar o computador como ferramenta que facilita o ensino e a aprendizagem, entre elas, como reproduzidor de vídeos/músicas, editor de texto/imagem/vídeo, acesso a páginas da internet, jogos, entre outros.

Papert (1980) propõem que a utilização do computador não seja apenas como transmissor de conhecimento, nem como adestrador, mas sim como objeto concreto para a construção do conhecimento.

Nesse viés, Papert (2008) vê a possibilidade de os próprios estudantes construírem o robô e a programação pode favorecer o ensino, sendo que a aprendizagem será facilitada pela descoberta. O autor denomina esse acontecimento como uma atitude Construcionista. A forma Construcionista de utilizar a tecnologia tem como meta oferecer estratégias de estudo de forma a permitir a maior aprendizagem possível, a partir do mínimo ensino.

Dessa maneira, acredita-se que a proposta de utilização da Robótica Educacional, em um contexto de atividades de ensino de Matemática com projetos de montagem, envolvendo a resolução de problemas e a reflexão sobre a construção do conhecimento dos estudantes, é desafiadora e pode trazer contribuições importantes para a área.

Nos últimos anos, a Robótica Educacional está em grande ascensão em todo o mundo. Segundo o *site Happy Code School*<sup>3</sup>, em alguns países de primeiro mundo, ela já faz parte do currículo obrigatório de ensino das escolas, como por exemplo, na Inglaterra, que implantou o ensino de programação e robótica em suas escolas. Outros países como a Austrália e os Estados Unidos, também estão implementando essa tecnologia.

Atualmente, existem no mercado diversos *kits* de robótica que podem ser adquiridos em lojas físicas ou pela internet. Os *kits* robóticos mais conhecidos no mercado são: *Legó Mindstorms*<sup>4</sup>, *Modelix Robotics*<sup>5</sup>, *Kit Brink Mobil*<sup>6</sup>, *Kit Arduino Robótica*<sup>7</sup>, entre outros.

---

income tax, electronic mail, shopping, and banking. A few talked about the computer as a teaching machine (PAPERT, 1980, p.3).

<sup>3</sup> Disponível em: <<https://happycodeschool.com/blog/ensino-de-programacao-e-robotica/>>. Acesso em: 15 abr. 2022.

<sup>4</sup> Informações referentes ao Kit Legó® Mindstorms, *vide* capítulo 2.1.3.1.

<sup>5</sup> Informações referentes ao Kit Modelix Robotics, *vide* capítulo 2.1.3.2.

<sup>6</sup> Informações referentes ao Kit Brink Mobil, *vide* capítulo 2.1.3.3.

<sup>7</sup> Informações referentes ao Kit Kit Arduino Robótica, *vide* capítulo 2.1.3.4.

Alguns robôs são construídos com placas eletrônicas chamadas de Arduíno. O Arduíno é uma plataforma controlável de código aberto composta por *hardware* e *software* capaz de ler entradas, sensores e botões, reagindo a elas. O *hardware* consiste em uma placa com um microcontrolador (microcomputador de um único circuito, onde é processado o código desenvolvido) e o *Arduino Software* é a IDE (ambiente integrado de desenvolvimento, em tradução livre) utilizada para o desenvolvimento das aplicações (ARDUÍNO, 2022). Escolhemos trabalhar com o Arduino, considerando que a presente pesquisa será realizada em uma escola pública e que as placas, os módulos e os sensores podem ser adquiridos com baixo custo.

O conceito de funções, segundo Caraça (1951), dá regularidade aos fenômenos e serve como instrumento para os estudos das leis quantitativas que dão significado à nossa realidade. Contudo, segundo o mesmo autor, os alunos possuem dificuldades na aprendizagem do conceito de funções, principalmente, em sua terminologia, com as simbologias e com as suas diferentes representações.

Imerso nesse contexto, buscou-se nesta pesquisa responder a seguinte pergunta: *Quais as potencialidades da Robótica Educacional no ensino do conceito de funções a partir da perspectiva Construcionista?* O objetivo geral era mapear as potencialidades das atividades envolvendo a Robótica Educacional no processo de ensino do conceito de funções, em uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental, a partir da perspectiva Construcionista.

Como objetivos específicos, foram definidos:

- a) mapear estudos que abordam a Robótica Educacional como ferramenta de ensino na disciplina de Matemática;
- b) elaborar e desenvolver atividades com o uso da placa Arduino;
- c) avaliar os conhecimentos construídos pelos estudantes e as dificuldades encontradas por eles, a partir da inserção da Robótica Educacional nas aulas de Matemática, para o ensino do conceito de Funções;
- e) identificar os desafios e as possibilidades da Robótica Educacional como ferramenta para o ensino de Funções; e
- f) elaborar um Kit robótico, bem como propor atividades para o ensino do Conceito de Funções, destinados a professores de Matemática.

Para que os objetivos fossem alcançados, foi realizada uma pesquisa de abordagem qualitativa, do tipo pesquisa participante. A partir da aplicação de

atividades em sala de aula, pretendeu-se avaliar os conhecimentos construídos pelos estudantes e as dificuldades encontradas por eles, a partir da inserção da Robótica Educacional nas aulas de Matemática, utilizada para o ensino do conceito de Funções, além de identificar os desafios e as possibilidades da Robótica Educacional como ferramenta para o ensino, com o propósito da construção e elaboração do produto educacional.

Os autores que fundamentaram o estudo foram: Papert (1985, 1994 e 2008), Ottoni (2010), Silva (2009), Jojoa, Bravo e Cortes (2010), no que se refere à Robótica Educacional; Rocha (2006), Chella (2002) e Paiva (2013), no que se refere à Robótica Educacional como ferramenta para o ensino de funções, e Domingues (2003), Iezzi (2003), Souza (2010), Caraça (1951) e Miorim (1995), em relação ao conceito de funções; além de Almeida (1999), Maltempi (2005), Papert (1980; 1986; 1994 e 2008) e Vecchia (2012), no que se refere ao Construcionismo.

Com o intuito de responder à questão apresentada, o presente projeto de pesquisa estrutura-se em sete capítulos. O primeiro, trata-se da *Introdução*, onde apresento e contextualizo a presente pesquisa, o tema de pesquisa e sua justificativa, o problema, o objetivo geral e os objetivos específicos.

No segundo capítulo é apresentado *A Robótica Educacional como ferramenta pedagógica para o Ensino de Funções*. Neste capítulo é descrito um panorama sobre o conceito de Robótica, com um breve histórico da Robótica Educacional, além da apresentação de alguns Kits para pensar a pesquisa.

O terceiro capítulo *Condições para pensar a Robótica Educacional como ferramenta para o ensino de funções* onde é relatada a contribuição da Robótica Educacional como um recurso que pode propiciar um ambiente no qual os estudantes encontram diferentes maneiras de explorar os conteúdos que estão sendo estudados.

No capítulo quatro, *O Construcionismo de Papert*, refletimos a visão de Seymour Papert sobre o uso da robótica na educação, seu trabalho no desenvolvimento da linguagem de programação. Logo, e o desenvolvimento de sua pesquisa.

O quinto capítulo contém a *Revisão Sistemática da Literatura*, onde é apresentado um apanhado de resultados advindos de pesquisas realizadas com enfoque na utilização da Robótica Educacional nos processos de ensino dos

conteúdos de Matemática, especialmente, aos que se referem ao estudo das funções.

Já no sexto capítulo é apresentada a *Caminhada Metodológica* que a presente pesquisa seguiu, com a caracterização do estudo, da escola e dos participantes da pesquisa, além de apresentar os instrumentos de coleta de dados e as análises dos dados coletados, sob a luz da Engenharia Didática.

Finalizamos esta pesquisa no capítulo 7, onde refletimos a respeito do processo de investigação e apresentamos as *Considerações Finais*.

## 2. HISTÓRIA DA ROBÓTICA EDUCACIONAL E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM

A Robótica Educacional foi idealizada e desenvolvida pelo matemático Seymour Papert, na década de 60. Em uma abordagem histórica, Silva (2014) destaca que Papert, por meio de estudos sobre a utilização de computadores na educação, criou, nas décadas de 1960 e 1970, a linguagem de programação LOGO<sup>8</sup>, ou linguagem da tartaruga. Essa ferramenta proporcionava, e ainda proporciona, que as crianças e jovens possam programar os movimentos de uma tartaruga em uma tela de computador, utilizando comandos simples e, dessa forma, através da ação física e mental, construir hipóteses, testar e reconstruí-las.

A criação da linguagem de programação LOGO, desenvolvida pelo matemático Seymour Papert, foi um dos fatos que contribuiu para impulsionar a produção das práticas de programação e a utilização dos computadores no ambiente escolar. Papert trabalhou com Jean Piaget durante cinco anos (1959-1964), em seu Centro de Epistemologia Genética, na Suíça, onde dedicou seus estudos sobre “a natureza do pensamento e como as crianças se tornam pensadores” (PAPERT, 1985, p.244). Após este período, mudou-se para Cambridge, no Condado de Middlesex, no estado de Massachusetts, Estados Unidos, na área metropolitana de Boston, onde trabalhou no laboratório do Massachusetts Institute of Technology (Instituto de Tecnologia de Massachusetts) – MIT Media Lab.

O principal objetivo de Papert era disponibilizar uma linguagem de programação, simples e intuitiva, apropriada para crianças, inclusive as de pouca idade, com a exploração de atividades espaciais, numéricas e geométricas na tela do computador, controlando uma tartaruga virtual que conseguia percorrer distância e girar ângulos determinados pelo programador, de maneira que os aprendizes refletissem sobre a sua própria forma de pensar, a fim de obter o máximo de conhecimento a partir do mínimo de ensino (PAPERT, 1994).

De maneira geral, a linguagem de programação LOGO ou “linguagem da tartaruga”, como ficou conhecida, é uma ferramenta que proporciona às crianças programar os movimentos de uma tartaruga em uma tela de computador, utilizando

---

<sup>8</sup> Na Obra *Logo: computadores e educação*, Papert (1986) apresenta toda a história de construção da linguagem e sua aplicação inicial.

comandos simples e, dessa forma, através da ação física e mental, construir hipóteses, testar e reconstruí-las.

Para Papert (1985, p.18), programar é “comunicar-se com o computador, numa linguagem que tanto ele (computador) quanto o homem possam entender”. Assim, o uso da ferramenta, para o autor, infere que alunos se tornem criadores de conhecimento. O computador é uma ferramenta capaz de atingir a maneira das pessoas pensarem e aprenderem, uma vez que o aprender nesta situação se dá por meio da criação, reflexão e apropriação das ideias. Logo, os sujeitos deixam de ser apenas receptores de um conhecimento pronto e acabado e passam a criá-lo com o uso do computador.

A tartaruga desenvolvida por Papert (1994) era composta por um robô de grandes dimensões que ocupava quase toda a sala e funcionava ligada a vários fios e cabos (Figura 1). Para movimentar-se, utilizava comandos simples inseridos no computador, como exemplo: PARAFRENTE 50. A partir desse comando, a tartaruga se movimentava 50 passos para frente. A Figura 2, traz um exemplo da tartaruga criada por Papert, traçando um caminho.

**Figura 1 – Uma das primeiras tartarugas criadas por Seymour Papert**



Fonte: Walter (2010).

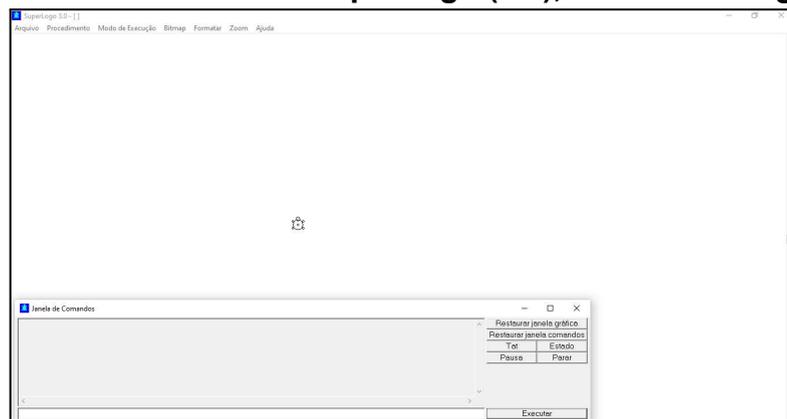
**Figura 2 – Tartaruga criada por Papert**



Fonte: Walter (2010).

Com o passar do tempo, a programação em Logo foi aperfeiçoada e a grande tartaruga transformou-se num recurso gráfico que passou a movimentar-se no monitor do computador (FIGURA 3). Papert (2008) buscava oportunizar aos alunos uma maneira de comandar o computador com a programação, para que, assim, a tartaruga realizasse os movimentos. Dessa maneira, o equipamento passou a ser um instrumento que estimulava o pensar, o raciocínio para a resolução de problemas, a consolidação de conceitos, contribuindo e facilitando a construção do conhecimento.

**Figura 3 – Tela do software SuperLogo (3.0), com a tartaruga virtual**



Fonte: Próprio autor (2022).

Para Papert (1985), uma vez que a linguagem LOGO é aprendida pelo aluno, o resultado é mostrado imediatamente após a aplicação dos comandos discutidos anteriormente. Ainda para o autor, como o ambiente LOGO desenvolve

conhecimentos matemáticos, geométricos e de design, a oportunidade de programar desperta no aprendiz o interesse e o prazer na aprendizagem.

Papert (1985) considera que os alunos carregam uma bagagem de conhecimentos a serem utilizados na construção de novas estruturas cognitivas. Ao fazer o uso do LOGO, o estudante coloca em prática os seus conhecimentos, utilizando a programação do objeto, seus objetivos, seus desejos e seus conhecimentos já adquiridos para a construção de novos saberes, por meio da problematização, inserida na resolução das atividades que o aprendiz quer resolver.

## 2.1 Breve Histórico da Robótica Educacional e suas implicações no ensino

Para podermos entender o conceito de Robótica Educacional (RE) é fundamental conceituarmos o que é a Robótica. O termo robótica deriva da palavra robô, a qual se origina da palavra tcheca *robotik* (Robota), que foi utilizado pela primeira vez em 1921, por Karel Capek, em seu livro "Princípios de Mecatrônica", onde descrevia a criação de robôs para a substituição de homens que trabalhavam em serviços pesado, forçado e/ou escravos.

A palavra robótica foi popularizada pelo autor de histórias de ficção científica Isaac Asimov, no ano de 1950, em seu livro "I, Robot" (FIGURA 4). Já no ano de 1989, Joseph Frederick Engelberger (1925-2015), considerado pai da robótica<sup>9</sup>, utilizou a frase "*I can't define a robot, but I know one when I see one*" (Eu não posso definir um robô, mas eu conheço um quando o vejo.<sup>10</sup>) fazendo referência à definição de robô, em seu livro "*Robotics in Service*" (Robótica em Serviço<sup>11</sup>).

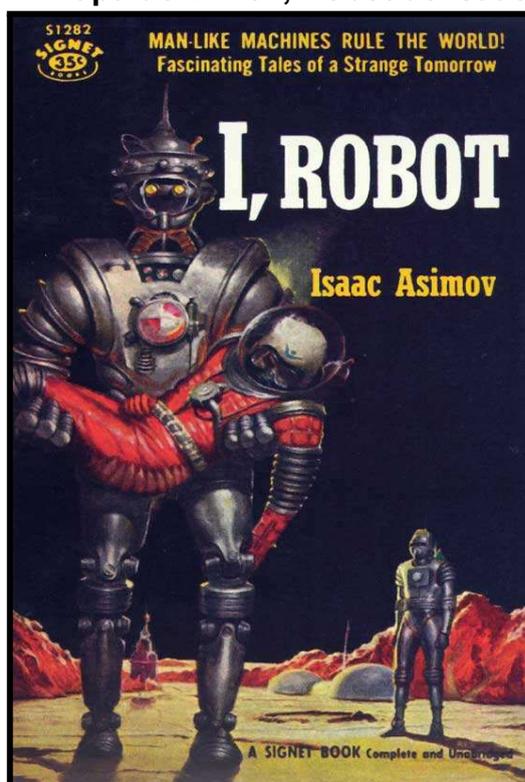
---

<sup>9</sup> Joseph Frederick Engelberger (1925-2015) é considerado pai da robótica por criar, construir e vender o primeiro robô industrial.

<sup>10</sup> Tradução do autor.

<sup>11</sup> Tradução do autor.

Figura 4 – Capa do Livro I, Robot de Isaac Asimov



Fonte: Listas Literárias (2022)<sup>12</sup>.

Assim sendo, podemos entender a Robótica como:

[...] um ramo da tecnologia que engloba mecânica, eletrônica e computação, que atualmente trata de sistemas compostos por máquinas e partes mecânicas automáticas e controladas por circuitos integrados, tornando sistemas mecânicos motorizados, controlados manualmente ou automaticamente por circuitos elétricos (OTTONI, 2010, p.1).

A robótica constitui os processos de automação, possui aplicações nas áreas médica, industrial em diversos outros campos de atuação profissional e também científica. Bons exemplos da utilização desses dispositivos robóticos encontramos em algumas cirurgias, que são guiadas por essa tecnologia. Na área industrial são encontradas aplicações em máquinas que desempenham tarefas que necessitam de esforços repetitivos, precisão, resistência, rapidez e força.

A robótica, também, possui aplicações educacionais, com potencialidade de desenvolver as habilidades e competências necessárias para que o estudante enfrente situações e problemas de aplicações de diversos conceitos de fenômenos físicos e matemáticos.

<sup>12</sup> Disponível em: <<https://www.listasliterarias.com/2013/06/10-capas-de-eu-robo-com-robos-bem.html>> . Acesso em: 03 jul. 2022.

Para Jojoa, Bravo e Cortes (2010), a robótica vem sendo um dos campos multidisciplinares fascinantes para os estudantes por sua relação com a ficção científica e, também, porque geralmente materializa algo que possibilita ser visto, tocado e que pode-se interagir. Isso porque, a Robótica Educacional possibilita a autonomia do estudante, permite que ele saia de sua mesa para atuar em atividades práticas e vire um observador/inventor, estimulando o estudante a pensar, agir e refletir sobre suas ações. Ele passa a aprender através de seus próprios erros e acertos, sendo autônomo na construção do seu conhecimento, investigando, explorando, planejando e dando forma a suas ideias. Como destaca Silva (2009, p.117), “com o uso da robótica, muitos conteúdos podem ser analisados pelos jovens e professores de melhor forma, uma vez que essa tecnologia pode ser usada de diversas maneiras e em diferentes níveis de aprendizagem”.

Nessa perspectiva, a utilização da Robótica Educacional nos espaços e tempos da escola, como ferramenta de ensino, pode propiciar aos estudantes o desenvolvimento de suas habilidades e competências, bem como dar condições para que eles entendam o mundo em que vivem e saibam intervir em seu universo.

Estudos como os de Azevedo, Aglaé e Pitta (2009), mostram que para que possa haver a realização de atividades de Robótica Educacional, é necessário ter à disposição elementos eletroeletrônicos e mecânicos, como: atuadores (motores mecânicos, elétricos, hidráulicos ou pneumáticos), sensores (toque, rotação, som, ultrassom, luz, cor e etc), unidades de processamento, manipuladores (braços e garras), engrenagens, eixos e alguns acessórios para a montagem das estruturas. Esses elementos podem ser conseguidos através de reaproveitamento de materiais de sucata ou lixo eletrônico, ou, ainda, da aquisição de elementos eletrônicos em comércios, os quais são conectados a uma placa de código aberto com microprocessador do tipo Arduino, cujas técnicas chamamos de Robótica Livre. Ou, ainda, por meio da aquisição de *kits robóticos* de fabricantes que comercializam plataformas que já disponibilizam o microprocessador, motores e as demais peças de montagem.

No ano de 1986, a LEGO lançou robôs programados usando a linguagem LOGO e, em 1989, Seymour Papert se uniu à LEGO®. Essa união iria dar mais impulso para a Robótica Educacional.

Segundo Papert (2008),

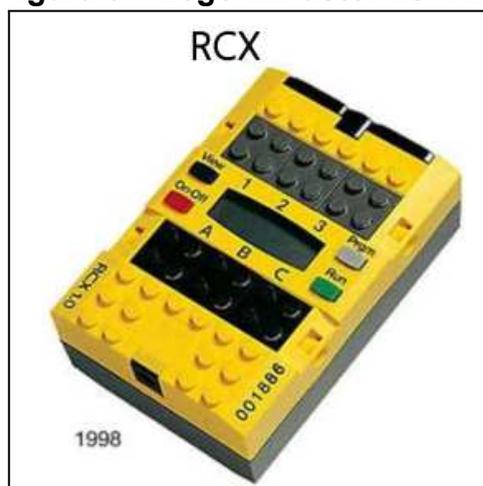
As crianças amam construir coisas, então escolhemos um conjunto de construção e a ele acrescentamos o que quer que seja necessário para torná-lo um modelo cibernético. Elas deveriam ser capazes de construir uma tartaruga com motores e sensores e ter uma forma de escrever programas em LOGO para guiá-las; ou, se desejassem fazer um dragão, um caminhão ou uma cama-despertador deveriam ter essa opção também. Elas seriam limitadas apenas por suas imaginações e habilidades técnicas (PAPERT, 2008, p.184).

Nessa perspectiva, o aprendizado é entendido como uma atitude ativa, onde o aluno constrói o próprio conhecimento por meio da interação com *software* apropriado, no caso, o ambiente LOGO. A esse respeito, os estudos de Gonçalves (2007), relatam que,

O sistema LEGO/Logo resgata a ideia da tartaruga mecânica controlada pelo Logo, porém há uma diferença entre o antigo ambiente de tartarugas mecânicas e o ambiente proporcionado pelo LEGO/Logo. No antigo ambiente a tartaruga era um objeto mecânico já pronto, sendo que a única tarefa possível era controlar o seu movimento. Já no ambiente LEGO/Logo o usuário tem a oportunidade de construir o objeto mecânico que desejar, sendo que tal objeto pode ser uma tartaruga, um outro animal qualquer, um carro, um braço mecânico, um semáforo, etc. Portanto, o usuário do LEGO/Logo participa de duas atividades: o projeto do objeto mecânico, que não se restringe às tartarugas, e o projeto dos programas computacionais que controlam o comportamento do objeto (GONÇALVES, 2007, p.24).

Nas primeiras experiências utilizando os equipamentos Lego/Logo, os motores e sensores tiveram que ser conectados a um computador através de uma caixa de interface. Posteriormente, foram criados computadores suficientemente pequenos para caber dentro dos próprios modelos. Após o lançamento do sistema LEGO/LOGO, outros modelos surgiram, até que em 1998 foi lançada a primeira versão da linha de Robótica Educacional denominada de *Lego Mindstorms RCX* (FIGURA 5). Isso foi possível graças a uma equipe do *Epistemology and Learning Group* do *Media Laboratory (Media Lab)* do MIT, conduzido por Fred Martin, Brian Silverman e Randy Sargent, sob a orientação dos professores Seymour Papert e Mitchel Resnick e financiado pela companhia LEGO® (GONÇALVES, 2007).

**Figura 5 – Lego Mindstorms RCX**



Fonte: Laureano (2016).

Como visto anteriormente, os primeiros relatos da utilização da robótica como recurso educacional foram registrados por volta dos anos 80, após ter acontecido a inserção de atividades escolares com a utilização de computadores, e o desenvolvimento de uma programação apropriada para o desenvolvimento de competências lógicas e de raciocínio espacial. Já os primeiros relatos de trabalhos com a Robótica em ambientes escolares no Brasil, foram registrados no ano de 1976 no Primeiro Grupo de Pesquisa com o LOGO – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP/SP (MORAES, 1993).

## **2.2 Contribuições da Robótica Educacional para o Ensino e a Aprendizagem**

De acordo com Pereira, Araújo e Bittencourt (2019) – a partir dos estudos de Andriola; Cavalcante, 1999; Andriola; Andriola; Moura, 2006; Lima; Andriola, 2013; Andrade; Massabni, 2011 – há diversas habilidades que podem ser exercitadas através de atividades relacionadas à Robótica, que são necessárias à sociedade contemporânea, dentre as quais:

a) Desenvolvimento e Estimulação do raciocínio lógico: ao aprender a linguagem de programação, os estudantes são ensinados a pensar de forma estruturada. Eles coordenam as ações a serem cumpridas pelo computador, através de códigos específicos que são criados por sequências de números e palavras. Dessa maneira, o estudante desenvolve o lado esquerdo do cérebro, responsável pelo raciocínio lógico, analítico e crítico (ANDRIOLA, CAVALCANTE, 1999).

b) Organização mental: o aprendizado da programação promove ao estudante a organizar os pensamentos e as ações a serem tomadas para a solução das situações problemas, como por exemplo, no desenvolvimento de algum game e/ou aplicativo. Isso reflete na capacidade de organização, de um modo geral, como no planejamento de tarefas e atividades, estruturação de pensamentos e até mesmo na maneira de estudar (ANDRIOLA, ANDRIOLA, MOURA, 2006).

c) Instigação da criatividade: através da programação, os estudantes aprendem a estruturar seus pensamentos e não apenas a decorar. Nas aulas de Robótica, os estudantes utilizam a criatividade para analisar, planejar, criar e executar um projeto valorizando todas as suas etapas (LIMA, ANDRIOLA, 2013).

d) Desenvolvimento de habilidades para solucionar situações problemas: um benefício importante que podemos destacar no aprendizado de programação e robótica é a capacidade dos estudantes de solucionar problemas (ANDRADE, MASSABNI, 2011).

Castilho (2002), em seus estudos, destaca que outra vantagem é a visão das crianças sobre o robô: é um brinquedo, algo divertido e cria possibilidades de explorar e investigar os problemas concretos, através do raciocínio lógico. Ao desenvolver e programar um robô, as crianças são constantemente desafiadas a pensar sobre os processos que estão desenvolvendo, de maneira lógica e organizada.

Assim, para que possam ser atingidos os objetivos que a robótica proporciona, é necessário a utilização de equipamentos que favoreçam o contato dos alunos com o planejamento e o desenvolvimento dos robôs. Atualmente, a Robótica Educacional conta com diversos produtos disponíveis, de acordo com a faixa etária e com o contexto pedagógico que se deseja trabalhar. Na próxima seção, iremos apresentar alguns dos principais *Kits* encontrados para venda no mercado brasileiro.

### **2.3 Alguns Kits para pensar a pesquisa**

Aqui serão apresentados alguns Kits de Robótica que apareceram de forma recorrente nas pesquisas analisadas na Revisão Sistemática de Literatura.

### 2.3.1 Lego Mindstorms

O *Lego Mindstorms* é um dos *kits* de robótica mais populares. O *kit* pertence à empresa LEGO®. Ele combina um computador denominado RCX, NXT, EV3 ou *Spike*, dependendo da versão, com motores elétricos, sensores e diversas outras peças como engrenagens, eixos, polias, rodas, pneus, conectores, vigas de encaixe, dentre outros. A versão mais recente foi lançada em 2020 como *Lego Spike™* (FIGURA 6). Já a versão mais antiga, do *kit* *Lego*, vinha com o computador RCX, conforme Figura 7.

**Figura 6 – Kit Lego® Spike™**



Fonte: Site da empresa Lego® (2022).

**Figura 7 – Kit Lego Mindstorms RCX**



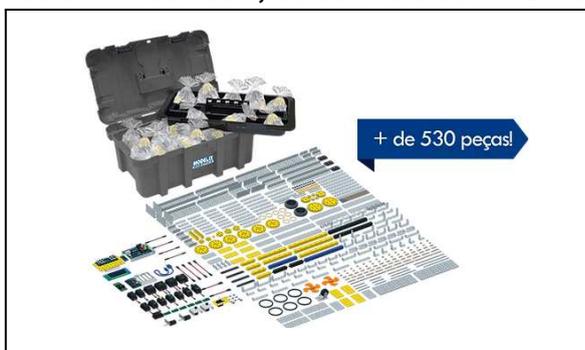
Fonte: Site Creative Robotics<sup>13</sup> (2022).

<sup>13</sup> Disponível em: <[http://www.creativerobotics.com.my/products\\_rcx.htm](http://www.creativerobotics.com.my/products_rcx.htm)>. Acesso em: 01 jun. 2022.

### 2.3.2 Modelix Robotics

A Modelix Robotics<sup>14</sup> é uma empresa brasileira que fabrica, desenvolve e comercializa *kits* para ensino de Robótica Educacional, há mais 15 anos. A empresa atende escolas de ensino regular e cursos profissionalizantes tanto do setor público como privado. Seus *kits* são desenvolvidos de acordo com os diferentes níveis escolares, de maneira a atender todas as faixas etárias. No *kit* destinado ao Ensino Fundamental 2 (FIGURA 8), os alunos são desafiados a desenvolverem projetos mecânicos, com a utilização de peças metálicas e componentes eletrônicos de programação.

**Figura 8 – Kit Modelix Robotics, destinado ao Ensino Fundamental 2**



Fonte: Site da Empresa Modelix Robotics (2022).

### 2.3.3 Kit Brink Mobil

A linha de *kits* de robótica educacional da Brink Mobil (FIGURA 9) é composta por *produtos da fischertechnik*<sup>15</sup>. Com esse *kit* de Robótica Educacional, pode-se construir estruturas, protótipos e robôs, explorando de forma lúdica e interessante os processos de motorização e mecanização, bem como o uso da eletrônica, da programação e do design nos modelos construídos. O *kit* ainda possui uma unidade de controle, que possibilita que o estudante explore as teorias relacionadas à automação industrial e à robótica. Esse sistema facilita e dá mais estabilidade às montagens.

<sup>14</sup> Disponível em: <<https://www.modelix.com.br/>>. Acesso em: 07 jul. 2022.

<sup>15</sup> Empresa alemã que está no mercado há mais de 40 e é especialista na fabricação de kits de montar com o objetivo de fomentar a educação e o interesse em ciência e tecnologia entre crianças e jovens. Disponível em: <<https://www.brinkmobil.com.br/>>. Acesso em: 07 jul. 2022.



### 3 CONDIÇÕES PARA PENSAR A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE FUNÇÕES

Atualmente, muito se tem discutido sobre a prática docente utilizando os recursos tecnológicos e os benefícios dessas práticas para o ensino, inclusive na disciplina de Matemática. Há uma variedade de conteúdos que podem ser explorados a partir e com o auxílio das tecnologias. Assim sendo, a robótica se mostra como um recurso que pode propiciar um ambiente no qual os estudantes encontram diferentes maneiras de explorar os conteúdos que estão estudando.

Como visto no capítulo 2, *A Robótica Educacional como ferramenta pedagógica para o Ensino do Conceito de Funções*, Seymour Papert foi o primeiro a utilizar a robótica no ambiente educacional. Papert (1994) defende o uso do computador como um recurso que poderia atrair a atenção das crianças para as aulas, facilitando a aprendizagem. Esse pensamento vem ao encontro das ideias de Rocha (2006 *apud* ALMEIDA, SILVA, AMARAL, 2013), que afirma que a utilização da Robótica Educacional nos processos de ensino e de aprendizagem ultrapassa as habilidades de juntar e organizar peças. Logo, o papel do professor e do aluno nesse processo sofrem alterações, sejam elas nas metodologias aplicadas, na relação professor e estudantes ou, ainda, nos processos de ensino e de aprendizagem.

Por meio da Robótica Educacional, os estudantes são estimulados a explorar novas ideias e a encontrar diferentes caminhos na aplicação de conteúdos e de conhecimentos adquiridos em sala de aula (ALMEIDA, SILVA, AMARAL, 2013). Dessa maneira, professor e estudante buscam maneiras de pensar nas situações apresentadas, promovendo o estudo multidisciplinar e desenvolvendo a criatividade e a inteligência.

Assim sendo,

A robótica na escola possibilita a autonomia do aluno, permite que ele saia da carteira para atuar em atividades práticas e virar um observador/inventor. Ele passa a aprender através de seus próprios erros e acertos, sendo autônomo na construção do seu conhecimento, investigando, explorando, planejando e dando forma a suas ideias (ALMEIDA, SILVA, AMARAL, 2013, p.181).

Logo, os estudantes participam de maneira efetiva nos processos de ensino e de aprendizagem, tornando-se agentes importantes na construção de seus conhecimentos, à medida em que são expostos às situações que permitam testar, investigar e explorar as situações.

Chella (2002, p.13) declara que a Robótica Educacional pode proporcionar que o estudante “tenha a oportunidade de manusear concretamente ideias e conceitos, dentro de um contexto que estimule a multi e interdisciplinaridade, dando-lhe o controle sobre a elaboração do seu próprio conhecimento”.

Sendo assim, podemos considerar que a Robótica Educacional pode ser pensada de maneira a contribuir com o ensino, a aprendizagem e a pesquisa, buscando construir ambientes diversos de aprendizagem. Nesse sentido, a Robótica ultrapassa o simples uso de um conjunto de peças de montagem de robôs, e pode alcançar uma conjuntura de produção intelectual onde poderá possibilitar o desenvolvimento cognitivo do estudante.

Piaget (1973) relata a relação entre o ensino da Matemática e a psicologia do conhecimento:

Muito se pode esperar, portanto da colaboração entre psicólogos e matemáticos para a elaboração de um ensino 'moderno' e não tradicional da Matemática do mesmo nome, e que consistiria em falar à criança na sua linguagem antes de lhe impor uma outra já pronta e por demais abstrata, e sobretudo levar a criança a reinventar aquilo que é capaz, ao invés de se limitar a ouvir e repetir (PIAGET, 1973, p.19-20).

Tradicionalmente, o ensino da Matemática tem se dado por meio da utilização de métodos e procedimentos, ou seja, o aluno aprende a terminologia e as fórmulas e treina fazer substituições para resolver problemas do cotidiano. Nesse contexto, a Matemática se torna algo engessado e desconectado da realidade. O aluno somente se utiliza da memória e acaba não desenvolvendo habilidades, como: pensar, criar, explorar e solucionar situações-problema.

Na esteira desse entendimento, é importante que sejam criadas condições de estímulo para que possa haver discussão e incentivo dos conhecimentos adquiridos durante o processo de ensino, para que possa se ter uma sala de aula onde estudantes e professores participem, apresentando sugestões para problemas e, até mesmo, propondo novas situações. Para Piaget (1973, p.15), é preciso que “toda verdade a ser adquirida seja reinventada pelo aluno, ou pelo menos reconstruída, e

não simplesmente transmitida”. Nesse sentido, a escola pode ser um espaço de crescimento para o estudante, sendo um ambiente que propicia e desperta capacidade de superação do aluno.

Para Borba e Penteado (2010), a utilização de tecnologias digitais como computadores e *software* educacionais abre novas perspectivas para o docente. Para os autores, estas tecnologias, quando utilizadas como instrumentos pedagógicos podem desencadear novas possibilidades para o desenvolvimento da prática da docência, além de poder estimular um ambiente escolar de construção do conhecimento.

Para autores como Pozo (1998), Echeverria (1998), Angón (1998) e Onuchic (1999), entre outros, ensinar a Matemática através da Resolução de Problemas desenvolve o raciocínio e estimula o gosto pela matéria, fazendo com que os alunos aprendam de forma prazerosa.

Ao utilizar a metodologia da resolução de problemas para se ensinar Matemática, os estudantes se preparam para enfrentar situações novas, seja na vida escolar, seja no dia a dia e a desenvolver a autonomia.

Os problemas são importantes pelo fato de auxiliarem na aprendizagem da Matemática. Onuchic (1999) ainda relata que

O processo de ensino e a aprendizagem de algum conteúdo matemático inicia-se com uma apresentação de situação-problema que expressa alguns aspectos-chave desse conteúdo e são desenvolvidas técnicas matemáticas para encontrar algumas respostas. Um dos principais objetivos de se aprender matemática é o de poder ser visto como um movimento do concreto (um problema do mundo real que serve como exemplo do conceito ou da técnica operatória) para o abstrato (uma representação simbólica de uma classe de problemas e técnicas para operar com esses símbolos) (ONUCHIC, 1999, p.207).

Portanto, partindo dessa perspectiva, pode-se entender que a partir do problema, chega-se ao conceito e não mais resolvemos problemas visando a aplicação de um conceito ou algoritmo que se tenha apreendido, nesta pesquisa o conceito de funções.

A definição de função no decorrer da história da Matemática apresentou um longo processo de formulação de ideias, perpassando diferentes culturas, ao longo da história. De acordo com Caraça (1951), a história da humanidade apresenta marcas importantes no desenvolvimento em todos os campos do saber e, na Matemática, o conceito de funções buscou respaldo no pensamento científico e

filosófico, sendo apresentada, inicialmente, como um instrumento para estudo de fenômenos naturais.

Autores como Domingues e Iezzi (2003), e Souza (2010), relatam que, somente no século XIX, essa ideia ganhou forma na Matemática. Entretanto, por volta de 2000 a.C., os babilônios utilizavam para seus cálculos tabelas sexagesimais de quadrados, de cubos e de raízes quadradas e cúbicas. Tábuas eram usadas pelos babilônios na Astronomia, para o entendimento dos astros solar, lunar e dos planetas. Essas tabulações se tornaram elementos matemáticos fundamentais para o desenvolvimento da Astronomia, sendo possível encontrar nelas a ideia principal do conceito de função: a relação entre as variáveis.

No período medieval, mesmo diante de grandes avanços da Matemática, não houve uma evolução perceptível do conceito de funções, isso devido ao tardio desenvolvimento da Álgebra Literal, importante ramo da Matemática para o aprimoramento e exploração desse conhecimento (CARAÇA, 1951).

O estudo das funções ganhou mais destaque na época do Renascimento (XIV-XVII), com as contribuições de Galileu-Galilei (1564-1642). Campitelli e Campitelli (2006) explicam que

Foi com Galileu (1564-1642) e Kepler (1571-1630) que a noção de função surgiu como instrumento matemático indispensável para o estudo quantitativo dos fenômenos naturais. Reagindo às tradições da escolástica medieval, Galileu sublinhava ser a matemática a linguagem apropriada para estudar a natureza. Era preciso medir grandezas, identificar regularidades e obter relações que tivessem tanto quanto possível uma descrição matemática simples. O estudo do movimento da queda dos corpos, do movimento dos planetas e, em geral, dos movimentos curvilíneos conduziu a necessidade de considerar as funções de proporcionalidade direta e inversa, bem como as funções polinomiais (incluindo as cônicas) e as trigonométricas. A matemática e a física estavam, naquela época, estreitamente ligadas (CAMPITELLI, CAMPITELLI, 2006, p.19).

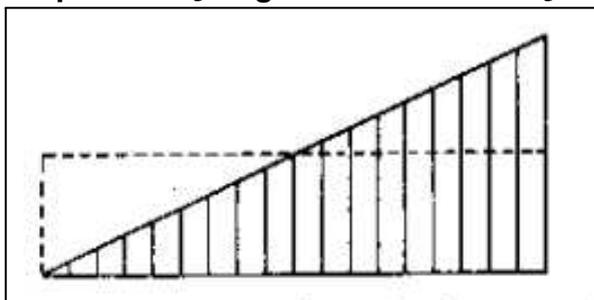
Para Ávila (2003), o desenvolvimento histórico do conceito de função, seguiu rumo semelhante ao percorrido por outros conhecimentos matemáticos, onde destaca que:

O uso de símbolos, não apenas as letras, mas também sinais “mais”, de “menos” que só apareceu na matemática após um longo período de maturação levou muitos séculos. Essa falta de símbolos foi um dos motivos por que a matemática numérica (Aritmética e Álgebra) levou tempo para se desenvolver. Embora tenha havido alguma tentativa na introdução de símbolos com o matemático Diofanto de Alexandria, por volta do século III d.C., foi a partir do século XVI que esse processo se intensificou, graças aos

trabalhos de vários matemáticos, dentre os quais se destaca o francês François Viète (1540-1603). Depois, no século seguinte, surgiu a Geometria Analítica, que abriu caminho para a reformulação do conceito de função (ÁVILA, 2003, p.56).

Assim sendo, devido ao atraso do desenvolvimento do simbolismo algébrico, o conceito de função demorou a se desenvolver. Foi com o matemático francês Nicole Oresme (1323-1382) que apareceu a representação gráfica de funções, ligada à Teoria das Latitudes e Longitudes, conforme representado na Figura 11. Oresme tentou representar graficamente uma quantidade em função da outra, em seu estudo sobre distância percorrida por um objeto em movimento com velocidade constante.

**Figura 11 – Representação gráfica de uma função de Oresme**



Fonte: Boyer (1996, p.181).

Segundo Domingues e Iezzi (2003), foi o matemático René Descartes (1596-1650) que introduziu o sistema de coordenadas para representar as variáveis envolvidas em uma função. Descartes utilizou, pela primeira vez, a relação de dependência entre quantidades variáveis de duas grandezas representadas por 'x' e 'y', além de desenvolver a ideia de variabilidade, uma simbologia algébrica que representa lugares geométricos por meio de equações algébricas e que realiza correspondências entre as variáveis, o que permite, como resultado, esboçar um gráfico correspondente à relação.

Somente no século XVIII foi possível ter uma noção mais geral do conceito de função. Ponte (1990) relata que os estudos de Joseph Fourier (1768-1830) envolveram problemas de condução de calor nos objetos materiais, o que permitiu a ampliação do conceito de função.

Gustav Lejeune Dirichlet (1804-1859), em 1837, conseguiu separar o conceito de função de sua representação analítica. Conforme Boyer (1996, p.405), Dirichlet utilizou uma ampla definição para função: "se uma variável  $y$  está relacionada com

uma variável  $x$  de tal modo que, sempre que é dado um valor numérico a  $x$ , existe uma regra segundo a qual um valor único de  $y$  fica determinado, então diz-se que  $y$  é função da variável independente  $x$ ".

Dessa maneira, segundo essa definição, podemos entender que uma função é uma correspondência entre duas variáveis de maneira que a qualquer valor da variável independente se associa apenas um valor da variável dependente. Assim sendo, "o conceito ganhou assim em generalidade porque se libertou da eventual forma de estabelecer a correspondência das variáveis" (CARAÇA, 1951, p.196).

De acordo com Munem e Foulis (1982), pode-se definir uma função polinomial como

[...] uma função definida por uma equação da forma  $f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_{n-1}x^{n-1} + a_nx^n$ , onde  $n$  é um inteiro não-negativo e os coeficientes  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ , são números reais constantes. Se  $a_n \neq 0$ , diz-se que esta função é polinomial de grau  $n$ . Uma função polinomial da forma  $f(x) = a_0 + a_1x$ , onde  $a_1 = 0$  é denominada função afim (MUNEM, FOULIS, 1982, p.29-30).

De maneira geral, uma função afim é toda função polinomial do primeiro grau, que corresponde a  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}^{17}$ , quando existem dois números reais  $\mathbf{a}$  e  $\mathbf{b}$  tais que satisfaçam a seguinte condição,  $\forall x \in \mathbb{R}$  e  $\mathbf{b} = 0^{18}$ .

Simmons (1987) relata que:

[...] originalmente, as únicas funções consideradas pelos matemáticos eram aquelas definidas por fórmulas. Isto levou à ideia intuitiva de que uma função 'faz alguma coisa' em cada número  $x$  de seu domínio para 'produzir' o número correspondente  $y = f(x)$  (SIMMONS, 1987, p.37).

Ponte (2003) acrescenta que três elementos são considerados essenciais para a formação do primitivo conceito de função:

(a) a notação algébrica, portadora de importantes fatores como a simplicidade e o rigor, permitindo a manipulação de expressões analíticas condensando uma grande quantidade de informação; (b) a representação geométrica, proporcionando uma base intuitiva fundamental (de que é exemplo a associação das noções de tangente a uma curva e de derivada de uma função); (c) a ligação com problemas concretos do mundo físico, associada à ideia de regularidade, que forneceu a motivação e o impulso fundamental do estudo (PONTE, 2003, p.5).

<sup>17</sup> Domínio e Imagem da função são pertencentes ao Conjunto dos Números Reais ( $\mathbb{R}$ ).

<sup>18</sup> Lê-se: Para todo número  $X$  pertencente ao Conjunto dos Números Reais ( $\mathbb{R}$ ) e com  $\mathbf{b}$  igual a zero.

Percebe-se que, historicamente, o conceito de função nasceu da necessidade do homem. Souza e Mariani (2005) descrevem que embora os conceitos de função se formalizaram historicamente, a maioria dos conceitos descrevem apenas uma relação de dependência entre as variáveis dependente e independente.

Em se tratando do ensino de funções, em especial sobre o conceito de função, esse é um dos mais genéricos de toda a Matemática e está presente em diversos campos, incluindo a Álgebra, a Análise Combinatória, a Aritmética, a Geometria e a Probabilidade.

As Orientações Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 2006) trazem que o estudo de funções deve ser iniciado com uma exploração qualitativa das relações entre duas grandezas em diferentes situações ou tomando como meios que utilizem ferramentas tecnológicas que permitem proporcionar uma melhor aprendizagem. Assim, os alunos entendem o conceito de função e não apenas decoram definições ou as regras que, por vezes, não promovem o conhecimento.

Paiva (2013) inicia o capítulo de funções, em seu livro *Matemática – Paiva* apresentando o seguinte conceito:

Toda característica que pode ser expressa por medida, é chamada de grandeza. São exemplos de grandeza: comprimento, área, volume, velocidade, pressão, temperatura, profundidade, tempo, massa e vazão. A variação da medida de uma grandeza associada a um objeto depende da variação das medidas de outra grandeza, por exemplo: o crescimento de uma planta depende do tempo; a taxa de evaporação das águas de um rio depende da temperatura. Para estudar essas dependências podemos recorrer a equações matemáticas que relacionam as grandezas envolvidas (PAIVA, 2013, p.83).

Segundo Paiva (2013), é importante que os estudantes sejam apresentados a diferentes representações de uma função. Assim como, compreender que além da representação de função como a relação de dependência entre grandezas, é possível representar uma função através de relações entre elementos de dois conjuntos. Para essa pesquisa, utilizaremos a definição de Paiva (2013), que diz:

Sejam dois conjuntos: A (conjunto de partida) e B (conjunto de chegada). Define-se a *função* como sendo a correspondência que se estabelece entre os elementos A e os de B, em que cada elemento de A corresponde um e somente um elemento de B. Aos elementos de A (objetos) chama-se o *domínio* da função e os elementos de B a que correspondem os elementos de A (imagens), chama-se *contradomínio* da função (PAIVA, 2013, p.84).

Considerando essa definição, também compreendemos que é necessário que o conteúdo tenha um significado para o aluno e que o mesmo consiga fazer relações com o mundo real. Por isso, entendemos a sua importância e o porque esse conteúdo deve ocupar um lugar de destaque no currículo da disciplina de Matemática.

As representações de uma função não são tão simples de fazer, principalmente a ligação de uma com a outra. A aprendizagem do conceito de função deve visar a composição e a diferenciação entre as formas de representação, em especial, a gráfica, a tabular, por diagrama, a algébrica e a verbal.

Conforme Paiva (2013), as representações somente são desenvolvidas de maneira significativa, se puderem ser transformadas noutras, garantindo, assim, a importância da ligação entre as representações para a aprendizagem dos conceitos matemáticos envolvidos.

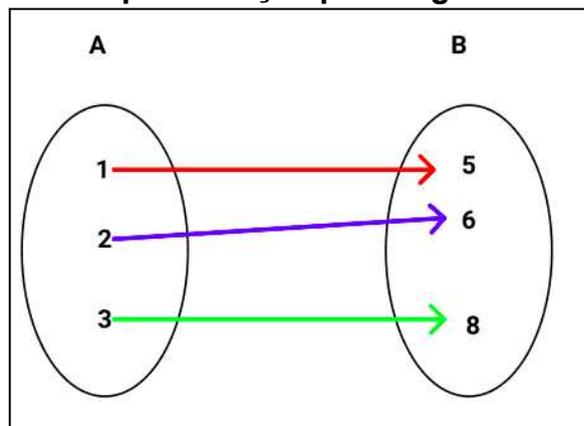
Aqui discutiremos sobre alguns tipos de representações das funções, a partir dos conceitos discutidos por Souza (2010) em sua coleção de livro didático *Novo olhar: Matemática*.

- *Representação de uma Função através de um Diagrama de Flechas (representação por conjuntos)*

Em uma função em que se utilizam diagramas de flechas para relacionar dois conjuntos **A** e **B**, de modo de **A** seja domínio e **B** seja o contradomínio e  $f$  seja a relação entre os conjuntos **A** e **B**, podemos ter a seguinte situação:

Seja **A** = 1, 2, 3 e **B** = 5, 6, 8, a correspondência  $f: \mathbf{A} \rightarrow \mathbf{B}$ , será representada no diagrama de flechas na Figura 12:

**Figura 12 – Representação por Diagrama de Flechas**



Fonte: Próprio autor (2022).

Nessa representação, podemos observar a **Im** (conjunto imagem) = 5, 6, 8, pois são os elementos do contradomínio que receberam a correspondência de  $f$ .

- *Representação de uma Função através de uma Tabela (representação aritmética)*

Também podemos representar funções através de tabelas, relacionando as variáveis dependentes e independentes, entre as quais existe uma correspondência entre grandezas, descritas em cada uma das colunas, como podemos observar na Figura 13.

**Figura 13 – Representação por tabela**

$y = x + 1$		
$x$	$y$	$(x, y)$
$0 = x + 1 \rightarrow x = -1$	$0$	$(-1, 0)$
$0$	$y = 0 + 1 \rightarrow y = 1$	$(0, 1)$
$1$	$y = 1 + 1 \rightarrow y = 2$	$(1, 2)$
$2$	$y = 2 + 1 \rightarrow y = 3$	$(2, 3)$
$3$	$y = 3 + 1 \rightarrow y = 4$	$(3, 4)$

Fonte: Próprio autor (2022).

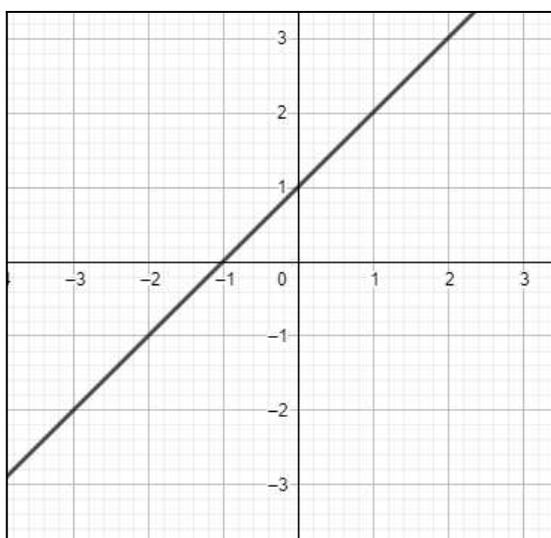
Essa representação de função, muitas vezes, auxilia na identificação da lei de formação que relaciona os elementos do domínio com o contradomínio.

- *Representação de uma Função através de seu gráfico (representação geométrica)*

Para esse tipo de representação, cada ponto pertencente à função será representado através de um par ordenado  $(x, y) = (x, f(x))$ . Dessa maneira, o gráfico de uma  $f$  será o lugar geométrico de todos os pontos  $x, f(x)$ .

Considerando a função definida pela lei de formação:  $f(x) = x + 1$ , a representação gráfica dessa função está representada na Figura 14.

**Figura 14 – Representação gráfica da  $f(x) = x + 1$**



Fonte: Próprio autor (2022).

É importante observar que nessa representação é possível identificar que o domínio está no eixo  $x$ , e o contradomínio no eixo  $y$ .

Para Byers (1982), para que o professor possa alcançar o objetivo de ensinar função pelo seu significado e compreensão, ele precisa ter em mente o processo de evolução histórica desse conceito.

O processo de inserção do tema funções na escola secundária brasileira surgiu das discussões em nível internacional relacionadas à renovação no ensino<sup>19</sup> da Matemática. Braga (2006) relata que esse movimento reuniu diversos profissionais como professores, psicólogos e grandes matemáticos da época. O

<sup>19</sup> Os movimentos reformistas do ensino, que se iniciaram no final do século XIX, visavam a “renovação”, ou seja, uma mudança nas propostas tradicionais de ensino. Para Ogliari (2014, p.16-17), “Os movimentos para o ensino de matemática não foram diferentes quando se trata do conteúdo de funções”. Essas propostas de reforma que propunham uma Matemática nova se desenvolveram em vários países e de diferentes formas.

tema função ganhou importância nos programas oficiais da Matemática no Ensino Secundário como sendo fator unificador entre a Aritmética, a Álgebra e a Geometria, por meio do Decreto nº 19.890 de 1931. A esse respeito, Miorim (1995) destaca que,

Com relação ao estabelecimento de inter-relações entre os três ramos, foram apresentadas sugestões para que fossem representadas geometricamente grandezas numéricas, para que fosse estabelecida uma correção entre os conceitos e expressões algébricas com as noções de perímetro, área, volume e segmentos orientados. Essas inter-relações estabelecidas tinham em vista o fornecimento de elementos básicos para a compreensão do fator unificador da proposta, ou seja, o conceito de função: A noção de função constituirá a ideia coordenadora do ensino. Introduzida, a princípio intuitivamente, será depois desenvolvida sob feição mais rigorosa, até ser estudada, na última série, sob ponto de vista geral e abstrato. Antes mesmo de formular qualquer definição e de usar a notação especial, o professor não deixará, nas múltiplas ocasiões que se apresentarem, tanto em Álgebra como em Geometria, de chamar a atenção para a dependência de uma grandeza em relação a outra ou como é determinada uma quantidade por uma ou por várias outras. A representação gráfica e a discussão numérica devem acompanhar, constantemente, o estudo das funções e permitir, assim, uma estreita conexão entre os diversos ramos das matemáticas elementares. [...] Como recursos indispensáveis à resolução rápida dos problemas da vida prática, é necessário que o estudante perceba serem tabelas, gráficos e formas algébricas representações da mesma espécie de conexão entre quantidades e que ele verifique a possibilidade de se tomar qualquer desses meios como ponto de partida, conforme as circunstâncias (MIORIM, 1995, p.190-191).

Diante disso, é possível observar a valorização do estudo de função ocorrida por meio de reformas nas décadas de 1930 e 1940 e percebidas até os dias de hoje.

Na atualidade, com a emergência da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), percebe-se uma atenção ao ensino de funções, a partir de uma perspectiva que busca:

- Reconhecer que a Matemática é uma ciência humana, fruto das necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos, e é uma ciência viva, que contribui para solucionar problemas científicos e tecnológicos e para alicerçar descobertas e construções, inclusive com impactos no mundo do trabalho.
- Desenvolver o raciocínio lógico, o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo.
- Compreender as relações entre conceitos e procedimentos dos diferentes campos da Matemática (Aritmética, Álgebra, Geometria, Estatística e Probabilidade) e de outras áreas do conhecimento, sentindo segurança quanto à própria capacidade de construir e aplicar conhecimentos matemáticos, desenvolvendo a autoestima e a perseverança na busca de soluções.
- Utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados (BRASIL, 2018, p.267).

Percebe-se que, para o tópico funções, é incentivada a abordagem do tema como uma relação de dependência entre duas grandezas:

(EF09MA06) Compreender as funções como relações de dependência unívoca entre duas variáveis e suas representações numérica, algébrica e gráfica e utilizar esse conceito para analisar situações que envolvam relações funcionais entre duas variáveis (BRASIL, 2018, p.317).

Essa abordagem do tema, já era sugerida pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN):

[...] o estudo das funções permite ao aluno adquirir a linguagem algébrica como a linguagem das ciências, necessária para expressar a relação entre grandezas e modelar situações-problema, construindo modelos descritivos de fenômenos e permitindo várias conexões dentro e fora da própria matemática (BRASIL, 1999, p.121).

O estudo das funções propicia ao estudante a possibilidade de adquirir os conhecimentos necessários para realizar a relação entre grandezas, além de modelar situações-problema do seu dia a dia. Por tanto, é importante investigar a concepção que se tem sobre a noção de função entendida e explicada pelos matemáticos.

Por outro lado, os autores Iezzi *et al.* (2001) consideram que,

Em Matemática, se  $x$  e  $y$  são duas variáveis tais que para cada valor atribuído a  $x$  existe, em correspondência, um único valor para  $y$ , dizemos que  $y$  é uma função de  $x$ . O conjunto  $D$  de valores pode ser atribuído a  $x$  é chamado domínio da função. A variável  $x$  é chamada *variável independente*. O valor de  $y$  corresponde a determinado valor atribuído a  $x$ , é chamado imagem de  $x$  pela função e é representado por  $f(x)$ . A variável  $y$  é chamada *variável dependente*, porque  $y$  assume valores que dependem dos correspondentes valores de  $x$ . O conjunto  $Im$  formado pelos valores que  $y$  assume, em correspondência aos valores de  $x$ , é chamado *conjunto imagem da função* (IEZZI *et al.*, 2001, p.30).

O breve histórico do conceito de função, conectado ao desenvolvimento da álgebra, permite perceber que a relação entre as grandezas, com o passar das civilizações antigas, foi se refinando. O conceito de função evoluiu, à medida que o homem foi se apropriando dele.

O conhecimento sobre o contexto histórico do conceito de função se faz relevante, pois permite compreender as diferentes interpretações que o conceito

teve durante o passar do tempo e sobre o olhar de diferentes Matemáticos. Esses entendimentos foram importantes para elaborar os planos de atividades (seção 4.6), os quais utilizam a Robótica Educacional de maneira a potencializar o ensino do conceito de função.

No próximo capítulo, será realizada a Revisão Sistemática de Literatura que corrobora com as ideias fundamentadas durante toda a discussão no Referencial teórico.

#### 4 O CONSTRUCIONISMO DE PAPERT

A presente pesquisa está alicerçada sob o Construcionismo, teoria de aprendizagem<sup>20</sup> proposta pelo matemático sul-africano Seymour Papert (1928-2016), conhecido como um dos principais pensadores sobre as maneiras que a tecnologia pode transformar a aprendizagem.

O Construcionismo é uma reconstrução teórica sobre o construtivismo piagetiano. Para Piaget (1977), o processo de formalização do pensamento tem como base a maturação biológica, seguida de processo de interação com o meio, produzindo níveis de desenvolvimento. Já Papert (1986) acredita que essas etapas são determinadas também pelos materiais disponíveis no ambiente de exploração da criança, e que esse processo se fortalece à medida que o conhecimento se torna fonte de poder para ela.

O objetivo do Construcionismo é alcançar meios de aprendizagem que valorizem a construção mental do sujeito, proporcionando um pensamento criativo apoiado em suas próprias construções no mundo (PAPERT, 1986).

O Construcionismo baseia-se na ideia de que o desenvolvimento cognitivo do indivíduo se dá através da construção e da reconstrução das estruturas mentais, e enfatiza que o conhecimento é um processo ativo do estudante e que não deve ser apenas transmitido de um indivíduo para outro. “Uma das ideias fortes do Construcionismo é a negação de que para uma melhor aprendizagem deve haver um aperfeiçoamento da instrução” (VECCHIA, 2012, p.63), isso porque a aprendizagem do estudante não é realizada seguindo instruções, mas na construção e na reorganização mental. Nessa perspectiva de aprendizagem, os protagonistas são os próprios alunos, a partir do uso do computador como um meio para a construção do saber (MALTEMPI, 2005).

O Construcionismo sugere que ao interagir com as tecnologias o estudante é incentivado a investigar, pesquisar e refletir sobre o objeto da sua investigação ou criação. Assim, Papert (1994) relata que essa interação do aprendiz com o computador é um meio eficaz para a aprendizagem, pois conforme o estudante é estimulado a buscar novas informações, ocorre uma reorganização cognitiva, possibilitando, a construção do conhecimento.

---

<sup>20</sup> Conforme Maltempi (2000), o Construcionismo é tanto uma teoria de aprendizagem quanto uma estratégia para a educação, baseado no construtivismo.

Para Piaget (1976), o processo de formalização do pensamento é baseado na maturação biológica e, posteriormente, pelo processo de interação com o meio, dando origem a estágios de desenvolvimento. Já para Papert (1986), essas etapas são determinadas, também, pelos materiais disponíveis no ambiente para a exploração da criança.

Nesse sentido, Papert (2008) enxergou o aprendiz não apenas como aquele que responde a alguns estímulos externos, mas também como um indivíduo que é ativo, capaz de analisar e interpretar fatos e ideias, e de construir o seu próprio conhecimento. Para tanto, é importante que haja a conexão entre os conhecimentos existentes para que possa haver o progresso e a criação de novos conhecimentos. Assim, ocorre a aprendizagem espontânea e informal, tanto na criança, quanto no adulto.

Papert (1986) percebeu na Informática a possibilidade de realizar seu interesse de criar condições apropriadas para mudanças significativas no desenvolvimento intelectual dos sujeitos. Desse modo, o autor (1994) relata que a maneira como o computador é usado nos processos de ensino e de aprendizagem, define se a abordagem é Instrucionista ou Construcionista. A abordagem Instrucionista consiste em utilizar o computador apenas para transmitir os conhecimentos na forma de instrução aos estudantes, que se tornam seres passivos no processo de aprendizagem. Para Elias (2018), no Instrucionista, o estudante recebe as informações em forma de tutorial, não possibilitando uma aprendizagem reflexiva e com participação ativa do estudante.

Um dos princípios da teoria Construcionista de Papert (1985) é a criação de ambientes ativos de aprendizagem que possibilitem ao estudante testar suas ideias e teorias ou hipóteses. A esses ambientes enriquecedores da aprendizagem Papert denominou como “micromundos”. Os micromundos são considerados caminhos que ajudam a melhorar o desempenho de determinado ensino, despertando interesse e curiosidade dos aprendizes para que haja uma efetiva aprendizagem. Segundo o autor, os micromundos permitem que os aprendizes aprendam de forma ativa, testando suas suposições, moldando a realidade, modificando e construindo novas alternativas.

Nessa perspectiva, o professor assume o papel de facilitador, auxilia no momento em que é solicitado e contribui com sugestões para auxiliar no processo. Ou seja, o professor deixa de ser o protagonista e o aluno assume o centro do

processo de aprendizagem, proporcionando um ambiente de aprendizagem capaz de fornecer as conexões individuais e coletivas, incentivando o estudante a descobrir, construir “algo novo”, aprender a aprender, utilizando o computador.

Em seu livro intitulado “*LOGO: Computadores e Educação*”, Papert (1980) relata que em diversas situações de ensino e de aprendizagem o computador é utilizado para transmitir informações e propor atividades ao estudante, como se o computador programasse a criança.

A esse respeito, Almeida (1999, p.29), afirma que, no Construcionismo, “o computador funciona como um elemento de interação, que propicia o desenvolvimento da autonomia do aluno, não direcionando a sua ação, mas auxiliando-o na construção de conceitos de distintas áreas do saber”.

Logo, o computador é um instrumento que possibilita uma interação aluno-objeto, aluno-aluno e aluno-professor, baseada nos desafios e nas trocas de experiências, além do aprendiz se tornar protagonista do seu aprender, adquirindo autonomia no processo de aprendizagem.

Para isso, Papert desenvolveu uma linguagem de programação, chamada LOGO. Como já mencionado anteriormente, essa linguagem era de fácil compreensão e manipulação, podendo ser utilizada por crianças ou por pessoas leigas em computação e sem domínio da matemática.

Em estudos realizados no ambiente de aprendizagem LOGO, foi possível elaborar as cinco dimensões que formam a base do Construcionismo que auxiliam na criação de ambientes de aprendizagem, além de estimular o estudante na realização dos processos de descrição - execução - reflexão - depuração durante a interação com o computador (PAPERT, 1986):

**1) Dimensão pragmática:** o conteúdo deve ter finalidade prática. Nela, o estudante tem a sensação de estar desenvolvendo algo que pode vir a ser útil.

**2) Dimensão sintônica:** transmite ao estudante uma relação de sintonia com o conteúdo abordado. Deve relacionar a realidade do estudante com os conteúdos trabalhados, aumentando as chances de o conteúdo abordado ser melhor assimilado. O estudante é o sujeito ativo e o professor é o mediador do processo;

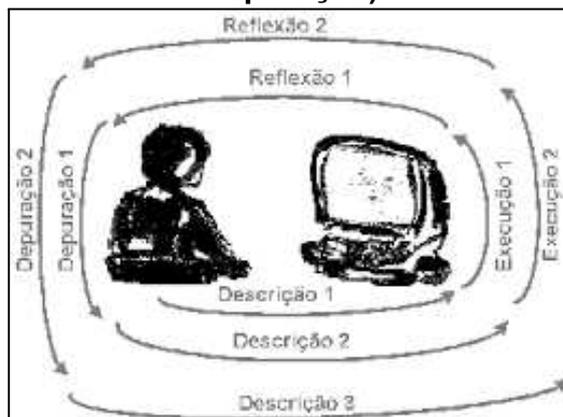
**3) Dimensão sintática:** diz respeito à facilidade em que o estudante possui para acessar os elementos que formam o ambiente educativo, sem que necessite de conhecimentos prévios;

4) **Dimensão semântica:** permite ao estudante interagir com elementos que tenham significado a ele;

5) **Dimensão social:** traz a atividade ao cotidiano do estudante, de modo que o conteúdo interaja com a cultura do ambiente em que está sendo realizada a atividade.

Para Valente (1999), quando um estudante desenvolve um programa, transforma essa informação em conhecimento. Dessa maneira, os *softwares* de programação são potentes ferramentas para a resolução de problemas, pois proporcionam a interação entre o usuário e o computador. Durante esse processo, percebe-se o estabelecimento do ciclo composto pelas fases descrição - execução - reflexão - depuração. Esse ciclo pode ser observado pela Figura 15, a seguir:

**Figura 15 – Ciclo de aprendizagem (Descrição - Execução - Reflexão - Depuração)**



Fonte: Maltempi (2009, p.271).

Para Maltempi (2009), essas etapas em ciclo têm as seguintes características:

- **Descrição:** O estudante elabora a sequência de comandos utilizando uma linguagem de programação, com objetivo de representar a solução do problema;
- **Execução:** É a etapa realizada pelo computador. Quando o estudante desenvolve um programa, consegue acompanhar se os seus comandos estão sendo executados conforme esperado em tempo real, na tela do computador;
- **Reflexão:** Após realizada a etapa anterior, o estudante reflete sobre o resultado exibido na tela do computador. Essa etapa poderá fornecer ao estudante respostas sobre o planejamento construído, podendo verificar se o mesmo está correto, ou se há falhas na em sua construção;

- **Depuração:** essa etapa decorre da anterior, quando será necessário rever a solução do programa construído. Nesse momento, o aluno poderá buscar novas informações ou formas de pensar a sua programação, a fim de assimilar os novos conhecimentos e aperfeiçoar o processo de programação. Assim, o estudante irá tentar novamente solucionar o seu problema voltando ao início do ciclo e refazendo, assim, a atividade.

Nesse ciclo, todas essas etapas são importantes para o aprendizado do estudante, entretanto, na etapa de depuração é que realmente podem acontecer as maiores contribuições para a aprendizagem dos estudantes. A experimentação é uma estratégia eficiente para a produção de explicações para problemas reais que permitam uma contextualização, e dessa maneira estimular questionamentos que encaminhem à investigação. Para Maltempi (2009), essa etapa promove no estudante o interesse pela busca por novas informações para solucionar o problema e:

Esse processo ocorre via tentativa e erros, no qual o aprendiz parte dos aspectos já conhecidos da solução do problema e segue construindo suas próprias teorias. As teorias que não forem adequadas vão sendo descartadas ou alteradas até se tornarem cada vez mais estáveis (MALTEMPI, 2009, p.272).

Assim sendo, o computador se torna uma ferramenta que auxilia na construção do conhecimento por meio de atividades com a utilização de *softwares* de programação; o estudante vai aprender a aprender, e pode se tornar um sujeito crítico e ativo no seu processo de aprendizagem; enquanto o professor assume um papel de facilitador, auxiliando no momento em que é solicitado e contribui na reflexão sobre suas ações e erros cometidos.

No próximo capítulo será realizada a Revisão Sistemática de Literatura que corrobora com as ideias fundamentadas durante toda a discussão no Referencial teórico.

## 5 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Neste capítulo são apresentados os trabalhos que se relacionam ao tema da pesquisa. Para tanto, foram considerados trabalhos similares a esta pesquisa, aqueles que apresentassem a Robótica como ferramenta de aprendizagem para o ensino de funções. Um dos movimentos da pesquisa foi o levantamento de estudos disponíveis nas plataformas “Catálogo de Teses e Dissertações da Capes” e “Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações” (BDTD) com a intenção de averiguar como que vem acontecendo o ensino do conceito de funções a partir de utilização da Robótica Educacional, nas aulas da disciplina de Matemática.

No “Catálogo de Teses e Dissertações da Capes”, utilizou-se os termos-chave: “Robótica Educacional” e “Funções”. Além desses termos, delimitou-se o período dos últimos 10 anos (2012-2022), o qual resultou em 5 836 trabalhos. Para refinar o estudo, foi adicionado ao filtro ‘Área do Conhecimento’, o termo “Matemática”, resultando em 232 trabalhos. Em seguida, aplicamos os critérios de inclusão e exclusão dos trabalhos selecionados. Após a parametrização das pesquisas com foco na utilização da Robótica Educacional, no Ensino de Função e Ensino de Matemática, foram encontradas um total de 10 pesquisas.

No repositório da “BDTD” utilizou-se o termo-chave “Robótica Educacional” resultando em 119 trabalhos. Após aplicado o filtro “Funções”, resultaram 13 trabalhos, dos quais foram selecionados apenas as pesquisas dos últimos 10 anos (2012-2022), restando apenas 8. Desses oito trabalhos, um foi eliminado por ser da área da Psicologia e outro por ser da área da Engenharia Elétrica e de Computação, restando apenas 6 trabalhos, sendo 4 deles comum ao “Catálogo de Teses e Dissertações da Capes”.

O resultado da pesquisa totalizou doze trabalhos. Para a sua apreciação, foi elaborado o Quadro 1, contendo o local da consulta, o tipo de trabalho acadêmico, o título do trabalho, os autores e o ano da publicação.

**Quadro 1 – Trabalhos selecionados**

Nº	Local de Consulta	Tipo de trabalho acadêmico	Título do trabalho	Autor(a)	Ano
1.	CAPES	Dissertação	O Ensino de Funções Lineares: uma abordagem Construtivista/Construcionista por meio do Kit LEGO® Mindstorms	Silva, Abrahao de Almeida	2014
2.	BDTD e CAPES	Dissertação	Atividades com robótica educacional para as aulas de matemática do 6. ao 9. ano do ensino fundamental: utilização da metodologia LEGO® Zoom Education	Rodrigues, Willian dos Santos	2015
3.	CAPES	Dissertação	Robótica nas aulas de Matemática: Uma perspectiva tecnológica associada ao ensino de funções.	Oliveira, Ailton Diniz de	2017
4.	CAPES	Dissertação	Contribuição da Robótica como Ferramenta Pedagógica no Ensino da Matemática no Terceiro Ano do Ensino Fundamental	Santos, Icleia	2017
5.	CAPES	Dissertação	Função polinomial do 2º grau: uma sequência didática apoiada nas tecnologias digitais	Casagrande, Emília	2017
6.	BDTD e CAPES	Dissertação	Robótica educacional: uma proposta para a educação básica	Andrade, Juliana Wallor de	2018
7.	BDTD	Dissertação	Robótica Educacional e o Ensino de Matemática: um experimento educacional em desenvolvimento no ensino fundamental	Galvão, Angel Pena	2018
8.	BDTD e CAPES	Dissertação	Robótica educativa na construção do pensamento matemático <sup>21</sup> .	Aragão, Franciella	2019
9.	BDTD	Dissertação	Robótica educacional no ensino fundamental I: perspectivas e práticas voltadas para a aprendizagem da matemática	Zilio, Charlene	2020
10.	BDTD e CAPES	Dissertação	Robótica educacional nas aulas de matemática: trabalhos colaborativos com alunos do 8º ano do ensino fundamental	Zignago, Rangel	2020
11.	CAPES	Dissertação	Robótica Educacional Livre no 9º ano do Ensino Básico: Uma trilha de implementação de robótica com Arduino para o ensino de Física e Matemática	Silva, Marcelo Pires da	2021
12.	CAPES	Dissertação	O uso da Robótica Educacional como ferramenta no Ensino e Aprendizagem de Funções Afins e Quadráticas.	Cobuci, Bruna Nogueira Simões	2021

Fonte: Próprio autor (2022).

<sup>21</sup> Trabalho indisponível no Banco de Dissertações da Universidade Regional de Blumenau – FURB, conforme link: <[http://www.bc.furb.br/docs/DS/2019/366252\\_1\\_1.pdf](http://www.bc.furb.br/docs/DS/2019/366252_1_1.pdf)>. Acesso em: 10 jul. 2022. É importante relatar que foi encontrado o produto educacional da presente pesquisa, estando o mesmo disponível no link: <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/570623>>. Acesso em: 10 jul. 2022. Portanto, não foi possível realizar a análise da presente dissertação.

Nessa seção, foram analisados onze trabalhos encontrados na pesquisa inicial no BDTD e na CAPES, sendo que um dos estudos não foi encontrado no Banco de dados da Universidade (conforme nota 13). Para que fosse possível realizar a presente análise, foram elencadas as seguintes categorias: Os principais autores que sustentam as discussões em torno da Robótica Educacional; A metodologia utilizada na pesquisa; As atividades desenvolvidas para o ensino de Matemática a partir da Robótica Educacional; e quais as contribuições que os estudos deixaram para as futuras pesquisas. De posse dessas categorizações, analisamos as presentes pesquisas:

Silva (2014), em sua dissertação intitulada “*O Ensino de Funções Lineares: uma abordagem Construtivista/Construcionista por meio do Kit Lego® Mindstorms*”, desenvolvida no Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional da Universidade Federal de Goiás (UFG), discorre sobre a mudança da prática do professor, além de trazer um breve levantamento histórico da robótica e da robótica educacional. O estudo apoia-se em estudos de autores como: Vygotsky (1991), Guedes (2010), Kleber (2010) e Melo (2009). O pesquisador utilizou a metodologia qualitativa e, para esse estudo, foi elaborada uma sequência didática, objetivando instigar as possíveis mudanças no modo de regência do professor, o seu trabalho utilizando a Robótica Educacional, a utilização do Kit Lego® Mindstorms NXT e a sua criatividade. Dentro dessa proposta, buscou-se explorar a matemática existente no processo de funcionamento das engrenagens de um relógio analógico, com a finalidade de ensinar função linear por meio do seu funcionamento. Melo Silva conclui seu trabalho comentando sua satisfação pela realização da pesquisa, e espera que o material desenvolvido sirva para o professor, não apenas como “[...] uma atividade isolada que mais seria caracterizada como um recorte dentro da exploração do tema” (*ibid.* p.68), mas que possa contribuir para o professor como “[...] uma sequência lógica de etapas a seguir podendo fazê-lo sob a forma de um mini projeto ou oficina” (*ibid.*).

A pesquisa de Rodrigues (2015), “*Atividades com robótica educacional para as aulas de matemática do 6º ao 9º Ano do Ensino Fundamental: utilização da metodologia Lego® Zoom Education*”, desenvolvida no Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” foi de cunho qualitativo e buscava elaborar, implementar e analisar uma sequência didática

para cada ano do Ensino Fundamental, envolvendo a Robótica Educacional e a Matemática no ensino de Números Racionais. As atividades foram aplicadas no mês de dezembro de 2014, em um 6º, 7º, 8º e 9º ano, na Escola SESI da cidade de Andradina no estado de São Paulo. O autor relata que a escolha do mês de dezembro foi intencional justamente pelo fato dos alunos utilizarem os conhecimentos e as habilidades adquiridas no desenvolvimento daquele ano letivo. Rodrigues (2015) fundamenta a sua pesquisa em autores como Papert (1980 e 1994), Castaldi (2010) e Oliveira (2014). O resultado da pesquisa mostrou que, além da diversão proporcionada durante a aplicação das atividades, foram instigadas a curiosidade dos alunos na resolução das situações-problema contextualizadas: “[...] acreditamos ter plantado uma semente de curiosidade nos alunos e que em momento oportuno os mesmos utilizarão algum conceito aprendido nessas atividades durante suas vidas” (*ibid.* p.84).

Oliveira (2017), em sua pesquisa “*Robótica nas Aulas de Matemática: uma perspectiva tecnológica associada ao ensino de funções*”, realizada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, buscou analisar aspectos relacionados ao ensino de funções no 1º ano do Ensino Médio por meio da robótica. A análise da experiência foi baseada na observação do comportamento diário dos alunos nas aulas de Matemática relacionadas à Robótica. A base teórica da pesquisa se constituiu de autores como Barbosa (2016), Cândido (2005), Iezzi (1993 e 2004) e Papert (1994). A atividade proposta pelo pesquisador foi a construção de uma empilhadeira utilizando o kit BRINK MOBIL, onde os alunos deveriam fazer ela se movimentar 1 metro em linha reta, usar os braços e a pá para erguer um objeto e, por fim, deslocar-se para o ponto inicial. Através dessa situação, os alunos conseguiram montar uma função do 1º grau, relacionando o deslocamento percorrido pela empilhadeira e o tempo gasto. O autor concluiu sua pesquisa afirmando que a aprendizagem das Ciências e, em particular, da Matemática, podem ser prazerosas, quando a experimentação é realizada de forma planejada, assim o conhecimento passa a ter significado para os alunos.

Santos (2017), em sua dissertação intitulada “*Contribuição da Robótica como ferramenta pedagógica no Ensino de Matemática no Terceiro Ano do Ensino Fundamental*”, realizada no Programa de Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias, do Centro Universitário Internacional – UNINTER, tinha por

objetivo avaliar, por meio de uma análise comparativa, a inserção da Robótica como meio de aprendizagem para o desenvolvimento do raciocínio das crianças no ensino da Geometria. A autora referencia autores como Valente (1993), Pozo (1998), Pavanello (2004) e Piaget (1975). Em seu trabalho, a pesquisadora optou por fazer uso da Robótica pedagógica, onde materiais como sucata e materiais recicláveis ocupam o espaço dos blocos de montagem dos protótipos. A pesquisa se caracteriza como quantitativa e qualitativa de abordagem experimental. A turma foi dividida em dois grupos, sendo o Grupo A (grupo de controle) o que participou de determinada disciplina pelo método convencional, sem a presença da Robótica e o Grupo B, o grupo de trabalho onde foi aplicado o mesmo conteúdo de aulas, porém, a partir do uso de recursos relacionados à Robótica na revisão do conteúdo. Em um segundo momento, a pesquisadora realizou uma avaliação diagnóstica nos dois grupos por meio de um formulário, o qual foi o pré-requisito para o desenvolvimento da sequência das atividades. A intervenção da Robótica se deu através de oficinas de construção dos robôs com as formas geométricas. Santos conclui em sua pesquisa que “usar a Robótica propicia ao aluno o desafio de encontrar soluções para as atividades propostas, estimula a criatividade, a imaginação” (*ibid.*, p.113).

Casagrande (2017), na dissertação “*Função polinomial do 2º grau: uma sequência didática apoiada nas tecnologias digitais*”, desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade de Passo Fundo – UPF, possui como foco principal a pertinência da proposta didática da autora, além de buscar o resgate dos conhecimentos prévios dos alunos, o uso de diferentes recursos tecnológicos no estudo das Funções do 2º Grau. A questão norteadora da proposta era: De que maneira uma sequência didática, apoiada em diferentes recursos tecnológicos, contribui para a compreensão dos conceitos da função polinomial do 2º grau? Ao tentar responder a questão norteadora, a autora se baseou em autores como: Papert (1986 e 2007), Piaget (1977 e 1996), Moran (2013), Borba (2010) e Penteado (2010). A sequência didática foi aplicada em uma turma do 1º ano do ensino médio de uma Escola Pública do município de Passo Fundo/RS. Para a proposta foram elaborados 8 (oito) encontros, nos quais o estudo das Funções Polinomiais do 2º Grau foi abordado utilizando-se de diferentes aparatos tecnológicos, como: *software Excel*, simuladores, Arduíno, sensores, entre outras ferramentas didáticas. A coleta de dados foi realizada por questionário inicial, diário de bordo preenchido pelo professor-pesquisador, áudio das gravações das

aulas e a entrevista com os estudantes. Casagrande concluiu o seu estudo relatando que a presente proposta gerou como resultado um produto educacional (sequência didática), a qual possui detalhes dos recursos utilizados nos encontros desenvolvidos na pesquisa, além de narrar que a metodologia aplicada foi importante no “processo de construção do conhecimento do aluno, possibilitando-o obter a informação desejada, não ficando restrito somente as informações repassadas pelo professor” (*ibid.*, p.95), além de propiciar “uma aula dialogada e participativa, favorecendo a postura crítica dos envolvidos” (*ibid.*).

A pesquisa de Andrade (2018), “*Robótica Educacional: uma proposta para a Educação Básica*”, realizada pelo Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, buscou ampliar e incentivar o uso do material Lego® nas atividades práticas das escolas públicas da rede estadual, utilizando Robótica Educacional, especialmente nas aulas de Matemática e Física, no Ensino Médio, bem como nas aulas de Matemática do Ensino Fundamental. A fundamentação teórica da pesquisa baseou-se em autores como: Piaget (1978 e 2005), Valente (1993, 2002 e 2003), Papert (1980, 1996 e 2000) e Chella (2002). A pesquisa foi de cunho qualitativo, uma vez que foram elaboradas 6 (seis) propostas de atividades para se realizar com o Kit Lego® Mindstorms NXT. A primeira atividade envolvia os conteúdos de Deslocamento, Velocidade e Sistema de Coordenadas, aplicadas nas turmas de 8º e 9º ano. A segunda atividade proposta foi sobre o conteúdo de Formas Geométricas e Ângulos, aplicados nas turmas de 7º e 8º ano. Já a terceira sugestão abordava o conteúdo de Áreas e Perímetros, para turmas de 6º, 7º e 8º anos. A quarta sugestão de atividade buscava revisar conceitos sobre frações, relacionando os números racionais a situações do cotidiano, com o objetivo final de construir e programar um protótipo robótico. Essa atividade foi pensada para 6º e 7º anos. A atividade sugerida número 5 (cinco), envolvia o conteúdo de Números Inteiros, sendo sugerida para uma turma de 7º ano. A última atividade proposta em sua dissertação envolvia o conteúdo de Circunferências, com sugestão de aplicação em uma turma de 9º ano. Além de propor as atividades, Andrade realizou uma oficina de formação com professores, distribuída em 3 (três) encontros de 3 (três) horas cada, que teve a participação de 15 (quinze) professores das áreas de Matemática, Física, Educação Física, Língua Portuguesa e Artes, que atuavam nos níveis I e II do Ensino Fundamental e também no Ensino Médio, secretária e diretor, onde os profissionais “tiveram oportunidade de

explorar os materiais e conhecer os manuais e as peças antes de iniciar as montagens” (*ibid.*, p.47). O autor conclui o estudo afirmando que “tanto escolas quanto educadores não podem mais ignorar essa poderosa influência que as tecnologias têm sobre os alunos na captação da atenção e no processo de aprendizagem” (*ibid.*, p.51).

A pesquisa intitulada “*Robótica Educacional e o Ensino de Matemática: um experimento educacional em desenvolvimento no Ensino Fundamental*”, realizada por Galvão (2018), propôs um experimento de ensino, a partir do uso da robótica para o ensino da Matemática, discutindo a importância da tecnologia e a sua contribuição para educação, o papel desempenhado pelo professor ao utilizar esses recursos em sala de aula e a análise da formação desse professor para o uso dessas ferramentas. A metodologia desenvolvida foi realizada a partir de um levantamento inicial da literatura sobre o tema transcorrendo discussões de autores como: Oliveira (2013), D’Ambrósio (2003), Valente (1993) e Vygotsky (2007) e a elaboração de 7 (sete) planos de ensino, utilizando o Kit Arduino da Robocore<sup>22</sup>, realizadas no laboratório de informática na Escola Municipal Rotary com alunos do 7º ano do Ensino Fundamental com o intuito de contribuir para a elaboração e a efetivação de uma proposta de experimento de ensino da Matemática com a Robótica Educacional. O primeiro plano de ensino buscava apresentar a placa Arduino para os alunos. Para o segundo plano de ensino foi pensado em atividades que fornecessem o conceito de número e de base de sistema de numeração; mostrar os sistemas de numeração decimal, binário, octal e hexadecimal e as técnicas para conversão de números em bases diferentes. O plano de ensino três, buscou demonstrar a utilização da Matemática e o funcionamento do Arduino sem a utilização de nenhum componente, visualizando apenas a saída dos comandos no terminal serial do próprio Arduino. Com isso o aluno utilizou operadores, funções para realizar cálculos dos mais diversos. Já o plano quatro, consistia em montar um protótipo na Protoboard; compreender o funcionamento da placa arduino e executar o acionamento da ligação do LED. No quinto plano, a autora propôs a utilização do carro robótico para o cálculo da razão entre a distância percorrida e o tempo gasto. Para o sexto plano de ensino, o tema central foi o cálculo da área de um círculo e a realização da programação do carro robótico para desenhar um círculo. O último plano de ensino objetivava propor a utilização do carro robótico para o cálculo do

---

<sup>22</sup> Para mais informações *vide* seção 2.1.3.4.

triângulo retângulo para resolução de situações-problemas. A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas, fotos, gravações, anotações no diário de bordo do pesquisador e, ainda, os documentos produzidos pelos alunos. A partir dos dados coletados, a pesquisadora concluiu que “o uso da robótica educacional para o ensino da Matemática contribuiu com grande relevância para o aprendizado dos alunos” (*ibid.*, p.97), sendo também possível observar “o trabalho em equipe dos alunos, o trabalho em colaboração e principalmente a compreensão da relação entre o ambiente do seu dia a dia com o escolar” (*ibid.*). A pesquisa foi apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA.

Zilio (2020), em pesquisa intitulada “*Robótica educacional no Ensino Fundamental I: perspectivas e práticas voltadas para a aprendizagem da matemática*”, elaborada durante o curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, buscou investigar as potencialidades na interlocução entre a Robótica Educacional e a Aprendizagem Significativa de conceitos da Matemática. Para conseguir atingir os objetivos, fundamentou sua pesquisa em autores como: Ausubel (1968), Moreira (2006), Micotti (1999), Papert (1994 e 2008) e Moran (2000). A metodologia aplicada foi de caráter misto, sendo a parte quantitativa pautada na análise de autores das áreas da Educação e Ensino da Matemática e análise documental da Base Nacional Comum Curricular (2018). Já a parte quantitativa se deteve nos questionários mistos, aplicados pré e pós-oficinas de formação continuada, para vinte professores que atuavam no laboratório de Informática na rede municipal de Farroupilha/RS, e questionários mistos aplicados pré e pós-oficinas de Robótica Educacional para 130 estudantes do 5º ano da rede municipal de Farroupilha/RS. Zilio (2020) realizou duas oficinas: a primeira com 130 alunos do 5º ano e a segunda direcionada a professores de Informática. A aplicação de oficinas de Robótica Educacional proporcionou aos estudantes o contato com a robótica, apresentando as contribuições da ferramenta para a potencialização do aprendizado da Matemática. Já o trabalho com o grupo de professores objetivou identificar as percepções desses professores sobre a Robótica Educacional e o Pensamento Computacional e se utilizavam estes conceitos em suas práticas pedagógicas. Em sua conclusão, a autora menciona que a aplicabilidade da Robótica “quando planejada enquanto ferramenta pedagógica, pode ser um meio

para potencializar o aprendizado da Matemática, além de estimular a criatividade e desenvolver o raciocínio lógico” (*ibid.*, p.63).

Zignago (2020), na dissertação “*Robótica educacional nas aulas de matemática: trabalhos colaborativos com alunos do 8º ano do Ensino Fundamental*”, elaborada para o Programa de Pós-graduação em Educação Matemática, da Universidade Federal de Juiz de Fora, procurou compreender como abordar o conteúdo de Ângulos e Proporcionalidade em um trabalho com a utilização da Robótica Educacional, em uma turma do 8º ano do Ensino Fundamental. Fundamentou suas pesquisas bibliográficas em autores como Valente (1994, 2005, 2008 e 2016), Vygotsky (1991), Papert (1985, 1991, 1994 e 2008) e Bogdan (1994). A pesquisa desenvolvida era de cunho qualitativa do tipo participante. A aplicação constituiu duas oficinas, cada uma com três horas de duração. As atividades foram elaboradas de acordo com os Kits de Robótica que a Escola Já possuía, sendo este o Kit Lego Mindstorms EV3. Cada oficina foi elaborada em três momentos: apresentação, desenvolvimento e conclusão. Na primeira oficina, os alunos foram desafiados a montar um carro com objetivo de trabalhar o conceito de ângulo e suas aplicações no contexto tecnológico e utilizar os conceitos de proporcionalidade para resolver problemas ligados às tecnologias. Já na segunda oficina, chamada Robô Desenhista, os alunos foram desafiados a construir o robô utilizando o manual que acompanha o kit de Robótica da Lego. Para essa oficina, o autor pretendia discutir a construção de ângulos com os alunos e trabalhar a programação do robô, para que ele pudesse desenhar algumas figuras geométricas. Ao finalizar o estudo, o autor destaca que a aplicação de uma aula com a utilização da Robótica Educacional “vai além da simples utilização de recursos digitais em sala de aula, uma vez que possibilita que esses recursos sejam aplicados na construção de conhecimentos sobre os temas ou desafios a serem vencidos” (*ibid.*, p.95). Como resultado dessa pesquisa, foi elaborado um manual de atividades, contendo planos de aula para turmas de 6º ao 9º ano, destinado a professores de matemática interessados em um material que auxilie a utilização da robótica durante as suas aulas.

A pesquisa de mestrado “*Robótica Educacional Livre no 9º ano do Ensino Básico: uma trilha de implementação de robótica com Arduino para o ensino de Física e Matemática*”, de Silva (2021), buscou avaliar/entender como a Robótica Educacional pode ser utilizada para o ensino e aprendizado de Física e Matemática no Ensino Básico. Para esse estudo, Silva (2021) utilizou autores como Papert

(1980, 2005 e 2008), Moreira (2006) e Freire (1967 e 1987). A metodologia da pesquisa consistia em um Estudo de Caso Único, com unidades integradas de análise, tendo como caso as Aulas desenvolvidas de Robótica Pedagógica Livre, que contém duas unidades integradas de análise: As aulas de desenvolvimento e montagem do Robô seguidor de linha, bem como, a construção e desenvolvimento de robôs ultrassônicos, por meio de Arduino e Sensor Ultrassônico. Para a constituição da sequência, foram utilizados 8 (oito) encontros. Os quatro primeiros encontros foram destinados à construção inicial do robô e as três seguintes para a montagem do circuito elétrico e o último encontro para unir todo o conjunto e realizar as atividades propostas. A partir de sequências de montagens, foi desenvolvido um robô seguidor de linha transistorizado. Após modificação, passou a ser controlado por Arduino e robôs utilizando do Arduino e Sensor Ultrassônico, que foi utilizado para determinar a velocidade do som em determinado ambiente. Para coletar os dados Silva utilizou questionários, fotografias, vídeos, arquivos de áudio, entrevistas e observações. O autor ainda relata que a Robótica, além de promover a aprendizagem pela manipulação do aparato, promoveu aprendizagem pela tentativa da correção do erro. A dissertação foi apreciada no Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional da Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia da Universidade Federal de Goiás.

A dissertação "*O uso da Robótica Educacional como ferramenta no Ensino e Aprendizagem de Funções Afim e Quadrática*", de autoria de Cobuci (2021), buscou utilizar a Robótica Educacional, baseada na plataforma Arduino, como uma ferramenta de auxílio no Ensino de Função Afim, Quadrática, Movimento Uniforme (MU) e Movimento Uniformemente Variado (MUV). Para que isso fosse possível, foi estruturada uma sequência didática, onde, primeiramente, foi realizado um pré-teste para análise dos conhecimentos prévios dos alunos; posteriormente, a construção de um carrinho com a placa Arduino; e a aplicação de atividades onde os alunos deveriam colher dados como: deslocamento, tempo de percurso e velocidade para que, assim, pudessem esboçar um gráfico e responder as questões. Após a conclusão da sequência didática, foi aplicado o pós-teste com a finalidade de averiguar o que os alunos achavam das atividades propostas. Como aporte bibliográfico, a pesquisa traz autores como: Colet (2015), Ausubel (1973), Iezzi (1977) e Pereira (2009). O estudo é de caráter qualitativo do tipo intervenção pedagógica. A autora conclui sua pesquisa alegando que, inserir a Robótica

Educacional nas aulas, contribuiu “de maneira significativa para os aprendizes” (*ibid.*, p.70), visto que “é possível evidenciar que introduzir robôs em sala de aula para explicar conteúdos é uma maneira enriquecedora e bastante didática” (*ibid.*).

Analisando as pesquisas citadas anteriormente, podemos observar que há fontes bibliográficas comuns entre elas, como por exemplo os estudos de Santos (2017), Casagrande (2017) e Andrade (2018), que nos trazem autores como Papert (1977, 1980, 1996 e 2000), Piaget (1977, 1978 e 1996) e Valente (1993, 2002 e 2003).

Nos trabalhos de Silva (2014), Rodrigues (2015), Cobuci (2021), Andrade (2018), Galvão (2018) e Zignago (2020), observa-se que os autores utilizam a metodologia de cunho qualitativo e que desenvolveram uma sequência didática, planos de ensino ou ainda aplicação de atividades. Oliveira (2017) realizou observações do comportamento da turma. A pesquisa de Silva (2021) consistiu em um estudo de caso e Santos (2017) desenvolveu uma pesquisa qualitativa e quantitativa do tipo experimental.

Percebe-se nos trabalhos selecionados, que todos partem do princípio do Construcionismo, onde o estudante é o responsável pela construção do seu conhecimento. De modo geral, os trabalhos selecionados desenvolveram estudos utilizando outras ferramentas tecnológicas além da Robótica, como podemos destacar na pesquisa de Casagrande (2017), a qual usou o *software Excel*, simuladores, Arduino, sensores, entre outras ferramentas didáticas. Nota-se também a escolha dos conteúdos Movimento Uniforme (MU) e Movimento Uniformemente Variado (MUV), presentes no trabalho de Cobuci (2021). Já Rodrigues (2015) se dedicou ao estudo dos números racionais nos Anos Finais do Ensino Fundamental e Silva (2014), Oliveira (2017), Casagrande (2017) e Cobuci (2021) ao estudo das funções.

## 6 CAMINHADA METODOLÓGICA

O intuito deste capítulo é elencar os procedimentos metodológicos que foram utilizados no desenvolvimento desta pesquisa. Desse modo, descrevo a abordagem metodológica, o tipo de pesquisa, os participantes da pesquisa, o local da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados e o método de análise aqui utilizado.

### 6.1 Caracterização da pesquisa

Com o objetivo de mapear as potencialidades das atividades envolvendo a Robótica Educacional no processo de ensino do conceito de funções, em uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental, a partir da perspectiva Construcionista, a pesquisa teve abordagem qualitativa. Para Creswell (2010, p.26), “a pesquisa qualitativa é um meio para explorar e para entender o significado que os indivíduos ou os grupos atribuem a um problema social ou humano.”

Nesse sentido, Turato (2005) complementa que, nessa abordagem, o pesquisador tem interesse na busca do significado das coisas, como fenômenos, vivências, manifestações, entre outros. Ainda para o autor, “num outro nível, os significados que as ‘coisas’ ganham, passam a ser partilhados culturalmente e assim organizam o grupo social em torno destas representações e simbolismos” (*ibid.*, p.510). Nessa perspectiva, Bogdan e Biklen (1994) utilizam a expressão investigação qualitativa como:

[...] um termo genérico que agrupa diversas estratégias de investigação que partilham de determinadas características. Os dados recolhidos são designados por qualitativos, o que significa ricos em pormenores descritivos relativamente a pessoas, locais e conversas e de complexo tratamento estatístico (BOGDAN, BIKLEN, 1994, p.16).

Em relação ao processo de pesquisa, Creswell (2010) expressa que

envolve as questões e os procedimentos que emergem, os dados tipicamente coletados no ambiente do participante, a análise dos dados indutivamente construída a partir das particularidades para os temas gerais e para as interpretações feitas pelo pesquisador acerca do significado dos dados (CRESWELL, 2010, p.26).

Nesse sentido, Bogdan e Biklen (1994) apresentam cinco características para uma investigação qualitativa. A primeira refere-se que na investigação qualitativa, o ambiente natural é a fonte de dados. O pesquisador dispõe de bastante tempo no ambiente de coleta de dados para esclarecer as questões educativas. Sendo assim,

Os investigadores qualitativos frequentam os locais de estudo porque se preocupam com o contexto. Entendem que as ações podem ser melhor compreendidas quando são observadas no seu ambiente habitual de ocorrência. (BOGDAN, BIKLEN, 1994, p.47).

A segunda característica, para os autores, é que a investigação qualitativa é descritiva, ou seja, “os dados recolhidos são em forma de palavras e imagens e não de números. Os resultados escritos da investigação contêm citações feitas com base nos dados para ilustrar e substanciar a apresentação” (BOGDAN, BIKLEN, 1994, p.48). Nesse sentido, a escrita tem papel importante servindo para registrar e disseminar os resultados. Na investigação, todos os dados possuem potencial para ajudar a compreender o objeto de estudo.

A terceira característica refere-se ao fato de que, na investigação qualitativa, os pesquisadores têm maior interesse pelo processo do que pelos resultados. Além disso, esse estudo incide no modo como se formam as definições que os professores criam de seus estudantes, e que os estudantes têm de si mesmos e dos outros.

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

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

Os investigadores qualitativos estabelecem estratégias e procedimentos que lhes permitem tomar em consideração as experiências do ponto de vista do informador. O processo de condução de investigação qualitativa reflete uma

espécie de diálogo entre os investigadores e os respectivos sujeitos (BOGDAN, BIKLEN, 1994, p.51).

Desse modo, em conformidade com os autores, na pesquisa qualitativa, o investigador e os participantes têm uma relação de proximidade, mediada pelo diálogo. Além disso, em relação às concepções de realidade, modos de acesso ao conhecimento e aos paradigmas, assume-se que nessa pesquisa a abordagem. Segundo Moraes (2018, p.40), é naturalística-constructiva, pois “pretende chegar à compreensão dos fenômenos e problemáticas que investiga examinando-os no próprio contexto em que ocorrem”.

Ainda para o autor:

A abordagem naturalística-constructiva assume uma realidade construída pelos sujeitos. Partindo da impossibilidade de acesso ao concreto, procura trabalhar com mundos humanos, representados por construções linguísticas e discursivas. Por isto focaliza de modo especial os modos de percepção dos sujeitos que envolve, trabalhando especialmente com seus conhecimentos tácitos (MORAES, 2018, p.40).

Pautou-nos na abordagem de pesquisa qualitativa para compreender nosso estudo, o qual objetiva saber sobre o ensino de funções a alunos do 9º ano, de uma escola pública, utilizando como recurso pedagógico a Robótica Educacional. Entre as abordagens que a pesquisa qualitativa pode assumir, acreditamos que a abordagem de Pesquisa Participante é um caminho para buscar respostas para nossa problemática: *Quais as potencialidades da Robótica Educacional no ensino do conceito de funções a partir da perspectiva construcionista?*

Essa modalidade de pesquisa, como o próprio nome sugere, permite a participação tanto do pesquisador quanto dos sujeitos que fazem parte da pesquisa. Segundo Brandão (1999),

A comunidade tem um acúmulo de experiências vividas e de conhecimentos; existe, portanto, um saber popular que deve servir de base para qualquer atividade de investigação em benefício dela. É a comunidade que deve ser o sujeito da investigação sobre sua própria realidade [...] A pesquisa participante é um processo permanente de investigação e ação. A ação cria necessidade de investigação. [...] A participação não pode ser efetivada sem um nível adequado de organização, ou seja, as ações devem ser organizadas (BRANDÃO, 1999, p.169).

A Pesquisa Participante busca envolver os sujeitos da investigação no estudo da problemática a ser investigada, procurando identificar as origens do problema e

construir coletivamente possíveis soluções. Nesse contexto, Brandão (1999) ressalta que, nessa modalidade de pesquisa, o pesquisador não só passa a ser objeto de estudo, mas também os sujeitos-objetos são igualmente pesquisadores. Todos, pesquisadores e pesquisados, identificam os problemas, buscam compreender o que já é conhecido a respeito deles, discutem as possíveis soluções e partem para a ação, seguida de uma avaliação dos resultados obtidos.

Nessa perspectiva, o professor/sujeito participa ativamente de todos os momentos de discussões, análises e apontamentos de possíveis mudanças relacionadas à sua prática pedagógica; além disso, ele deve estar presente no planejamento de todas as atividades de intervenção.

## **6.2 Caracterização da escola**

A Escola onde a investigação aconteceu está localizada na Zona Rural do município de Taquara, localizado no Vale do Paranhana. Esta escola encontra-se a 20Km da sede do Município e atende a alunos do 5º ao 9º ano do Ensino Fundamental.

A Escola possui dez salas de aulas, um laboratório de informática, uma biblioteca, uma secretaria, uma sala da direção, uma sala dos professores, sanitários masculino e feminino para professores, sanitários masculino e feminino para alunos, uma sala da coordenação, dois depósitos, uma cozinha, depósito de educação física, pátio, um refeitório e um ginásio de esportes.

Para atender aspectos éticos da pesquisa, apresentaremos para a apreciação da direção da Escola a Carta Termo Anuência para realização da pesquisa. O modelo de termo a ser entregue à direção da Escola encontra-se no Apêndice C.

## **6.3 Caracterização dos sujeitos**

Os sujeitos da pesquisa foram 17 (dezessete) estudantes do 9º ano de uma escola pública, localizada na Zona Rural do Município de Taquara/RS, sendo 10 (dez) meninos (58,8%) e 7 (sete) meninas (41,2%), do turno da tarde.

Segundo os dados contidos na secretaria da escola e nas fichas de matrícula dos estudantes dessa turma, todos os investigados são indivíduos entre 13 (treze) e

14 (quatorze) anos de idade, pertencentes à classe média baixa e moram nos arredores da escola.

Atendendo aos aspectos éticos da pesquisa, apresentaremos para os estudantes da turma, o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido para realização da pesquisa (TALE). O modelo deste termo, encontra-se no Apêndice D. Além do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido, foi coletado o Termo de Autorização para Gravação de Voz e/ou Registro de Imagens (Fotos e Vídeos), modelo encontra-se no Apêndice B.

Convém ressaltar que foi deixado explícito aos investigados que os dados pessoais obtidos não serão divulgados publicamente, sendo que pais e professores assinaram um termo legal, denominado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), em que consta a aceitação em participar da pesquisa. Nesse documento, fica claro que, ao participar da pesquisa, essa não trará qualquer prejuízo, bem como qualquer ganho pessoal (APÊNDICE A).

A análise *a Posteriori* foi organizada de modo a preservar a identidade de cada um dos estudantes participantes, o que foi assegurado por meio da utilização das expressões “Estudante nº” ou “Est. nº” (abreviatura da palavra “Estudante”, seguido de um número sequencial), em substituição aos seus respectivos nomes.

Essa medida visa assegurar os critérios de confidencialidade da pesquisa, em conformidade com o disposto no projeto submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), registrado na Plataforma Brasil de acordo com o número de Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) Nº 5.723.234, de 26 de outubro de 2022.

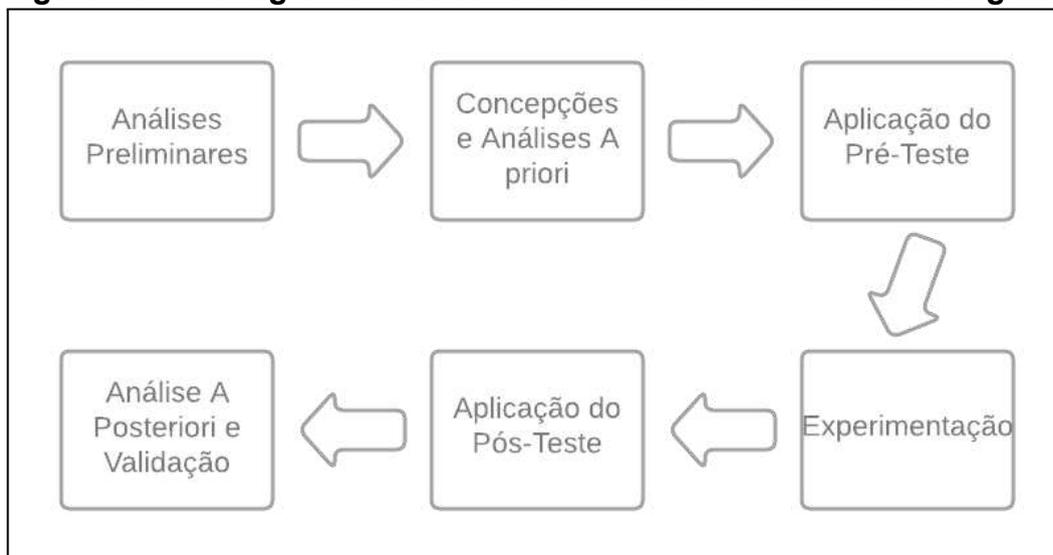
#### **6.4 A Engenharia Didática**

Para Artigue (1996), a metodologia da Engenharia Didática é composta por quatro fases. A primeira fase são as Análises Preliminares; a segunda fase é marcada pelas Concepções e Análise a Priori das Situações Didáticas; a terceira fase é composta pela Experimentação; e a quarta, e última fase, é denominada Análise a Posteriori e Validação. Essas fases podem ocorrer em sequência ou ainda haver etapas em que elas ocorrem em superposição ou articuladas.

Para a aplicação da investigação, articulando o Ensino do Conceito de Funções e a Robótica Educacional, a partir da metodologia da Engenharia Didática,

foi necessário a elaboração de uma sequência de procedimentos de execução e atividades, representadas na forma de fluxograma ilustrado na Figura 16, além do detalhamento destas.

**Figura 16 – Fluxograma Ilustrativo dos Procedimentos Metodológicos**



Fonte: Próprio autor (2023).

#### 6.4.1 Análise Preliminar

Com o objetivo de mapear as potencialidades das atividades envolvendo a Robótica Educacional no processo de ensino do conceito de funções, em uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental, a partir da perspectiva Construcionista.

A Engenharia Didática foi utilizada como instrumento de mediação da pesquisa e como recurso de análise dos resultados. A primeira etapa metodológica da investigação foi a Análise Preliminar.

Nessa etapa, além da escolha dos conteúdos, o pesquisador se dedicou à elaboração do quadro teórico-didático sobre o tema ou conteúdo específico a ser ensinado, valorizando as suas experiências anteriores de ensino. Foi também nessa etapa que o pesquisador dedicou-se à revisão bibliográfica sobre as pesquisas dos conteúdos, levando em consideração as condições e os contextos do ambiente investigado, além de identificar os instrumentos e recursos didáticos que foram utilizados e as dificuldades e os obstáculos vivenciados pelos estudantes durante as atividades.

No primeiro momento, foram realizados os estudos dos trabalhos acadêmicos que envolviam a utilização da Robótica Educacional para o Ensino de Funções. Buscamos identificar quais projetos de montagens e Kits de Robótica eram utilizados para o desenvolvimento das atividades. Os projetos analisados no *Capítulo 5. Revisão Sistemática de Literatura*, serviram de inspiração para a criação dos Roteiros de Atividades da presente pesquisa. Nesse mesmo período de tempo, os estudos dos trabalhos acadêmicos ajudaram na escolha e na elaboração do arcabouço teórico que compõem o *Capítulo 2. A Robótica Educacional como ferramenta pedagógica para o ensino do Conceito de Funções* e *Capítulo 3. Condições para pensar a Robótica Educacional como ferramenta para o ensino de Funções*.

#### *6.4.1.1 Escolha dos conteúdos a serem estudados*

No início do desenvolvimento da pesquisa, sentiu-se a necessidade de escolha de um conteúdo de Matemática que possibilitasse a utilização da Robótica Educacional. Diante de algumas possibilidades, optou-se pelo estudo do Conceito de Funções.

As razões da escolha desse conteúdo tiveram três motivações: a primeira foi a percepção do pesquisador sobre as dificuldades que os estudantes possuíam ao estudar as funções; a segunda foi as possibilidades de montagens dos Roteiros de Atividades utilizando a Robótica Educacional e a terceira é que as funções estão presente na grade curricular do 9º ano.

#### *6.4.1.2 Conteúdos Curriculares e Objetivos Didáticos: Pré-Requisitos*

Após a escolha dos conteúdos que seriam estudados, constatou-se que se fazia necessário para o desenvolvimento adequado dos Roteiros de Atividades, alguns conteúdos que os estudantes deveriam já ter estudado em aulas anteriores ou em outros anos do Ensino Fundamental, para assim alcançar de maneira satisfatória os objetivos propostos para cada aula. No quadro abaixo, podemos observar alguns conteúdos que servem como pré-requisitos para o ensino do Conceito de Funções.

**Quadro 2 – Pré-requisitos para o estudo do Conceito de Funções**

Conteúdo	Pré-Requisito
Relação de dependência entre variáveis.	Grandezas diretamente proporcionais.
Representação de funções como conjuntos.	Representação de conjuntos.
Diferença entre uma relação e uma função.	Representação de conjuntos.
	Análise de tabelas.
Representação de uma função no Plano Cartesiano.	Cálculo do valor numérico de uma expressão.
	Noções básicas de coordenadas cartesianas.

Fonte: Próprio autor (2023).

O conteúdo escolhido para ser desenvolvido nos Roteiros de Atividades foi o Conceito de Funções, tendo como objetivos didáticos: compreender as funções como uma relação de dependência entre as variáveis; representar a noção de função como uma relação entre conjuntos; compreender a diferença entre uma relação e uma função e; compreender as funções e representá-las através do plano cartesiano.

#### 6.4.1.3 Hipóteses de eventuais dificuldades na resolução das atividades sobre o Conceito de Funções

Na resolução dos problemas propostos durante a realização da Avaliação Diagnóstica Inicial e, principalmente, durante a experimentação, os estudantes poderiam apresentar algumas dificuldades e/ou obstáculos. Essas hipóteses foram elencadas no quadro 3.

**Quadro 3 – Hipóteses acerca das dificuldades que os estudantes poderiam apresentar na resolução das atividades**

Conteúdo	Dificuldade e/ou obstáculos
Relação de dependência entre variáveis.	Leitura e interpretação dos enunciados das questões.
	Não conseguir representar uma função através de uma fórmula.
Representação de funções como conjuntos.	Dificuldade na resolução de uma equação do 1º grau, não conseguindo isolar corretamente a incógnita da equação.
	Leitura e interpretação dos enunciados das questões.
Diferença entre uma relação e uma função.	Não saber relacionar dois conjuntos.
	Leitura e interpretação dos enunciados das questões.
Representação de uma função no Plano Cartesiano.	Não conseguir localizar os pontos no plano cartesiano.
	Leitura e interpretação dos enunciados das questões.

Fonte: Próprio autor (2023).

#### 6.4.1.4 Escolha dos Instrumentos de coleta de Dados

Para atingir os objetivos da pesquisa e cumprir com as etapas da Engenharia Didática, foram utilizados como instrumento de coleta de dados: fotos, gravação de

áudio e/ou vídeo, Diário de Campo dos estudantes, Avaliação Diagnóstica Inicial e uma Avaliação Diagnóstica Final.

Para o registro e posterior análise das aulas, utilizou-se o gravador de voz, para que fosse possível uma análise minuciosa, como propõe a metodologia da Engenharia Didática, a partir das interações dos estudantes, em cada aula. Já para registro das imagens o pesquisador utilizou a câmera do seu telefone celular. Para Pais (2002), o registro das atividades permite observar situações de aprendizagem que muitas vezes não são percebidas em avaliações ou observadas pontualmente pelo professor.

Foi realizada com os estudantes uma Avaliação Diagnóstica inicial e uma Avaliação Diagnóstica Final, ambas construídas com a mesma sistemática. Essa avaliação foi composta por 6 (seis) questões. A primeira questão buscava descobrir se os estudantes possuem o domínio do conteúdo de relação entre dois conjuntos de informações, a segunda questão buscava a definição de função. A terceira questão. Já a quarta questão necessitava que os alunos representassem os conjuntos domínio, contradomínio e imagem da função. A quinta questão era sobre a representação de funções e a sexta questão sobre a representação de uma função no plano cartesiano.

Além das Avaliações Diagnósticas, utilizou-se um instrumento para anotação diária dos estudantes com observações relevantes sobre as sessões de ensino, aqui denominado de “Diário de campo” (APÊNDICE G).

O diário foi produzido no decorrer da aplicação dos Roteiros de Atividades. Nessas aulas, um estudante de cada ilha de estudo<sup>23</sup> deveria relatar, com suas próprias palavras em texto livre, sua impressão sobre a aula, seu aprendizado quanto às atividades do dia e as dificuldades enfrentadas pelo grupo, pedindo que ele destacasse o que considerasse importante. Os textos eram escritos pelos estudantes em uma folha do caderno “diário de bordo” utilizado ao longo de toda a pesquisa, para que pudéssemos analisar o desenvolvimento da produção dos estudantes.

No diário de campo, foram anotadas importantes observações provenientes da participação dos estudantes durante as aulas presenciais, nas quais podemos identificar algumas dificuldades, avanços e concepções.

---

<sup>23</sup> Modo pelo qual o professor-pesquisador denominou cada grupo de estudantes.

#### 6.4.2 Concepções e Análise *a Priori*

Na etapa da *Análise a Priori*, foi desenvolvido o roteiro da situação didática, contendo suas expectativas e planejando as condutas de acordo com as ocorrências do fenômeno. Nessa construção, a preocupação do pesquisador foi no desenvolvimento das atividades de experimentação, nas quais o estudante foi desafiado a resolver situações-problema.

Para Sousa (2010), o pesquisador instigado pelos resultados obtidos nas Análises Preliminares, registra as suas escolhas e determina a quantidade de variáveis didáticas que serão pertinentes ao seu sistema de estudo, a fim de fundamentar a sua atividade de construção das sequências.

Os Roteiros de Atividades foram elaborados a partir da experiência didática do pesquisador, além do estudo levantado no Referencial Teórico e a escolha dos conteúdos definidos na seção 6.4.1 *Análise Preliminar* que contemplam situações-problema em que os estudantes assumiram o papel de protagonista do seu processo de aprendizagem, utilizando como ferramenta tecnológica a Robótica Educacional.

A utilização da Robótica Educacional, a partir do Roteiro de Atividades, ocorreu com atividades em sala de aula e no laboratório de informática. Foram elaboradas seis aulas, sendo quatro delas visando observar as situações de aprendizagem, e duas dedicadas a aplicação dos testes diagnósticos, com o objetivo de analisar o nível de conhecimento real e potencial dos estudantes. O cronograma de aplicação das aulas, pode ser observado no quadro abaixo.

**Quadro 4 – Cronograma das aulas realizadas na pesquisa**

Aula	Atividade	Local	Tempo	Data
1 <sup>a</sup>	Avaliação Diagnóstica Inicial.	Sala de Aula	2 períodos de 55 minutos	24/04/2023
2 <sup>a</sup>	Relação de dependência entre variáveis	Laboratório de Informática	2 períodos de 55 minutos	25/04/2023
3 <sup>a</sup>	Representação de funções como conjuntos.	Laboratório de Informática	2 períodos de 55 minutos	02/05/2023
4 <sup>a</sup>	Diferença entre uma relação e uma função.	Laboratório de Informática	2 períodos de 55 minutos	08/05/2023
5 <sup>a</sup>	Representação de uma função no Plano Cartesiano.	Laboratório de Informática	2 períodos de 55 minutos	09/05/2023
6 <sup>a</sup>	Avaliação Diagnóstica Final	Sala de Aula	2 períodos de 55 minutos	15/05/2023

Fonte: Próprio autor (2023).

Como podemos observar no quadro acima, os Roteiros de Atividades foram aplicados entre os meses de abril e maio de 2023. As aulas realizaram-se no laboratório de informática da Escola Municipal de Ensino Fundamental Emílio Leichtveis, contendo 9 (nove) computadores, onde os alunos trabalharam em dupla. As aulas de aplicação das Avaliações Diagnóstica Inicial e Final ocorreram na sala de aula da turma.

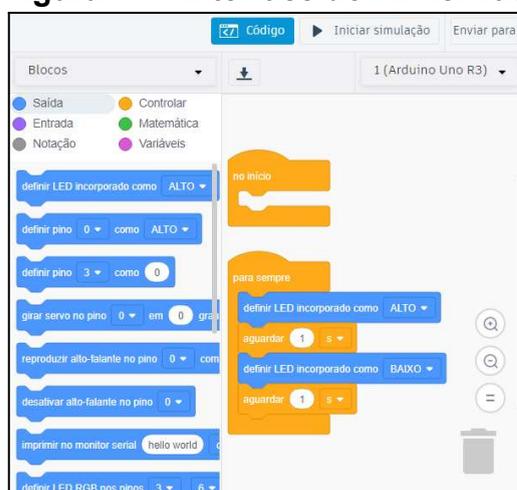
Antes dos estudantes realizarem a montagem dos protótipos com o Arduino, eles deveriam utilizar o TinkerCad para testar a programação elaborada pela ilha de estudo.

O TinkerCad, é de propriedade da empresa AUTODESK®, é um *software* de simulação com base em navegador web que consegue reproduzir satisfatoriamente as principais funções do Arduino, dispensando assim a necessidade de instalação de aplicativos, bem como de uma placa física. Apresenta uma interface intuitiva e pode ser usado não só para o desenvolvimento de circuitos, mas também modelagens em três dimensões.

A programação no TinkerCad é realizada por meio de blocos que são interligados uns aos outros formando os passos necessários para a execução do projeto. Não é necessária a inserção de qualquer tipo de código, basta somente “arrastar” a funcionalidade desejada para o bloco de comandos. Qualquer falha na lógica de programação pode ser facilmente identificada em virtude de cada bloco possuir uma cor diferente conforme a funcionalidade, o que facilita o processo de montagem do protótipo.

Na Figura 17, podemos ver a interface de programação do TinkerCad.

**Figura 17 – Interface do TinkerCad**



Fonte: TinkerCad (2023).

Durante as atividades no laboratório de informática com o uso do TinkerCad, os estudantes puderam discutir as soluções (descrição), testá-las (execução), quando necessário, ajustá-las (reflexão), até que encontrassem a maneira que julgassem correta (depuração). O professor apenas auxiliava nos momentos em que o estudante não conseguia prosseguir com suas construções.

Nas seções seguintes, são apresentados os Roteiros de Atividades desenvolvidos para a aplicação dessa pesquisa.

#### *6.4.2.1 Roteiro de Atividade 1: Avaliação Diagnóstica Inicial*

##### **Unidade didática:**

- Relação de dependência entre variáveis;
- Representação de funções como conjuntos;
- Diferença entre uma relação e uma função;
- Representação de uma função no Plano Cartesiano.

##### **Duração da aula:**

Dois períodos de 55 minutos.

##### **Objetivo Geral da aula:**

Perceber quais conhecimentos de funções estão consolidados e ou em construção nos estudantes do 9º ano, através da aplicação de atividades na Avaliação Diagnóstica Inicial.

##### **Habilidade da BNCC:**

- (EF09MA06) Compreender as funções como relações de dependência unívoca entre duas variáveis e suas representações numérica, algébrica e gráfica e utilizar esse conceito para analisar situações que envolvam relações funcionais entre duas variáveis.
- (EF09MA07) Resolver problemas que envolvam a razão entre duas grandezas de espécies diferentes.
- (EF08MA12) Identificar a natureza da variação de duas grandezas, diretamente, inversamente proporcionais ou não proporcionais, expressando a

relação existente por meio de sentença algébrica e representá-la no plano cartesiano.

- (EF06MA16) Associar pares ordenados de números a pontos do plano cartesiano.

### Desenvolvimento Metodológico:

#### 1) Boas-Vindas:

- Apresentar-se aos educandos;
- Expor a proposta das aulas utilizando a Robótica Educacional, como sendo uma ferramenta para proporcionar a aprendizagem do conceito de funções.

- Relatar que as aulas fazem parte da pesquisa de mestrado intitulada **A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DO CONCEITO DE FUNÇÕES EM UMA TURMA DE 9º ANO**, realizada pelo professor Dionata Gustavo Schöenardie como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências Exatas. A pesquisa é orientada pela Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Ignácio e pelo Prof<sup>o</sup>. Dr. Luciano Silva da Silva.

- Apresentar o objetivo geral desta aula: Perceber quais conhecimentos de funções estão consolidados e ou em construção nos estudantes do 9º ano.

#### 2) Separar a turma em quatro fileiras individuais.

3) Entregar uma folha para cada estudante contendo as atividades abaixo descritas e solicitar que resolvam as questões.

	<p>Escola Municipal de Ensino Fundamental Emílio Leichtveis RS 020 Parada: 115 Tel: 3544-1188 - escolaemel@gmail.com <b>Avaliação Diagnóstica - Inicial</b></p>
<p>Nome: _____ Turma: _____ Disciplina: <b>Matemática</b> Data: ___ / ___ / _____ Professor: <b>Dionata Gustavo Schöenardie</b></p>	

Olá, estudante!

Sou o professor Dionata Gustavo Schöenardie, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Rio Grande - FURG. O tema que estou desenvolvendo em minha dissertação é “A utilização da Robótica Educacional para o ensino do conceito de funções em uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental” e meu objetivo é mapear as

potencialidades das atividades envolvendo a Robótica Educacional no processo de ensino do conceito de funções, em uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental, a partir da perspectiva Construcionista. Para que esse objetivo seja alcançado, alguns passos deverão ser seguidos. Assim, para iniciar, apresento a você essa Avaliação Diagnóstica. Ela é o instrumento que norteará nossa sequência de aulas sobre o estudo das funções.

Os dados aqui coletados serão mantidos em total sigilo, conforme descrito no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE e no Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE.

Aproveite este momento! Boa Avaliação!!

**Atenção:** Resolva atentamente as questões propostas:

**Questão 1.** Pedro irá guardar dinheiro para poder fazer uma viagem de final de ano. Para realizar essa meta, decidiu poupar R\$ 220,00 por mês. Com essas informações, responda:

a) Quantos reais Pedro conseguirá juntar em quatro meses?

b) Por quantos meses Pedro deverá poupar, sabendo que serão necessários R\$ 3 740,00 para a sua viagem?

**Questão 2.** O que é função?

**Questão 3.** Sabe-se que um determinado líquido quando aquecido aumenta sua temperatura em 5°C a cada minuto até que atinja a sua temperatura máxima de ebulição de 50°C. Sabendo que esse líquido encontra-se em temperatura ambiente de 35°C:

a) Represente os conjuntos domínio, contradomínio e imagem da função.

b) Responda: Quanto tempo esse líquido demora para entrar em ebulição?

**Questão 4.** Sofia é gerente do zoológico de Gramado. Ela resolveu fazer um estudo, durante uma semana, comparando a temperatura média diária com a quantidade de visitantes no dia. Observe os resultados encontrados por Sofia.

**Tabela 1 – Média das temperaturas encontradas pela gerente Sofia – Avaliação Diagnóstica Inicial**

Dia da Semana	Temperatura (em graus Celsius)	Número de visitantes
Segunda-feira	19	1 000
Terça-feira	22	900
Quarta-feira	23	800
Quinta-feira	22	1 100
Sexta-feira	20	1 200

Sábado	19	1 100
Domingo	21	1 000

Fonte: Próprio autor (2023).

Observando a tabela e as informações que constam nela, responda:

a) Houve algum dia em que foram registradas as mesmas temperaturas médias? Se sim, qual?

b) Podemos afirmar que a relação do número de pessoas que visitaram o parque e a temperatura média representam uma função? Justifique sua resposta através de um diagrama.

**Questão 5.** A Bolaria da Carla Jordana apresentou uma novidade aos seus clientes: Bolo de Nozes com castanha de cajú. Ela passou a vender o pedaço desse bolo conforme a tabela abaixo:

**Tabela 2 – Preço dos bolos conforme o número de fatias – Avaliação Diagnóstica Inicial**

Quantidade de fatias	Valor em reais
1	6,20
2	12,40
3	18,60
4	24,80

Fonte: Próprio autor (2023).

a) Ao comprar 12 fatias desse bolo, quanto você receberia de troco se pagasse com uma nota de R\$100,00?

b) Represente, por meio de uma fórmula, o valor pago ( $V$ ), em reais, em função da quantidade de fatias ( $q$ ).

c) Quantas fatias desse bolo é possível comprar com R\$68,20?

**Questão 6.** Uma loja vende pirulitos de acordo com a tabela.

**Tabela 3 – Valor pago pela quantidade comprada de pirulito – Avaliação Diagnóstica Inicial**

Quantidade de pirulitos	Valor pago (R\$)
1	1,25
2	2,50
3	
4	5,00
5	

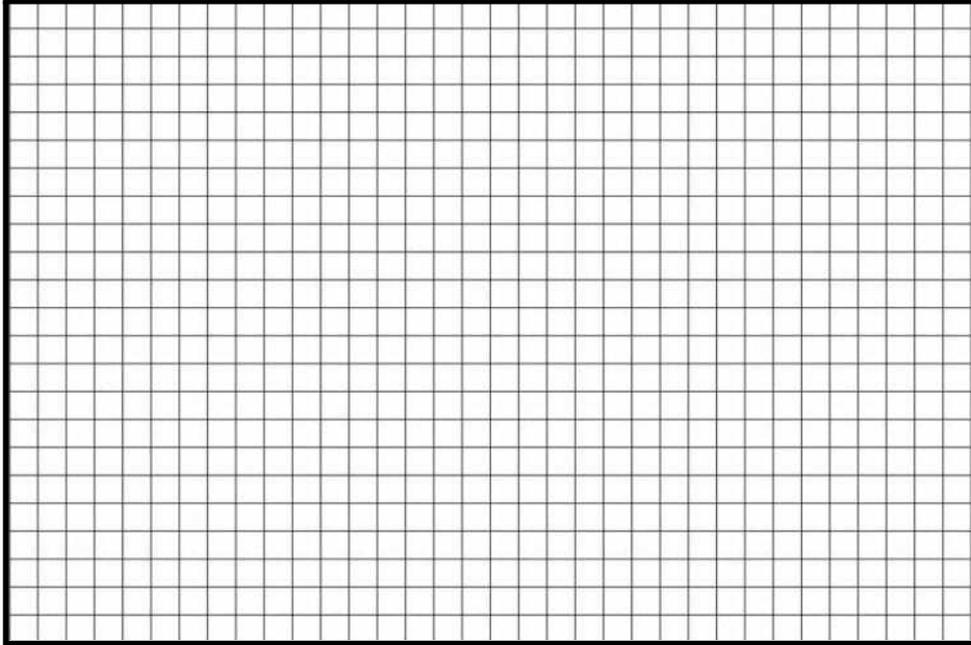
Fonte: Próprio autor (2023).

Com base nos dados apresentados, faça o que se pede:

a) Complete a tabela com os valores faltantes.

- b) Elabore uma função que relacione o valor pago ( $v$ ) com a quantidade de pirulitos comprados ( $p$ ).
- c) Represente, no plano cartesiano, o gráfico da função.

**Figura 18 – Malha quadriculada (Avaliação Diagnóstica Inicial)**



Fonte: Próprio autor (2023).

***“A mente que se abre a uma nova ideia  
jamais voltará ao seu tamanho original”.***

***Albert Einstein***

**4) Para finalizar a aula, foi recolhido as avaliações:** foi comentado com os estudantes que essa avaliação é importante para o planejamento das próximas atividades que envolveram os conteúdos de funções com a utilização da Robótica Educacional.

#### **6.4.2.2 Roteiro de Atividade 2: Relação de dependência entre variáveis**

**Unidade didática:**

Relação de dependência entre variáveis.

**Duração da aula:**

Dois períodos de 55 minutos.

**Objetivo Geral:**

Compreender as funções como uma relação de dependência entre as variáveis.

**Objetivo Específico:**

- Incentivar o estudante a aplicar o conceito de proporcionalidade;
- Explorar o conceito de dependência entre variáveis, utilizando a proporcionalidade e a Robótica Educacional;
- Proporcionar significado a relação de dependência entre as variáveis e tornando clara a relação entre as variáveis;
- Propor, testar e debater hipóteses sobre as atividades e práticas envolvendo a relação de dependência entre as variáveis.

**Habilidades da BNCC:**

- (EF09MA06) Compreender as funções como relações de dependência unívoca entre duas variáveis e suas representações numérica, algébrica e gráfica e utilizar esse conceito para analisar situações que envolvam relações funcionais entre duas variáveis.
- (EF09MA08) Resolver problemas que envolvam relações de proporcionalidade direta e inversa entre duas ou mais grandezas.
- (EF07MA13) Compreender a ideia de variável, representada por letra ou símbolo, para expressar relação entre duas grandezas, diferenciando-a da ideia de incógnita.

**Conceito-chave:**

Dependência entre duas variáveis.

**Pré-Requisitos:**

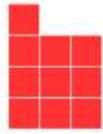
- Grandezas diretamente proporcionais;
- Noções básicas de informática;
- Conhecimentos básicos sobre o TinkerCad.

**Desenvolvimento Metodológico:**

- 1) **Boas-Vindas:** iniciar a aula apresentando o objetivo geral desta aula: Compreender as funções como uma relação de dependência entre as variáveis.
- 2) **Dividir a turma em três ilhas de estudos.**
- 3) **Aquecimento para a aula:** Entregar uma folha para cada ilha de estudo, contendo a seguinte problematização:

Observe o quadro abaixo:

**Quadro 5 – Atividade de Aquecimento para a aula**

Número da Figura	1	2	3	4	5
Figura					

Fonte: Próprio autor (2023).

Agora, responda:

a) Existe alguma relação entre o número da figura e a quantidade de quadrados nelas? Hipótese(s):

b) É possível estabelecer uma relação matemática entre o número da figura e a quantidade de quadrados? Hipótese(s):

- Solicitar que, individualmente, os educandos leiam a atividade e busquem a solução do problema, levantando, anotando e debatendo hipóteses.

4) **Discussão das hipóteses levantadas e das soluções encontradas.**

- É possível escrever a relação apresentada em uma fórmula?
- Estabelecida a relação, é possível indicar quantos quadrados terá a figura de número 13?

5) **Atividade principal:** entregar uma folha para cada ilha de estudo contendo a seguinte problematização:

Um LED pisca 12 vezes por minuto. O professor de matemática da turma do nono ano resolveu calcular quantas vezes o LED pisca de acordo com o tempo. Para isso ele montou a seguinte tabela.

**Tabela 4 – Tempo X quantidade de vezes que o LED pisca**

Minutos	1	2	3	10	60	120	480
Quantidade de vezes que o LED pisca	12	24	36	120	720	1 440	5 760

Fonte: Próprio autor (2023).

Analisando a tabela do professor, podemos afirmar que a quantidade de vezes que o LED pisca está diretamente proporcional ao tempo?

- Solicitar que, individualmente, os educandos leiam a atividade e busquem a solução do problema, levantando, anotando as hipóteses.

- Em seguida, discutir com a turma as hipóteses criadas, lembrando através de alguns questionamentos, o conceito de proporcionalidade<sup>24</sup> e aproveitando para introduzir o conceito de dependência de variáveis.

- Após a discussão, solicite que os estudantes respondam o restante das questões:

Com base na situação anterior, responda:

a) Quantas vezes o LED pisca em 6 minutos? Hipótese(s):

b) Das variáveis envolvidas, qual a quantidade de vezes que o LED pisca e o tempo, qual delas depende da outra? Hipótese(s):

- Buscar a solução do problema, levantando, anotando e debatendo hipóteses.

**5) Discussão das hipóteses levantadas e das soluções encontradas.**

- Todos perceberam a relação de dependência?

- O espaçamento dos dados foi um fator que facilitou ou dificultou que vocês percebessem esta proporcionalidade e relação dos valores?

- Como podemos interpretar a relação de dependência das variáveis?

- Existe outra estratégia que possa ser utilizada?

- É possível perceber que a cada minuto acrescentado, a quantidade de vezes que o LED pisca aumenta proporcionalmente?

- Na relação entre as variáveis, é possível perceber que uma variável é dada em função da outra?

- É possível estabelecer alguma relação matemática?

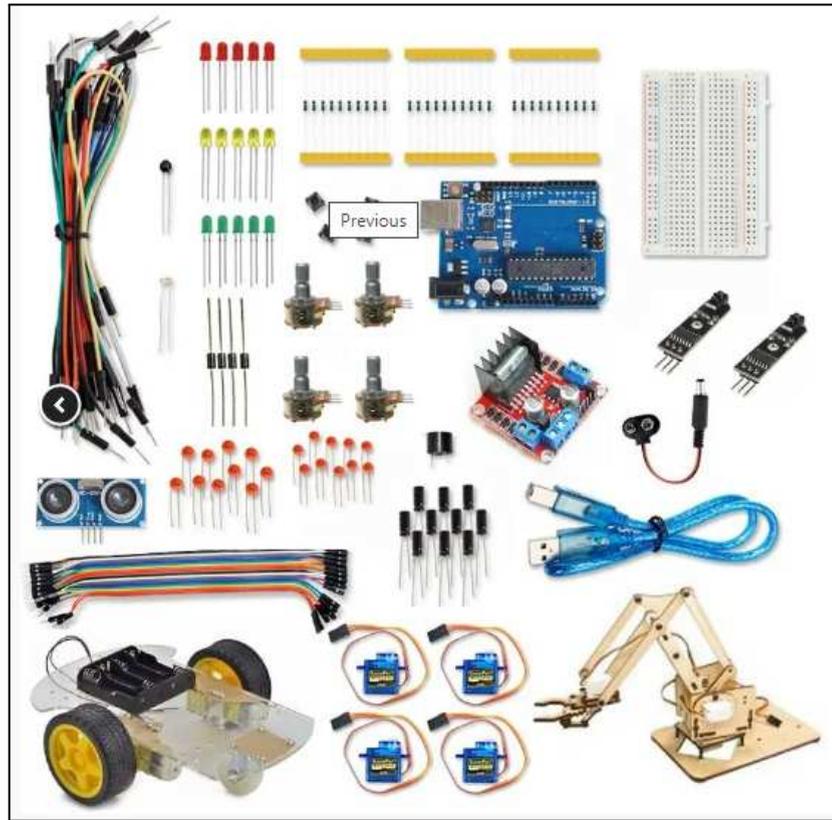
**6) Sistematização do conceito:** uma variável é considerada dependente, quando há uma correspondência que a associa a uma variável independente.

**7) Prática com o arduíno:** na sala de informática, apresentar os dispositivos com os quais os estudantes irão trabalhar nas aulas (FIGURA 19).

---

<sup>24</sup> **Proporção:** São aquelas grandezas onde a variação de uma provoca a variação da outra numa mesma razão. Exemplo: Se uma dobra a outra dobra, se uma é dividida em duas partes iguais a outra também é dividida.

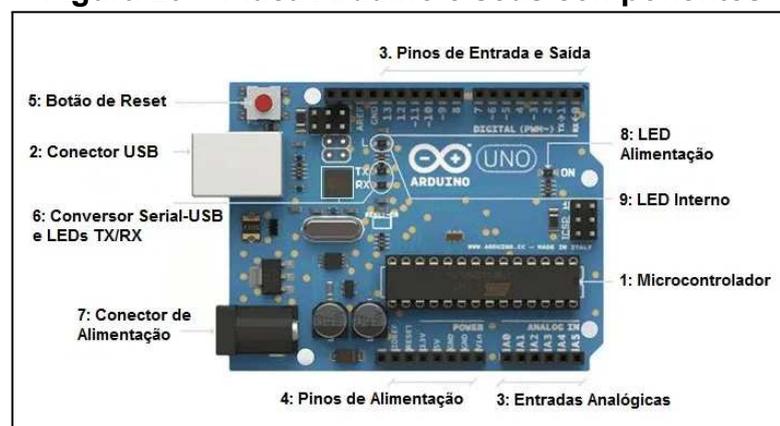
**Figura 19 – Dispositivos que compõem o kit de robótica que será utilizado no desenvolvimento das aulas**



Fonte: Próprio autor (2023).

- Entregar uma placa Arduino e uma placa de Ensaio (Protoboard) para cada ilha de estudo.
- Explicar que a placa Arduino (FIGURA 20) é como um pequeno computador e que o mesmo funciona como cérebro do robô. Aproveitar para fazer uma breve explanação sobre os componentes da placa arduino.

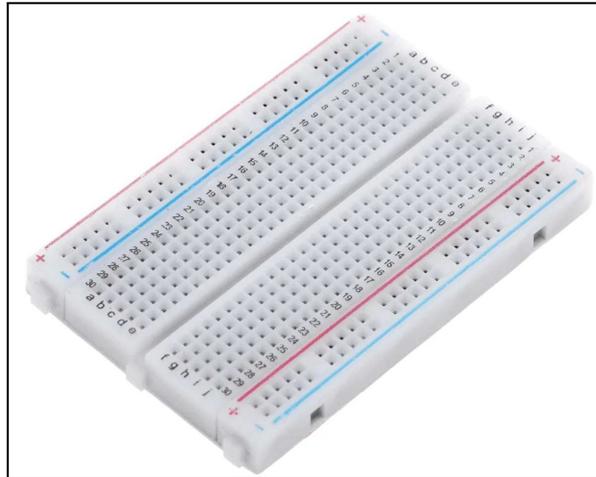
**Figura 20 – Placa Arduino e seus componentes**



Fonte: Próprio autor (2023).

A Protoboard (FIGURA 21) é uma placa com furos e conexões condutoras utilizada para a montagem de protótipos e projetos iniciais.

**Figura 21 – Modelo de uma Protoboard**



Fonte: Próprio autor (2023).

**IMPORTANTE:** Perguntar aos estudantes o nome dos componentes que eles estão utilizando. Exemplos: Como é mesmo o nome desses fios? Como é mesmo o nome desse motor? Etc.

Convém comentar com os estudantes que eles não construirão robôs nas aulas, mas, sim, aprenderão a programar pequenos protótipos de robôs, bem como poderão também ajudar a construir alguns desses protótipos.

- Reservar um tempo para os alunos observarem e manipularem o material. Aproveitar esse momento para iniciar a montagem do protótipo da sinaleira.

**OBSERVAÇÃO:** Enquanto os estudantes manipulam o material e vão conhecendo os componentes, pedir a eles algumas informações, tais como: Qual dessas peças vocês acham que são os jumpers? Quais equipamentos são possíveis de ligar na Protoboard? Vocês imaginam o que esse sensor faz (mostrar o sensor de distância)? Etc.

Também é importante falar que, para o robô funcionar e saber o que fazer, precisamos programá-lo. Para realizar essa programação serão utilizados dois *softwares*: o TinkerCad e o ambiente de programação da Placa Arduino.

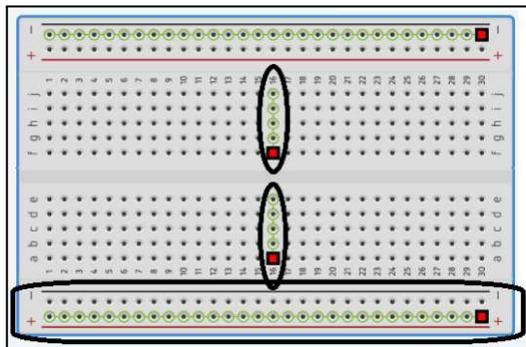
- Solicitar aos estudantes que acessem o site do TinkerCad<sup>25</sup>.
- Disponibilizar aos alunos o código da turma (Link da turma).

<sup>25</sup> Disponível em: <<https://www.tinkercad.com/>>

- Já na tela inicial, clicar em Criar um novo Circuito.
- Escolher, na lista de componentes, e arrastar a protoboard (“Breadboard Small”) para a área de trabalho.

**CUIDADO** ao colocar os componentes na Protoboard! Existem posições corretas nas furações. Os pinos de 1 a 30 se conectam, individualmente, na vertical, enquanto os pinos destinados à alimentação se conectam na horizontal, conforme ilustra a Protoboard abaixo:

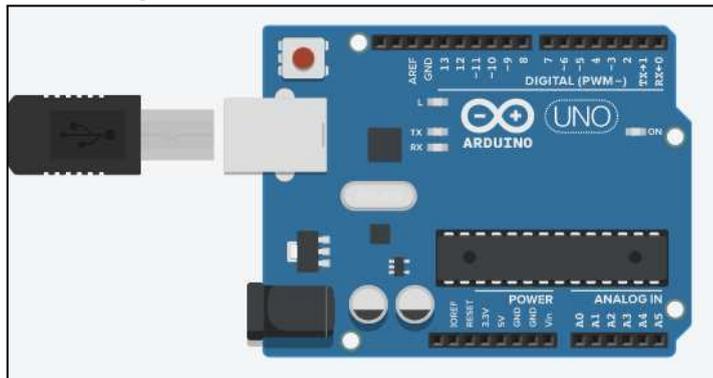
**Figura 22 – Conexões dos furos da Protoboard**



Fonte: Próprio autor (2023).

- Escolher, na lista de componentes, e arrastar a placa Arduino (Arduino Uno R3, conforme a Figura 23) para a área de trabalho.

**Figura 23 – Representação da Placa Arduino no TinkerCad**



Fonte: Próprio autor (2023).

- Solicitar aos estudantes que achem os LED's e façam testes para tentar ligá-los.
- Após a manipulação e o início da familiarização dos componentes, lançar o desafio para os grupos:

**Desafio:** Desenvolva, utilizando primeiramente o TinkerCad, um protótipo de uma lâmpada que pisque na mesma proporção apresentada na atividade sobre LED's. Após a montagem no TinkerCad, faça a construção do sistema utilizando a placa arduíno.

- HIPÓTESES:
- TESTES:
- AJUSTE DAS HIPÓTESES:
- TESTE:
- RESULTADO:

**8) Apresentação dos resultados encontrados:** a apresentação dos resultados encontrados pelos estudantes ocorrerá na próxima aula.

**9) Encerramento da aula e avaliação:** solicitar aos alunos que escrevam um resumo da aula, elencando os conhecimentos adquiridos, quais as dificuldades encontradas na montagem do protótipo e as estratégias que o grupo encontrou para driblar as dificuldades.

#### *6.4.2.3 Roteiro de Atividade 3: Representação de funções através (ou por meio) de conjuntos*

##### **Unidade didática:**

Representação de funções como conjuntos.

##### **Duração da aula:**

Dois períodos de 55 minutos.

##### **Objetivo Geral:**

Representar as funções como uma relação entre conjuntos, através de diagramas de flechas com o auxílio da Robótica Educacional.

##### **Objetivo Específico:**

- Retomar o conceito de representação de conjuntos;
- Utilizar a representação de conjuntos por meio de diagramas;
- Representar numericamente e algebricamente os elementos de um conjunto;

- Proporcionar significado ao conteúdo trabalhado e tornando claro a representação por meio de diagramas;
- Propor, testar e debater hipóteses sobre as atividades e práticas desenvolvidas, relacionando a função com os elementos de um conjunto.

**Habilidade da BNCC:**

(EF09MA06) Compreender as funções como relações de dependência unívoca entre duas variáveis e suas representações numérica, algébrica e gráfica e utilizar esse conceito para analisar situações que envolvam relações funcionais entre duas variáveis.

**Conceito-chave:**

Relação entre conjuntos.

**Pré-Requisitos:**

- Noções básicas de representação de conjuntos;
- Análise de Tabelas.

**Desenvolvimento Metodológico:**

1) **Boas-Vindas:** apresentar o objetivo geral desta aula: Representar as funções como uma relação entre conjuntos, através de diagramas de flechas com o auxílio da Robótica Educacional.

2) **Dividir a turma em três ilhas de estudos.**

3) **Conclusão do Desafio do Roteiro de Atividade 2:**

- Solicitar aos grupos que apresentem os seus protótipos. Aproveite esse momento e questione os estudantes sobre as montagens de seus protótipos:

- O que foi mais fácil, programar ou montar?
- Quais as dificuldades que o grupo encontrou?
- Quais atitudes o grupo tomou para resolver as dificuldades?
- O que mais chamou a atenção na montagem do protótipo?

4) **Continuidade da aula:**

- Para essa aula, será fundamental que os estudantes utilizem a sala de informática.

- Discutir com a turma o seguinte enunciado:

Um conjunto é uma coleção de diversos elementos. Exemplo: O conjunto dos alunos da turma do 9º ano, ou o conjunto dos múltiplos de 3.

Quais outros elementos do nosso cotidiano podemos representar através de um conjunto? Hipótese(s):

Você acha que existe apenas uma maneira que podemos escrever um conjunto? Hipótese(s):

**5) Discussão das hipóteses levantadas e das soluções encontradas.**

- É possível estabelecer outras relações diferentes da apresentada?
- Em qual das representações utilizamos uma propriedade comum entre os elementos dos conjuntos?

**6) Atividade principal:** Entregar uma folha para cada ilha de estudo contendo a seguinte problematização:

O professor de Matemática da Escola Emílio Leichtveis deseja fretar um Micro-ônibus de 18 lugares para uma viagem de estudos até o Campus da FURG em Santo Antônio da Patrulha/RS. Para essa viagem, o valor da locação sairá R\$720,00, sendo que essas despesas serão divididas igualmente entre todos os ocupantes. Como podemos representar a relação entre o número de passageiros e o preço que será pago por pessoa? Hipótese(s):

- Solicitar que os estudantes leiam a atividade e busquem a solução do problema, levantando, anotando as hipóteses.

**7) Discussão das hipóteses levantadas e das soluções encontradas.**

- Quais informações podem estar contidas na representação de um problema através de diagramas?

- Quais vantagens a turma percebe ao escrever as variáveis por meio de uma tabela? E quais as desvantagens?

- Quais as semelhanças e as diferenças que você consegue perceber ao representar os problemas por meio de uma tabela? E por meio de tabela e diagrama de flechas?

- Foi possível interpretar todos os dados do problema de maneira clara?

- Os estudantes poderão representar a situação através de uma tabela ou de um diagrama.

• Após o levantamento das hipóteses dos estudantes, comente com eles que existem três maneiras que podemos repetir um conjunto, são eles:

- **Por extensão:** escrevendo (listando) todos os seus elementos.

- **Por compreensão:** definindo uma propriedade comum aos elementos.
- **Por representação gráfica:** utilizando o Diagrama de Venn-Euler.

8) **Sistematização do conceito:** Dado dois conjuntos  $A =$  Número de passageiros e  $B =$  Valor pago por passageiro, podemos representar essa relação através de um diagrama. Questione os estudantes:

- Como os elementos se relacionam?
- Todos os números do conjunto  $A$  têm um elemento respectivo no conjunto  $B$ ?
- Todo elemento do conjunto  $B$  é imagem de  $A$ ? Quais não são?

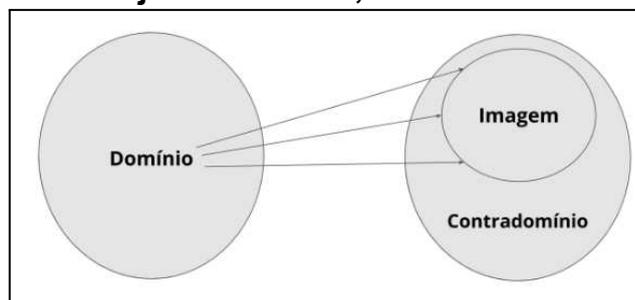
O Conjunto **A** chama-se **domínio**;

O Conjunto **B** chama-se **contradomínio**;

O **Conjunto Imagem** é o **subconjunto** do contradomínio (Conjunto **B**), e é composto pelos elementos que possuem correspondência do Conjunto **A**.

Pelo diagrama, temos:

**Figura 24 – Conjunto Domínio, Contradomínio e Imagem**



Fonte: Próprio autor (2023).

- Após a Sistematização do conteúdo, solicite aos estudantes que representem os dados da atividade sobre o LED, do *Roteiro de aula 2*, através de um diagrama.

- Hipótese(s):

### 9) **Prática com o Arduino:**

**Desafio:** Em uma rodovia pouco movimentada por pedestres, mas muito movimentada por automóveis e motocicletas, precisa-se instalar um semáforo. Para tanto, pelo pouco movimento de pedestres, o semáforo deverá sempre estar aberto (sinal verde aceso), até o momento que um pedestre apertar um botão, que estará instalado em um poste, de cada lado da rodovia. Os estudantes do nono ano da Escola Emílio Leichtveis, foram desafiados a desenvolverem um protótipo desse

semáforo utilizando a Placa Arduino. Para concluir o protótipo, os estudantes devem associar elementos de um conjunto (os estados possíveis do botão), com os elementos de outro conjunto (os estados possíveis dos LED's).

- Hipótese(s):

**10) Apresentação dos resultados encontrados:** a apresentação dos resultados encontrados pelos estudantes ocorrerá na próxima aula.

**11) Encerramento:** solicitar aos alunos que escrevam um resumo da aula, elencando os conhecimentos adquiridos, quais as dificuldades encontradas na montagem do sistema, as estratégias que o grupo encontrou para driblar as dificuldades.

#### *6.4.2.4 Roteiro de Atividade 4: Diferença entre uma relação e uma função*

##### **Unidade didática:**

Diferença entre uma relação e uma função.

##### **Duração da aula:**

Dois períodos de 55 minutos.

##### **Objetivo Geral:**

Compreender a diferença entre uma relação e uma função.

##### **Objetivos Específicos:**

- Entender a diferença entre relações e funções;
- Retomar o conceito de dependência de variáveis;
- Explorar o conceito de função a partir do conceito de relação;
- Proporcionar significado ao conteúdo trabalhado, tornando clara a diferença entre relações e funções;
- Propor, testar e debater hipóteses sobre as atividades e as práticas desenvolvidas para diferenciar uma função de uma relação.

##### **Habilidade da BNCC:**

(EF09MA06) Compreender as funções como relações de dependência unívoca entre duas variáveis e suas representações numérica, algébrica e gráfica e

utilizar esse conceito para analisar situações que envolvam relações funcionais entre duas variáveis.

**Conceito-chave:**

Diferença entre relações e funções.

**Pré-Requisitos:**

Noções básicas de representação de conjuntos.

**Desenvolvimento Metodológico:**

1) **Boas-Vindas:** apresentar o objetivo geral desta aula: Compreender a diferença entre uma relação e uma função.

2) **Dividir a turma em três ilhas de estudos.**

3) **Conclusão do Desafio do Roteiro de Atividade 3:**

- No início da aula, reservar um tempo para a conclusão dos protótipos da aula anterior, uma vez que a atividade exige mais tempo para os alunos testarem e validarem as suas hipóteses.

- Após a conclusão da montagem dos protótipos, solicitar aos grupos que apresentem os seus trabalhos. Fazer alguns questionamentos aos estudantes sobre as montagens de seus protótipos:

- O que foi mais fácil, programar ou montar?
- Quais as dificuldades que o grupo encontrou?
- Quais atitudes o grupo tomou para resolver as dificuldades?
- O que mais chamou a atenção na montagem do protótipo?

4) **Atividade principal:** entregue uma folha para cada ilha de estudo, contendo a seguinte problematização:

O professor de matemática do 9º ano propôs o seguinte problema para a turma:

Durante o mês de dezembro de 2022, a gerência de uma rede de concessionárias decidiu realizar um levantamento para verificar a quantidade de vendedores e a quantidade de carros vendidos no mês. Esse levantamento foi realizado em seis cidades. Assim, a gerência da concessionária encontrou os seguintes resultados, de acordo com cada cidade:

**Tabela 5 – Informações da Atividade principal, Roteiro de Atividades 4**

Cidade	Quantidade de vendedores	Quantidade de carros vendidos
Sapiranga	8	2 400
Araricá	10	2 500
Nova Hartz	12	1 700
Parobé	9	2 000
Taquara	12	1 250
Igrejinha	11	2 200

Fonte: Próprio autor (2023).

Agora, responda:

a) A quantidade de carros vendidos depende diretamente da quantidade de vendedores na loja? Por quê? Hipótese(s):

b) Faça um diagrama para representar a relação de quantidade de vendedores e quantidade de carros vendidos. Hipótese(s):

c) Utilizando como base o diagrama elaborado na atividade anterior “b”, podemos dizer que existem lojas com a mesma quantidade de vendedores e com a quantidade de carros diferentes? Hipótese(s):

- Solicite que, os educandos leiam a atividade e busquem a solução do problema, levantando, anotando e debatendo hipóteses.

**5) Discussão das hipóteses levantadas e das soluções encontradas.**

- Existe uma relação entre os valores encontrados?
- Como ficou o diagrama de vocês?

**6) Sistematização do conceito:** sejam dois conjuntos: A (conjunto de partida - conjunto do número de vendedores) e B (conjunto de chegada - conjunto do número de carros vendidos). Define-se a *função* como sendo a correspondência que se estabelece entre os elementos A e os de B, em que cada elemento de A corresponde um e somente um elemento de B. Aos elementos de A (objetos) chama-se o *domínio* da função e os elementos de B a que correspondem os elementos de A (imagens), chama-se *contradomínio* da função.<sup>26</sup>

**7) Prática com o arduíno:**

Um motorista<sup>27</sup> de táxi cobra R\$ 3,50 de bandeirada (valor fixo) mais R\$ 0,70 por quilômetro rodado (valor variável). Determine o valor a ser pago por uma corrida relativa a um percurso de 18 km. Hipótese(s):

<sup>26</sup> Definição adaptada. Fonte: PAIVA, Manoel. **Matemática – Paiva**. 1. ed. São Paulo. Moderna, 2013.

<sup>27</sup> Questão inspirada na dissertação de Oliveira (2017), em sua pesquisa “*Robótica nas Aulas de Matemática: uma perspectiva tecnológica associada ao Ensino de Funções*”.

**Desafio:** Desenvolva a programação de um Carro Robô. Após programar, meça a distância que ele percorre em relação ao tempo cronometrado. Monte um diagrama de setas para representar essa situação. **Hipótese(s):**

**8) Encerramento:**

- Solicite aos alunos que escrevam um resumo da aula, elencando os conhecimentos adquiridos, quais as dificuldades encontradas na montagem do sistema e quais as estratégias que o grupo encontrou para driblar as dificuldades.

**6.4.2.5 Roteiro de Atividade 5: Representação de uma função no Plano Cartesiano**

**Unidade didática:**

Representação de uma função no Plano Cartesiano.

**Duração da aula:**

Dois períodos de 55 minutos.

**Objetivo Geral:**

Compreender as funções e representá-las através do plano cartesiano.

**Objetivo Específico:**

- Associar pares ordenados de números a pontos do plano cartesiano;
- Retomar o conceito de dependência de variáveis;
- Representar graficamente uma função;
- Propor, testar e debater hipóteses sobre as atividades e práticas envolvendo a representação de uma função no plano cartesiano.

**Habilidade da BNCC:**

- (EF09MA06) Compreender as funções como relações de dependência unívoca entre duas variáveis e suas representações numérica, algébrica e gráfica e utilizar esse conceito para analisar situações que envolvam relações funcionais entre duas variáveis.

- (EF08MA12) Identificar a natureza da variação de duas grandezas, diretamente, inversamente proporcionais ou não proporcionais, expressando a

relação existente por meio de sentença algébrica e representá-la no plano cartesiano.

- (EF06MA16) Associar pares ordenados de números a pontos do plano cartesiano.

**Conceito-chave:**

Representação gráfica de funções.

**Pré-Requisitos:**

Valor numérico de uma expressão algébrica.

**Desenvolvimento Metodológico:**

1) **Boas-Vindas:** apresentar o objetivo geral desta aula: Compreender as funções e representá-las através do plano cartesiano.

2) **Dividir a turma em três ilhas de estudos.**

3) **Conclusão do Desafio do Roteiro de Atividade 4:**

- Os alunos divididos em grupos, solicitar aos grupos que apresentem os seus trabalhos. Fazer alguns questionamentos aos estudantes sobre as montagens de seus protótipos:

- O que foi mais fácil, programar ou montar?
- Quais as dificuldades que o grupo encontrou?
- Quais atitudes o grupo tomou para resolver as dificuldades?
- O que mais chamou a atenção na montagem do protótipo?

4) **Atividade principal:**

Atenção estudantes!

Utilizem o Carro Robô de seu grupo para que ele percorra o trajeto demarcado pelo professor na sala de aula. Mas, atenção a cada trecho do trajeto! O professor marcará um determinado ponto. Ao chegar nesses pontos, anotem o tempo percorrido e a distância. Para que todas as etapas sejam cumpridas com êxito, realize a revisão da programação do seu Carro Robô!

Boa sorte às equipes!

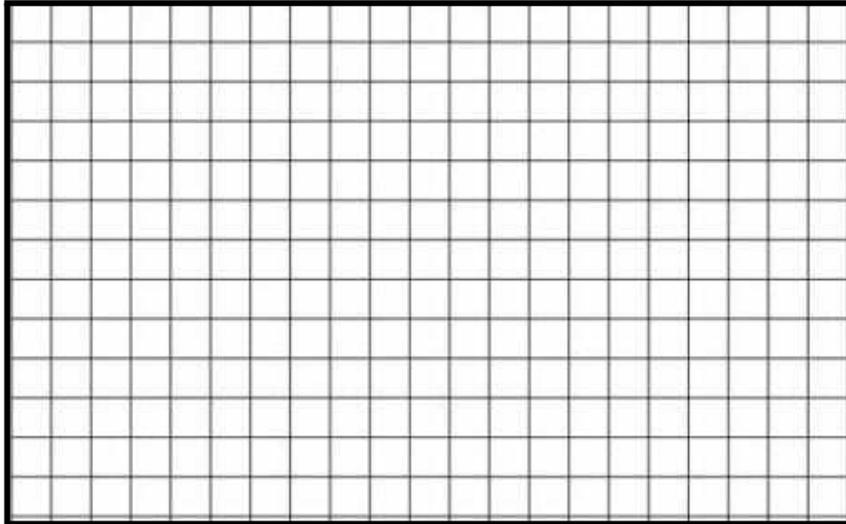
- Hipótese(s):

Agora resolva:

a) Organizem os dados encontrados pelo seu grupo em uma tabela.

b) Na malha quadriculada abaixo, faça a representação gráfica dos valores encontrados na tabela.

**Figura 25 – Malha quadriculada: Atividade principal, Roteiro de Atividade 5**

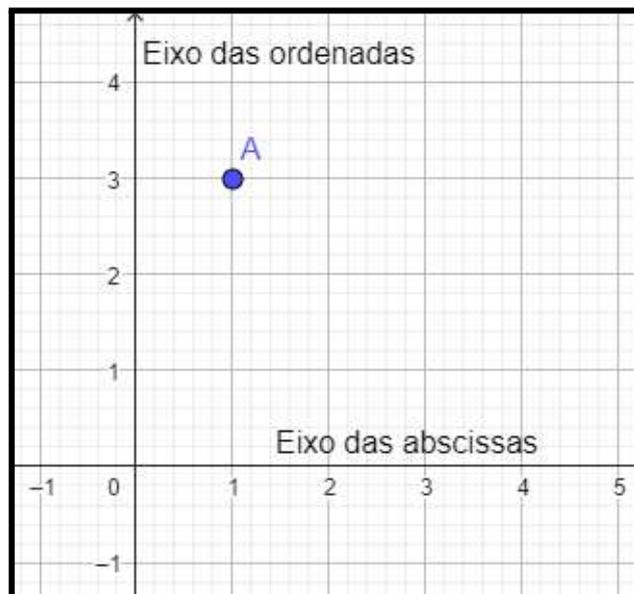


Fonte: Próprio autor (2023).

**5) Contextualizar:**

- O plano cartesiano é constituído por duas retas perpendiculares entre si (reta X na horizontal e reta Y na vertical).
- O eixo X é chamado de eixo das abscissas.
- O eixo Y é chamado de eixo das ordenadas.

**Figura 26 – Plano cartesiano construído no software GeoGebra**



Fonte: Próprio autor (2023).

- Cada ponto que se encontra dentro do plano cartesiano é chamado de Par Ordenado e é o encontro entre um valor do eixo das abscissas e um valor do eixo das ordenadas. No plano cartesiano acima, temos o ponto A (1, 3).

**6) Discussão das hipóteses levantadas e das soluções encontradas.**

- Qual é a razão de se encontrar dois pontos?
- É possível definir uma única reta através destes pontos?
- Podemos encontrar outros valores que podem ser aplicados na tabela?
- Há alguma restrição para os valores utilizados a serem utilizados em em x?

**7) Sistematização do conceito:**

- Para que possamos construir o gráfico de uma função, podemos:
  - Construir uma tabela com alguns valores para x (domínio);
  - Encontrar o par ordenado (x, y) de acordo com a lei de cada função;
  - Marcar os pontos no plano cartesiano;
  - Ligar os pontos para a construção da função.

**8) Prática com o arduíno:**

(U. F. Juiz de Fora-MG) O motorista<sup>28</sup> de um caminhão pretende fazer uma viagem de Juiz de Fora a Belo Horizonte, passando por Barbacena (cidade situada a 100 Km de Juiz de Fora e a 180 Km de Belo Horizonte). A velocidade máxima no trecho que vai de Juiz de Fora a Barbacena é de 80 km/h e de Barbacena a Belo Horizonte é de 90 km/h. Determine qual o tempo mínimo, em horas, de viagem de Juiz de Fora a Belo Horizonte, respeitando-se os limites de velocidades:

- a) ( ) 4,25h      b) ( ) 3,25h      c) ( ) 2,25h      d) ( ) 3,50h      e) ( ) 4,50h

- Hipótese(s):

É hora da corrida! Revise a programação do seu protótipo do Carro Robô, pois o grupo participará de uma corrida.

O professor irá determinar o ponto de chegada.

Que vença o melhor!!

**9) Encerramento:**

- Solicitar aos alunos que escrevam o resumo da aula, elencando os conhecimentos adquiridos, quais as dificuldades encontradas na montagem do sistema e quais as estratégias que o grupo encontrou para driblar as dificuldades.

---

<sup>28</sup> Situação-problema baseada na dissertação de Cobuci (2021), intitulada “O uso da Robótica Educacional como ferramenta no Ensino e Aprendizagem de Funções Afim e Quadrática”.

#### 6.4.2.6 Roteiro de Atividade 6: Avaliação Diagnóstica Final

##### **Unidade didática:**

- Relação de dependência entre variáveis;
- Representação de funções como conjuntos;
- Diferença entre uma relação e uma função;
- Representação de uma função no Plano Cartesiano.

##### **Duração da aula:**

Dois períodos de 55 minutos.

##### **Objetivo Geral:**

Perceber quais conhecimentos de funções foram consolidados e ou estão em construção, após a aplicação dos Roteiros de Atividades, através da proposta de atividades na Avaliação Diagnóstica.

##### **Habilidade da BNCC:**

- (EF09MA06) Compreender as funções como relações de dependência unívoca entre duas variáveis e suas representações numérica, algébrica e gráfica e utilizar esse conceito para analisar situações que envolvam relações funcionais entre duas variáveis.
- (EF09MA07) Resolver problemas que envolvam a razão entre duas grandezas de espécies diferentes.
- (EF08MA12) Identificar a natureza da variação de duas grandezas, diretamente, inversamente proporcionais ou não proporcionais, expressando a relação existente por meio de sentença algébrica e representá-la no plano cartesiano.
- (EF06MA16) Associar pares ordenados de números a pontos do plano cartesiano.

##### **Desenvolvimento Metodológico:**

1) **Boas-Vindas:** apresentar o objetivo geral desta aula: Perceber quais conhecimentos de funções foram consolidados e ou estão em construção, após a

aplicação dos Roteiros de Atividades, através da proposta de atividades na Avaliação Diagnóstica.

- 2) **Separar a turma em quatro fileiras individuais.**
- 3) **Entregar uma folha para cada estudante contendo as atividades abaixo descritas e solicitar que resolvam as questões.**

	<p>Escola Municipal de Ensino Fundamental Emílio Leichtveis RS 020 Parada: 115 Tel: 3544-1188 - escolaemel@gmail.com</p> <p style="text-align: center;"><b>Avaliação Diagnóstica - Final</b></p>
<p>Nome: _____ Turma: _____ Disciplina: <b>Matemática</b> Data: ___ / ___ / _____ Professor: <b>Dionata Gustavo Schöenardie</b></p>	

Olá, estudante!

Estamos finalizando a etapa de aplicação das atividades com a Robótica Educacional.

Eu Dionata Gustavo Schöenardie, Professor e pesquisador e meus orientadores, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Ignácio e Prof. Dr. Luciano, gostaríamos de agradecer a sua participação e dedicação no decorrer dessas aulas. Temos certeza que cada um deu o melhor de si. Com isso, deixamos um pequeno presentinhos para que lembrem com carinho dessas nossas aulas.

Para finalizar essa série de aulas, apresento a você essa Avaliação Diagnóstica Final. Ela é o instrumento que marcará o final de nossa sequência de aulas sobre o estudo do conceito de funções.

Os dados aqui coletados serão mantidos em total sigilo, conforme descrito no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE e no Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE.

Aproveite este momento! Boa Avaliação!!

**Atenção:** Resolva atentamente as questões propostas:

**Questão 1.** Pedro irá guardar dinheiro para poder fazer uma viagem de final de ano. Para realizar essa meta, decidiu poupar R\$ 220,00 por mês. Com essas informações, responda:

- a) Quantos reais Pedro conseguirá juntar em quatro meses?

b) Por quantos meses Pedro deverá poupar, sabendo que serão necessários R\$ 3 740,00 para a sua viagem?

**Questão 2.** O que você entende por função?

**Questão 3.** Sabe-se que um determinado líquido quando aquecido, aumenta sua temperatura em  $5^{\circ}\text{C}$  a cada minuto, até que atinja a sua temperatura máxima de ebulição de  $50^{\circ}\text{C}$ . Sabendo que esse líquido encontra-se em temperatura ambiente de  $35^{\circ}\text{C}$ :

- Represente os conjuntos domínio, contradomínio e imagem da função.
- Responda: Quanto tempo esse líquido demora para entrar em ebulição?

**Questão 4.** Sofia é gerente do zoológico de Gramado. Ela resolveu fazer um estudo, durante uma semana, comparando a temperatura média diária com a quantidade de visitantes no dia. Observe os resultados encontrados por Sofia.

**Tabela 6 – Média das temperaturas encontradas pela gerente Sofia – Avaliação Diagnóstica Final**

Dia da Semana	Temperatura (em graus Celsius)	Número de visitantes
Segunda-feira	19	1 000
Terça-feira	22	900
Quarta-feira	23	800
Quinta-feira	22	1 100
Sexta-feira	20	1 200
Sábado	19	1 100
Domingo	21	1 000

Fonte: Próprio autor (2023).

Observando a tabela e as informações que constam nela, responda:

- Houve algum dia em que foram registradas as mesmas temperaturas médias? Se sim, qual?
- Podemos afirmar que a relação do número de pessoas que visitaram o parque e a temperatura média representam uma função? Justifique sua resposta através de um diagrama.

**Questão 5.** A Bolaria da Carla Jordana apresentou uma novidade aos seus clientes: Bolo de Nozes com castanha de cajú. Ela passou a vender o pedaço desse bolo conforme a tabela abaixo:

**Tabela 7 – Preço dos bolos conforme o número de fatias – Avaliação Diagnóstica Final**

Quantidade de fatias	Valor em reais
1	6,20
2	12,40
3	18,60
4	24,80

Fonte: Próprio autor (2023).

a) Ao comprar 12 fatias desse bolo, quanto você receberia de troco se pagasse com uma nota de R\$100,00?

b) Represente, por meio de uma fórmula, o valor pago ( $V$ ), em reais, em função da quantidade de fatias ( $q$ ).

c) Quantas fatias desse bolo é possível comprar com R\$68,20?

**Questão 6.** Uma loja vende pirulitos de acordo com a tabela.

**Tabela 8 – Valor pago pela quantidade comprada de pirulito – Avaliação Diagnóstica Final**

Quantidade de pirulitos	Valor pago (R\$)
1	1,25
2	2,50
3	
4	5,00
5	

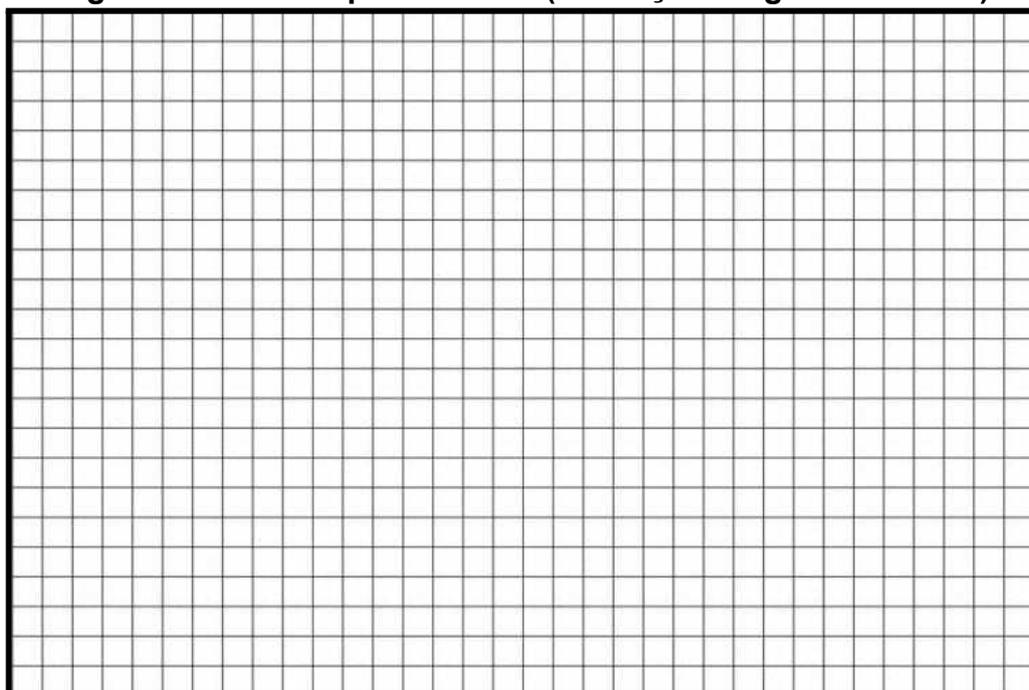
Fonte: Próprio autor (2023).

Com base nos dados apresentados, faça o que se pede:

a) Complete a tabela com os valores faltantes.

b) Elabore uma função que relacione o valor pago ( $v$ ) com a quantidade de pirulitos comprados ( $p$ ).

c) Represente, no plano cartesiano, o gráfico da função.

**Figura 27 – Malha quadriculada (Avaliação Diagnóstica Final)**

Fonte: Próprio autor (2023).

**“Educar verdadeiramente não é ensinar fatos novos ou enumerar fórmulas prontas, mas sim preparar a mente para pensar”.**

**Albert Einstein**

**4) Solicitar aos estudantes, que ao finalizar a Avaliação, aguardem em seus lugares, até que todos os colegas terminem.**

**5) Após o recolhimento da Avaliação Diagnóstica, agradecer a participação e dedicação dos jovens durante todas as aulas aplicadas.**

Após o desenvolvimento dos Roteiros de Atividades, encerramos a etapa de Análise A priori. Na próxima seção descrevemos o desenvolvimento de cada Roteiro, assim como mostramos algumas construções de protótipos desenvolvidas pelos estudantes do 9º ano da Escola Municipal de Ensino Fundamental Emílio Leichtveis.

#### 6.4.3 Experimentação

Nessa etapa ocorreu a aplicação da sequência didática planejada e a coleta de dados através do registro das experiências através de áudio (utilizando o

gravador de voz do telefone celular), vídeo e registro de fotografias, além do preenchimento do Diário de Campo.

Em relação ao registro das observações, Pais (2002) salienta que é necessário levar em consideração o maior número possível de informações que podem colaborar no desenvolvimento da pesquisa. Também é preciso considerar as situações reais da experiência e que elas estejam de forma clara e presentes no relatório final da pesquisa.

Pais (2002, p.102) relata, ainda, que “uma sequência didática é formada por certo número de aulas (também denominadas de sessões) planejadas e analisadas previamente com a finalidade de observar situações de aprendizagem, envolvendo os conceitos na pesquisa”. O planejamento das situações didáticas de experimentações, necessitam de uma análise prévia com o intuito de observar as situações de aprendizagem. A execução da sequência didática é também uma fase de fundamental importância para certificar a proximidade dos resultados práticos com a análise teórica.

A fase de Experimentação sobre o Conceito de Função ocorreu em três etapas: Aplicação da Avaliação Diagnóstica Inicial, na vivência da aplicação dos Roteiros de Atividades e na aplicação da Avaliação Diagnóstica Final.

A experimentação ocorreu com 17 (dezesete) estudantes da turma do 9º ano do Ensino Fundamental da Escola Municipal de Ensino Fundamental Emílio Leichtveis. As aulas ocorreram sempre às segundas-feiras e terças-feiras, no horário das 12h35min às 14h35 min.

A sequência de ensino experimental sobre o Conceito de Funções utilizando a Robótica Educacional aconteceu no turno da tarde dos dias 24 abril de 2023 a 15 de maio de 2023 na Sala de Aula e na Sala de Informática da escola, onde a turma foi dividida em três ilhas de estudo.

As atividades envolvendo a Avaliação Diagnóstica Inicial e Final, foram realizadas na sala de aula das turmas. As aulas sobre o Conceito de Funções foram realizadas no laboratório de informática, com o uso do *software* Arduino e com o site TinkerCad. O quadro 4, apresentado na seção 6.2 *Concepções e Análise a Priori*, contém o cronograma de datas proposto para a realização das dezesseis seções de ensino, por turma.

### 6.4.3.1 Aplicação do Roteiro de Atividade 1: Avaliação Diagnóstica Inicial

A Avaliação Diagnóstica Inicial foi aplicada no dia 24 de abril de 2023, na sala de aula da turma com a presença do pesquisador-professor. Foi explicado aos estudantes o objetivo do questionário e solicitamos que respondessem individualmente.

A Avaliação Diagnóstica Inicial consistiu em um instrumento de coleta de informações composto por seis questões. Na primeira questão buscou-se identificar se os estudantes possuíam algum conhecimento sobre o conteúdo "relação entre dois conjuntos de informações".

#### Figura 28 – Recorte da questão 1 da Avaliação Diagnóstica Inicial

**Questão 1.** Pedro irá guardar dinheiro para poder fazer uma viagem de final de ano. Para realizar essa meta, decidiu poupar R\$ 220,00 por mês. Com essas informações, responda:

a) Quantos reais Pedro conseguirá juntar em quatro meses?

b) Por quantos meses Pedro deverá poupar, sabendo que serão necessários R\$ 3 740,00 para a sua viagem?

Fonte: Próprio autor (2023).

Para resolver essa questão, o estudante deveria multiplicar a quantidade de meses pela quantia a ser poupada, ou ainda, o estudante poderia somar as quatro parcelas mensais para encontrar o resultado.

A segunda questão teve o objetivo de identificar se o estudante conseguiu definir, com as suas palavras, o conceito de funções.

#### Figura 29 – Recorte da questão 2 da Avaliação Diagnóstica Inicial

**Questão 2.** O que é função?

Fonte: Próprio autor (2023).

A primeira parte da terceira questão exigia que os estudantes tivessem o conhecimento sobre domínio, imagem e contradomínio. Para a resolução dessa

questão, o estudante poderia optar pela representação por extensão, compreensão ou por conjuntos.

### Figura 30 – Recorte da questão 3 da Avaliação Diagnóstica Inicial

**Questão 3.** Sabe-se que um determinado líquido quando aquecido aumenta sua temperatura em  $5^{\circ}\text{C}$  a cada minuto até que atinja a sua temperatura máxima de ebulição de  $50^{\circ}\text{C}$ . Sabendo que esse líquido encontra-se em temperatura ambiente de  $35^{\circ}\text{C}$ :

a) Represente os conjuntos domínio, contradomínio e imagem da função.

b) Responda: Quanto tempo esse líquido demora para entrar em ebulição?

Fonte: Próprio autor (2023).

Já para a segunda parte, o estudante deveria determinar o tempo que o líquido demoraria para entrar em ebulição. Para solucionar a segunda parte da questão, os estudantes que optaram pela representação da primeira parte da questão através de um diagrama de flechas, poderiam observar qual elemento do domínio se associa com o elemento cinquenta, que corresponde ao ponto de ebulição do líquido. O estudante também poderia adicionar o número cinco aos trinta e cinco, até encontrar o valor cinquenta. Após, bastava o estudante verificar a quantidade de vezes que o valor cinco foi adicionado.

Na quarta questão, expõe-se uma tabela com dados de um suposto estudo realizado por Sofia, gerente do zoológico de Gramado. Nesse estudo, a gerente comparava as temperaturas médias diárias de uma determinada semana com a quantidade de visitantes do dia. Ao final da questão, o estudante era instigado a responder dois questionamentos, conforme a figura 30.

### Figura 31 – Recorte da questão 4 da Avaliação Diagnóstica Inicial

a) Houve algum dia em que foram registradas as mesmas temperaturas médias? Se sim, qual?

b) Podemos afirmar que a relação do número de pessoas que visitaram o parque e a temperatura média representam uma função? Justifique sua resposta através de um diagrama.

Fonte: Próprio autor (2023).

Para resolver a questão 4, letra “a”, o estudante deverá observar a tabela apresentada e comparar os valores das temperaturas médias que a gerente anotou. Já ao solucionar a letra “b” da questão, espera-se que os estudantes observem que houveram dias com temperaturas iguais número de visitantes diferentes, o que contraria o conceito intuitivo de função, em que cada elemento do domínio tem apenas uma única imagem. Essa observação ficará mais clara ao realizar a construção do diagrama.

A questão número cinco trazia uma tabela contendo os valores pagos por um bolo de nozes com castanha de cajú em relação à quantidade de fatias que um cliente pudesse comprar. A questão solicitava que os estudantes respondessem: a) quanto um cliente, pagando com uma nota de R\$ 100,00, receberia de troco, se comprasse 12 fatias desse bolo?; b) representasse, por meio de uma fórmula, o valor pago (V), em reais, em função da quantidade de fatias (q); e c) Quantas fatias desse bolo é possível comprar com R\$68,20?”.

**Figura 32 – Recortes da questão 5 da Avaliação Diagnóstica Inicial**

a)	Ao comprar 12 fatias desse bolo, quanto você receberia de troco se pagasse com uma nota de R\$100,00?
b)	Represente, por meio de uma fórmula, o valor pago (V), em reais, em função da quantidade de fatias (q).
c)	Quantas fatias desse bolo é possível comprar com R\$68,20?

Fonte: Próprio autor (2023).

Para solucionar a primeira parte da questão, o estudante poderá somar 12 vezes o valor de cada fatia de bolo para encontrar o resultado, ou ainda, poderá multiplicar a quantidade de fatias pelo preço unitário, obtendo o valor final. Para responder o segundo questionamento, o estudante observará que o valor a ser pago depende da quantidade de bolo que serão comprados, bastando que multiplique a quantidade de fatias vendidas pelo seu valor unitário ( $V = 6,20 \cdot q$ ). Na última parte da questão, o estudante poderá utilizar a fórmula montada na questão “b” e atribuir o valor 68,20 para a variável V o valor e resolver a equação formulada. Ao resolver a equação o estudante encontra a quantidade de fatias de bolos que será possível ser comprada com o valor.

A sexta questão, está representada na Figura 33.

**Figura 33 – Recorte da questão 6 da Avaliação Diagnóstica Inicial**

- |    |  |
|----|--|
| a) | Complete a tabela com os valores faltantes.  |
| b) | Elabore uma função que relacione o valor pago ( $v$ ) com a quantidade de pirulitos comprados ( $p$ ). |
| c) | Represente, no plano cartesiano, o gráfico da função.  |

Fonte: Próprio autor (2023).

Na resolução da primeira parte da sexta questão da Avaliação Diagnóstica Inicial os estudantes deverão completar a tabela, observando a relação entre a quantidade de pirulitos e o valor a ser pago. Para a segunda parte da questão, poderão observar a relação entre as variáveis e o preenchimento da tabela (realizado na primeira parte da questão), é possível determinar a função que relaciona o valor a ser pago ( $V$ ) com a quantidade de pirulitos comprados ( $p$ ). A fórmula que os estudantes poderão encontrar é  $V(p) = 1,25p$ . Para a realização da última parte da questão, os alunos deverão representar através de um plano cartesiano a função definida na questão anterior. Para isso, o estudante poderá selecionar dois valores da tabela que a questão trás ou ainda atribuir dois valores para a quantidade de pirulitos e assim encontrar os valores a serem pagos respectivamente e assim traçar a reta da função.

Durante a realização da Avaliação Diagnóstica Inicial os estudantes apresentaram algumas dificuldades em compreender os enunciados das questões, que foram respondidas pelo pesquisador-professor. As maiores dificuldades foram diante das questões que deveriam representar a situação problema através de uma fórmula, ou ainda na representação gráfica da situação. Alguns estudantes não queriam realizar a avaliação, pois diziam que nunca tinham estudado aquele assunto ou porque não sabiam resolver. O pesquisador-professor orientou que era este o objetivo, investigar como eles iriam resolver as questões envolvendo os Conceitos de Funções, a partir do conhecimento prévio de cada estudante. A turma escolhida para a realização dessa pesquisa já tem o perfil competitivo e não gostavam de errar questões.

Todos os 17 (dezesete) estudantes realizaram a Avaliação Diagnóstica com atenção. Foi solicitado que, ao terminar de responder, aguardassem sentados e sem fazer barulho, até que todos concluíssem. Alguns estudantes, ao concluir a Avaliação, provocaram barulhos, ao se levantar e conversar na sala de aula. Foi preciso solicitar, diversas vezes, silêncio à turma. A aplicação da Avaliação Diagnóstica Inicial se encerrou às 14h30min. Foi solicitado aos alunos que aguardassem o próximo professor em sala.

No quadro 6, representado abaixo estão os resultados da Avaliação Diagnóstica Inicial realizada pelos dezesseis estudantes da turma.

**Quadro 6 – Resultado da Avaliação Diagnóstica Inicial**

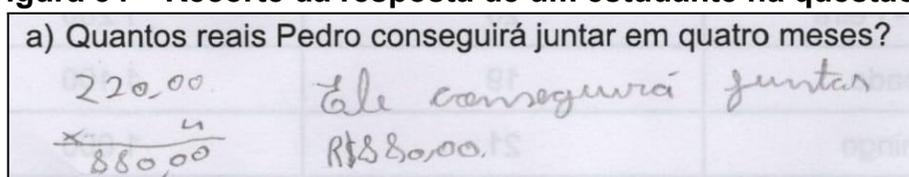
Questão	Enunciado	Número de Acertos	Número de Erros	Não responderam
1. a)	Quantos reais Pedro conseguirá juntar em quatro meses?	16	1	0
1. b)	Por quantos meses Pedro deverá poupar, sabendo que serão necessários R\$ 3740,00 para a sua viagem?	16	1	0
2.	O que é função?	2	13	2
3. a)	Represente os conjuntos domínio, contradomínio e imagem da função.	0	1	16
3. b)	Responda: Quanto tempo esse líquido demora para entrar em ebulição?	14	3	0
4. a)	Houve algum dia em que foram registradas as mesmas temperaturas médias? Se sim, qual?	9	5	3
4. b)	Podemos afirmar que a relação do número de pessoas que visitaram o parque e a temperatura média representam uma função? Justifique sua resposta através de um diagrama.	0	0	17
5. a)	Ao comprar 12 fatias desse bolo, quanto você receberia de troco se pagasse com uma nota de R\$100,00?	5	7	5
5. b)	Represente, por meio de uma fórmula, o valor pago (V), em reais, em função da quantidade de fatias (q).	1	5	11
5. c)	Quantas fatias desse bolo é possível comprar com R\$68,20?	7	1	9
6. a)	Complete a tabela com os valores faltantes.	8	1	8
6. b)	Elabore uma função que relacione o valor pago (v) com a quantidade de pirulitos comprados (p).	0	4	13
6. c)	Represente, no plano cartesiano, o gráfico da função.	0	1	16

Fonte: Próprio autor (2023).

Analisando o quadro acima e as respostas dos estudantes na Avaliação Diagnóstica Inicial, podemos constatar que a ocorrência de maior acerto se deu na

primeira questão. Nessa questão o estudante deveria multiplicar a quantidade de meses pela quantidade a ser poupada, ou ainda, o estudante poderia somar as quatro parcelas mensais para encontrar o resultado, conforme podemos observar na Figura 34.

**Figura 34 – Recorte da resposta de um estudante na questão 1**



Fonte: Próprio autor (2023).

Quanto às dificuldades encontradas na resolução das questões da Avaliação Diagnóstica Inicial, verificamos que os estudantes:

- a) não conseguiram definir uma função;
- b) encontraram dificuldades na interpretação das situações problemas encontradas;
- c) não conseguiram definir uma função como uma relação de dependência entre as variáveis;
- d) não sabiam o significado de conjunto Domínio, contradomínio e imagem de uma função;
- e) não conseguiram elaborar uma fórmula para representar a função da atividade e nem identificar a função;
- f) encontraram dificuldade na resolução de equações do 1º grau; e
- g) não representaram a função da atividade 6 no plano cartesiano.

Esses erros já haviam sido previstos na seção 6.4.1.3. *Hipóteses de eventuais dificuldades na resolução das atividades sobre o Conceito de Funções*, considerando os estudos e as ocorrências produzidas nos trabalhos de dissertações analisados no capítulo 5. *Revisão Sistemática de Literatura*, e na experiência docente do pesquisador, além do fato, bem importante, de que o conteúdo ainda não havia sido estudado pela turma.

Os resultados coletados através desta Avaliação Diagnóstica Inicial também serviram como elementos de reconhecimento de estratégias, obstáculos e erros expostos no instrumento, a fim de complementar os Roteiros de Atividades elaborados na etapa de Concepções e Análise *a Priori*.

#### 6.4.3.2 Aplicação do Roteiro de Atividade 2: Relação de dependência entre variáveis

A segunda aula ocorreu no laboratório de informática da escola, no dia 25 de abril de 2023, e tinha o objetivo de compreender as funções como uma relação de dependência entre as variáveis.

Nas atividades dessa aula, os alunos deveriam resolver as questões que o professor os desafiava, da maneira como eles achassem mais conveniente. O professor apenas acompanhava o processo de aprendizagem, ajudando os estudantes a criarem as suas próprias hipóteses, testá-las e reconstruí-las, se necessário. Ao término das questões, eles expunham suas respostas e comparavam com as respostas dos colegas.

Com a ajuda do professor, foi sistematizado o conceito de variável independente e dependente. Após o conceito da aula, os alunos foram desafiados a desenvolver, utilizando primeiramente o *TinkerCad*, um protótipo de uma lâmpada, que piscasse na mesma proporção apresentada na atividade sobre LED's.

No primeiro momento, os alunos ficaram confusos, sem saber o que fazer, conforme podemos perceber no diálogo abaixo, entre dois estudantes da turma:

*(Est. n° 9<sup>29</sup>) Como vamos resolver essa questão?*

*(Est. n° 8) Não faço nem ideia por onde começar!*

*(Est. n°9) Vamos por parte! Primeiro vamos separar os componentes que iremos precisar, e depois vamos tentar programar!*

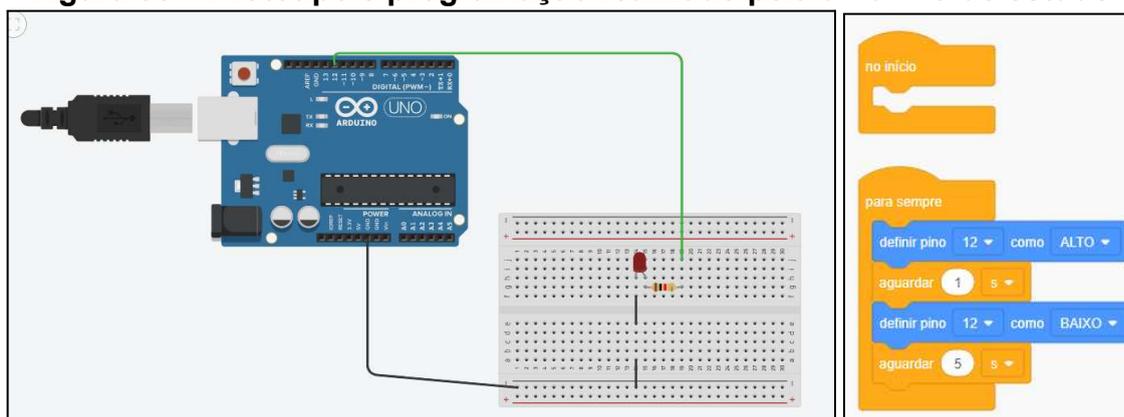
*(Est. n°8) Boa!*

A ansiedade da turma para a resolução da atividade foi perceptível, pois esta turma já possui uma característica de ser competitiva. Na Figura 35 é possível observar a construção elaborada pela ilha de estudo dos alunos do diálogo anterior.

---

<sup>29</sup> Usamos letras para resguardar o nome dos estudantes. Os diálogos foram transcritos dos registros das gravações dos áudios e das anotações do diário de campo.

**Figura 35 – Protótipo e programação realizado pela uma ilha de estudo**



Fonte: Próprio autor (2023).

Para finalizar a aula, o professor-pesquisador solicitou que os estudantes preenchessem o Diário de campo, escrevendo um pequeno texto, mencionando as dificuldades encontradas, o que achou interessante e os desafios encontrados pelo grupo.

A atividade sobre dependência entre duas variáveis foi realizada em dois períodos de cinquenta e cinco minutos, ou seja, dentro do esperado. A programação dos LED's exigiu mais tempo dos estudantes, que tiveram que testar por diversas vezes os seus protótipos. A apresentação dos protótipos de cada ilha de estudo ficou para a próxima aula.

#### *6.4.3.3 Aplicação do Roteiro de Atividade 3: Representação de funções através (ou por meio) de conjuntos*

A terceira aula foi realizada no laboratório de informática e abordou o conteúdo de representação de funções como conjuntos. Esta aula ocorreu no dia 02 de maio de 2023. O objetivo da aula era representar as funções como uma relação entre conjuntos, através de diagramas de flechas com o auxílio da Robótica Educacional.

A aula iniciou com a apresentação dos protótipos da aula anterior. Os estudantes estavam nervosos e ao mesmo tempo ansiosos para mostrar para os colegas as suas construções.

Para essa aula, os estudantes foram desafiados a resolverem um desafio (Figura 36) o objetivo da questão era que os alunos construíssem um semáforo

utilizando três LED's (um verde, um amarelo e um vermelho), além de utilizar um botão para acionamento da sinaleira.

### **Figura 36 – Recorte da Prática com arduino da aula 3**

#### **9) Prática com o Arduino:**

Desafio: Em uma rodovia pouco movimentada por pedestres, mas muito movimentada por automóveis e motocicletas, precisa-se instalar um semáforo. Para tanto, pelo pouco movimento de pedestres, o semáforo deverá sempre estar aberto (sinal verde aceso), até o momento que um pedestre apertar um botão, que estará instalado em um poste, de cada lado da rodovia. Os estudantes do nono ano da Escola Emílio Leichtveis, foram desafiados a desenvolverem um protótipo desse semáforo utilizando a Placa Arduino. Para concluir o protótipo, os estudantes devem associar elementos de um conjunto (os estados possíveis do botão), com os elementos de outro conjunto (os estados possíveis do botão), com os elementos de outro conjunto (os estados possíveis dos LED 's).

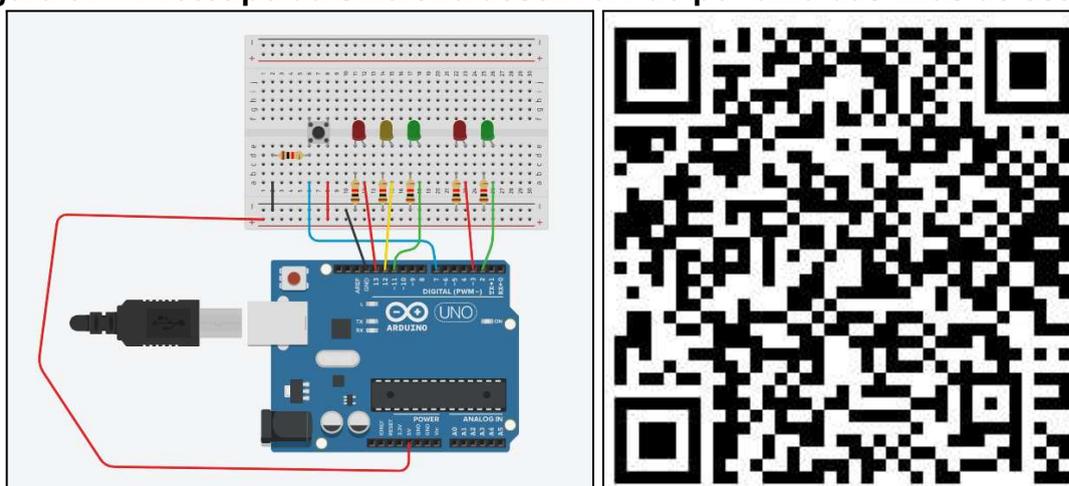
#### **Hipótese(s):**

Fonte: Próprio autor (2023).

O semáforo tem a finalidade de facilitar a passagem de pedestres na faixa, sendo usado para pessoas e carros. Assim, ao realizar a programação os estudantes tiveram necessariamente pensar no tempo para as pessoas atravessarem a rua, sendo inserido na programação, o mesmo é ativado por pedestres, mas para impedir que várias pessoas apertassem o botão ao mesmo tempo, é inserido um tempo de 5 segundos onde o mesmo desativa automaticamente, para então ter início um novo processamento.

O desafio foi difícil de ser cumprido pelos estudantes, necessitando a colaboração de todas as ilhas de estudo. Abaixo, é apresentado o modelo de programação construído por uma das ilhas de estudos, no *Tinkercad*.

**Figura 37 – Protótipo da Sinaleira desenvolvido por uma das ilhas de estudo**



Fonte: Próprio autor (2023).

Os estudantes dessa ilha, em um primeiro momento fizeram um levantamento de componentes que iriam precisar para a construção do protótipo e conforme o desenvolvimento da atividade, foram observando a necessidade de ir complementando e aperfeiçoando a lista de componentes.

Na segunda parte do desafio, os estudantes deveriam representar a situação apresentada no desafio da aula, através de diagramas de setas e realizar as respectivas correspondências entre os estados possíveis do botão, com os estados possíveis dos LED's.

Para finalizar a aula o professor-pesquisador solicitou que os estudantes preenchessem o Diário de campo, escrevendo um pequeno texto, mencionando as dificuldades encontradas, o que achou interessante e os desafios encontrados pelo grupo.

#### *6.4.3.4 Aplicação do Roteiro de Atividade 4: Diferença entre uma relação e uma função*

A aplicação da aula sobre a diferença entre uma relação e uma função foi realizada no dia 08 de maio de 2023, no laboratório de informática da escola. O objetivo da aula era compreender a diferença entre uma relação e uma função.

Ao iniciar a aula, os estudantes foram instigados a resolverem um desafio: Durante o mês de dezembro de 2022, a gerência de uma rede de concessionárias decidiu realizar um levantamento para verificar a quantidade de vendedores e a

quantidade de carros vendidos no mês. Esse levantamento foi realizado em seis cidades (Sapiranga, Araricá, Nova Hartz, Parobé, Taquara e Igrejinha). Os estudantes tiveram que responder a três questionamentos sobre essa questão: a) A quantidade de carros vendidos depende diretamente da quantidade de vendedores na loja? Por quê?; b) Faça um diagrama para representar a relação de quantidade de vendedores e quantidade de carros vendidos; e c) Utilizando como base o diagrama elaborado na atividade anterior “b”, podemos dizer que existem lojas com a mesma quantidade de vendedores e com a quantidade de carros diferentes? Foi estipulado um tempo de 7 minutos para que eles respondessem e após esse período houve a socialização das respostas.

Para a Prática com Arduíno, foi realizado uma breve questão introdutória, onde os estudantes deveriam determinar o valor a ser pago por uma corrida relativa a um percurso de 18 km. Após a resolução dessa atividade, eles desenvolveram a programação de um Carro Robô, além de realizar o registro das distâncias que o carro percorreu e o tempo gasto no percurso.

Para finalizar a aula o professor-pesquisador solicitou que os estudantes preenchessem o Diário de campo, escrevendo um pequeno texto, mencionando as dificuldades encontradas, o que achou interessante e os desafios encontrados pelo grupo.

#### *6.4.3.5 Aplicação do Roteiro de Atividade 5: Representação de uma função no Plano Cartesiano*

A quinta aula ocorreu no laboratório de informática da escola, no dia 09 de maio de 2023, e tinha como objetivo geral compreender as funções e representá-las através do plano cartesiano. As atividades propostas foram realizadas em dois períodos de cinquenta e cinco minutos, ou seja, dentro do esperado.

Para essa aula, os estudantes foram desafiados a ajustar as programações do carro robô realizado na aula passada. Com as programações ajustadas o carro deveria seguir em linha reta um percurso marcado pelo professor-pesquisador e ao passar por pontos determinados os estudantes deveriam marcar o tempo gasto para percorrer o percurso.

De posse desses dados os estudantes elaboraram um gráfico no plano cartesiano. Para que houvesse entendimento sobre o que seria o plano cartesiano, o

professor-pesquisador necessitou fazer uma breve contextualização sobre o tema, o que já era previsto no planejamento do Roteiro de Atividade.

Os estudantes se mostraram bem interessados e dedicados. As construções dos gráficos estão expostas na seção 6.4.4. *Análise a Posteriori e Validação: Reflexão sobre os resultados obtidos.*

Para finalizar a aula, o professor-pesquisador organizou uma pequena corrida de robôs. Foi pura diversão! E para concluir, solicitou que os estudantes preenchessem o Diário de campo, escrevendo um pequeno texto, mencionando as dificuldades encontradas, o que achou interessante e os desafios encontrados pelo grupo.

#### 6.4.3.6 Aplicação do Roteiro de Atividade: Avaliação Diagnóstica Final

A Avaliação Diagnóstica Final foi aplicada no dia 15 de maio de 2023, na sala de aula da turma com a presença do pesquisador-professor. Foi explicado aos estudantes o objetivo do questionário e solicitamos que respondessem individualmente.

A Avaliação Diagnóstica Final consistiu em um instrumento de coleta de informações composto por seis questões. As questões que compõem o Avaliação, foram as mesmas utilizadas na Avaliação Diagnóstica Inicial, para que assim, pudéssemos analisar quais habilidades os alunos conseguiram assimilar, durante a aplicação dos Roteiros das Atividades.

A realização da Avaliação Diagnóstica Final ocorreu normalmente, sem nenhum empecilho. Todos os 17 (dezesete) estudantes realizaram a Avaliação Diagnóstica Final com atenção. Foi solicitado que, ao terminar de responder, aguardassem sentados e sem fazer barulho, até que todos concluíssem.

No quadro 7, representado abaixo estão os resultados da Avaliação Diagnóstica Final realizada pelo nono ano.

**Quadro 7 – Resultado da Avaliação Diagnóstica Final**

Questão	Enunciado	Número de Acertos	Número de Erros	Não responderam
1. a)	Quantos reais Pedro conseguirá juntar em quatro meses?	17	0	0
1. b)	Por quantos meses Pedro deverá poupar, sabendo que serão necessários R\$ 3740,00 para a sua viagem?	17	0	0

2.	O que é função?	17	0	0
3. a)	Represente os conjuntos domínio, contradomínio e imagem da função.	15	2	0
3. b)	Responda: Quanto tempo esse líquido demora para entrar em ebulição?	17	0	0
4. a)	Houve algum dia em que foram registradas as mesmas temperaturas médias? Se sim, qual?	17	0	0
4. b)	Podemos afirmar que a relação do número de pessoas que visitaram o parque e a temperatura média representam uma função? Justifique sua resposta através de um diagrama.	16	1	0
5. a)	Ao comprar 12 fatias desse bolo, quanto você receberia de troco se pagasse com uma nota de R\$100,00?	15	2	0
5. b)	Represente, por meio de uma fórmula, o valor pago (V), em reais, em função da quantidade de fatias (q).	15	1	1
5. c)	Quantas fatias desse bolo é possível comprar com R\$68,20?	17	0	0
6. a)	Complete a tabela com os valores faltantes.	17	0	0
6. b)	Elabore uma função que relacione o valor pago (v) com a quantidade de pirulitos comprados (p).	15	1	1
6. c)	Represente, no plano cartesiano, o gráfico da função.	16	1	0

Fonte: Próprio autor (2023).

Nota-se no quadro acima um aumento expressivo no número de acertos das questões, em comparação com o Quadro 6. A questão número 1, onde na avaliação Diagnóstica Inicial houve um erro de um estudante, agora, na Avaliação Diagnóstica Final todos os estudantes da turma acertaram a questão. Na atividade dois, sobre a definição de funções, também há uma melhora na compreensão do conceito como podemos observar nas respostas abaixo:

*(Est. 1.) Relação entre duas variáveis.*

*(Est. 5.) É uma relação de dependência entre duas grandezas.*

*(Est. 10.) É uma relação entre dois valores, onde um depende do outro.*

*(Est. 13.) É uma regra que relaciona dois conjuntos.*

Na questão 3, os estudantes deveriam determinar o conjunto domínio, contradomínio e imagem, onde na Avaliação Diagnóstica Inicial nenhum estudante havia conseguido realizar a atividade por não compreender o conceito de cada conjunto, podemos ver que já está mais claro o entendimento, pois houve um total de acerto de 15 estudantes.

**Figura 38 – Recorte da resposta de um estudante para a atividade 3 da Avaliação Diagnóstica Final**

a) Represente os conjuntos domínio, contradomínio e imagem da função.

Imagem } 40° — 1 min } domínio  
 45° — 2 min }  
 50° — 3 min }  
 contradomínio é a temperature.

Fonte: Próprio autor (2023).

Os dois estudantes que erraram a questão, trocaram o conjunto domínio pelo contradomínio.

A segunda questão da atividade número 4, exigia que os estudantes identificassem se a relação apresentada entre a temperatura dos dias da semana e o número de visitantes seria ou não uma função. O estudante 13 fez uma observação interessante sobre a situação apresentada e a maneira com a qual ele resolveu a questão, relacionando a quantidade de setas que partem do domínio com as que chegam na imagem.

**Figura 39 – Recorte da resposta de um estudante para a atividade 4-b) da Avaliação Diagnóstica Final**

b) Podemos afirmar que a relação do número de pessoas que visitaram o parque e a temperatura média representam uma função? Justifique sua resposta através de um diagrama.

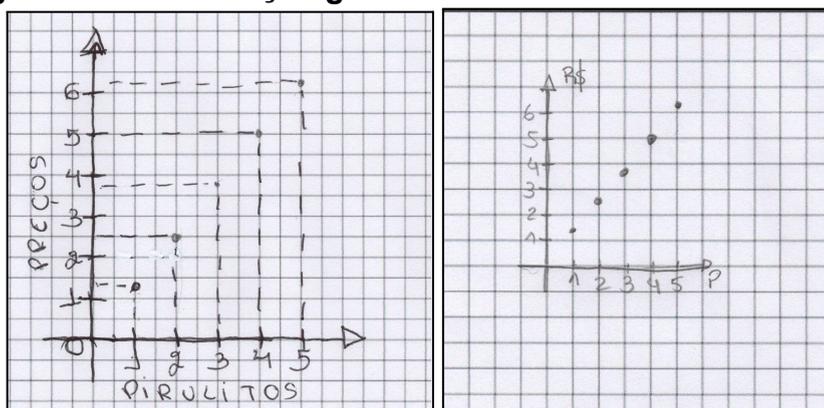
TEMP. } 19 }  
 20 }  
 21 }  
 22 }  
 23 }  
 VISITANTES } 800 }  
 900 }  
 1000 }  
 1100 }  
 1200 }

Não é função.  
 Sai duas setas do domínio

Fonte: Próprio autor (2023).

Na Avaliação Diagnóstica Inicial, atividade 6-c), nenhum dos estudantes conseguiram representar as funções nos gráficos. “Sor, o que é um plano cartesiano?” foi um dos maiores questionamentos durante a realização da Avaliação. Agora, pode-se perceber que houve um entendimento sobre o que é um plano cartesiano e como podemos representar uma função nele.

**Figura 40 – Construção gráfica de dois estudantes do 9º ano**



Fonte: Próprio autor (2023).

Na próxima seção, constam as *Análises a Posteriori* e *Validação* das atividades desenvolvidas e a *Validação* da aplicação dos Roteiros de Atividades apresentados no decorrer da presente pesquisa.

#### 6.4.4 Análise a Posteriori e Validação:

A fase de *Análise a Posteriori* envolveu o tratamento das informações obtidas nas vivências estabelecidas nas aulas e na experimentação dos roteiros de atividades. Já na *Validação*, realizou-se a comparação e a verificação entre os resultados adquiridos na *Análise a Priori* com os obtidos na *Análise a Posteriori*. Assim, busca-se, nesta seção, evidenciar constatações e confirmar ou não dos objetivos concebidos no início da pesquisa.

## 7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS: POSSIBILIDADE E DESAFIOS DO USO DA ROBÓTICA PARA O ENSINO DO CONCEITO DE FUNÇÕES

Com o objetivo de responder a questão “Quais as potencialidades da Robótica no Ensino do Conceito de Funções?” optou-se por retomar os conceitos-chave e os objetivos dos Roteiros de Aprendizagem a saber: Relação de dependência entre variáveis; Representação de funções como conjuntos; Diferença entre uma relação e uma função; Representação de uma função no Plano Cartesiano.

### Conteúdo: Relação de dependência entre variáveis

De modo geral, o roteiro de atividade 2 sobre a relação de dependência de variáveis, buscou analisar o desenvolvimento dos objetivos apresentados no quadro:

**Quadro 8 – Objetivos propostos no roteiro atividade 2**

Nº	Objetivos
<i>i</i>	Incentivar o estudante a aplicar o conceito de proporcionalidade;
<i>ii</i>	Explorar o conceito de dependência entre variáveis, utilizando a proporcionalidade e a Robótica Educacional;
<i>iii</i>	Proporcionar significado à relação de dependência entre as variáveis, tornando clara a relação entre as variáveis, por meio de proposições, testagens e debates de hipóteses sobre as atividades e as práticas envolvendo a relação de dependência entre as variáveis.

Fonte: Próprio autor (2023).

Estes objetivos refletem a capacidade dos estudantes em “compreender as funções como relações de dependência unívoca entre duas variáveis e suas representações numérica, algébrica e gráfica e utilizar esse conceito para analisar situações que envolvam relações funcionais entre duas variáveis” (BRASIL, 2018, p.317). Para tanto, destacaram-se, durante as quatro aulas elaboradas, as seguintes estratégias: 1) Aquecimento para aula; 2) Discussão das hipóteses levantadas e das soluções encontradas; 3) Atividade principal; 4) Sistematização do conteúdo; e por último 5) Prática com Arduino.

No Aquecimento para a aula 2, os estudantes tiveram que responder se havia uma relação entre o número da figura e a quantidade de quadrados que estava representado em cada uma, além de buscar estabelecer uma relação matemática entre o número da figura e a quantidade de quadrados.

**Figura 41 – Atividade de Aquecimento para a aula 2**

**3) Aquecimento para a aula:**  
 Entregar uma folha para cada ilha de estudo, contendo a seguinte problematização:

Número da Figura	1	2	3	4	5
Figura					

Fonte: Próprio autor (2023).

Neste momento, as ilhas de estudos, rapidamente, perceberam a relação e escreveram as suas hipóteses: “A quantidade de quadrados é o dobro da quantidade de números” (Estudante 5, realização do exercício em sala, Roteiro de Atividade 2). “É só multiplicar o número a quantidade de números por dois” (Estudante 13, realização do exercício em sala, Roteiro de Atividade 2). Já o estudante 3, foi além e descreveu a relação que ele percebeu que havia entre a quantidade de quadradinhos e o número da figura (FIGURA 42):

**Figura 42 – Hipótese do estudante 3 para a atividade de Aquecimento para a aula**

Sim, a uma relação.  
 quantidade de quadrados = número da figura  $\times 2$

Fonte: Próprio autor (2023).

Podemos observar nas hipóteses levantadas pelos estudantes que a quantidade de quadrados da imagem depende da multiplicação do número da figura pelo número dois.

Ainda nessa atividade, o professor-pesquisador perguntou: “Galera! Diante das hipóteses que vocês levantaram, quantos quadrados terá a figura de número 13?” Quase que imediatamente, os integrantes da ilha de estudo 1 responderam: “Sor, sor! Dá vinte e seis” (Estudante 4 e 6, ao mesmo tempo, realização do exercício em sala, Roteiro de Atividade 2).

Em seguida, na Atividade Principal, os estudantes deveriam analisar uma tabela elaborada pelo professor, onde constava a quantidade de vezes em que um LED piscava de acordo com o tempo e responder se essa quantidade de vezes estava diretamente proporcional ao tempo informado. Vejamos a seguir, no Quadro 9, as hipóteses:

**Quadro 9 – Hipóteses das Ilhas de estudo sobre a Atividade Principal**

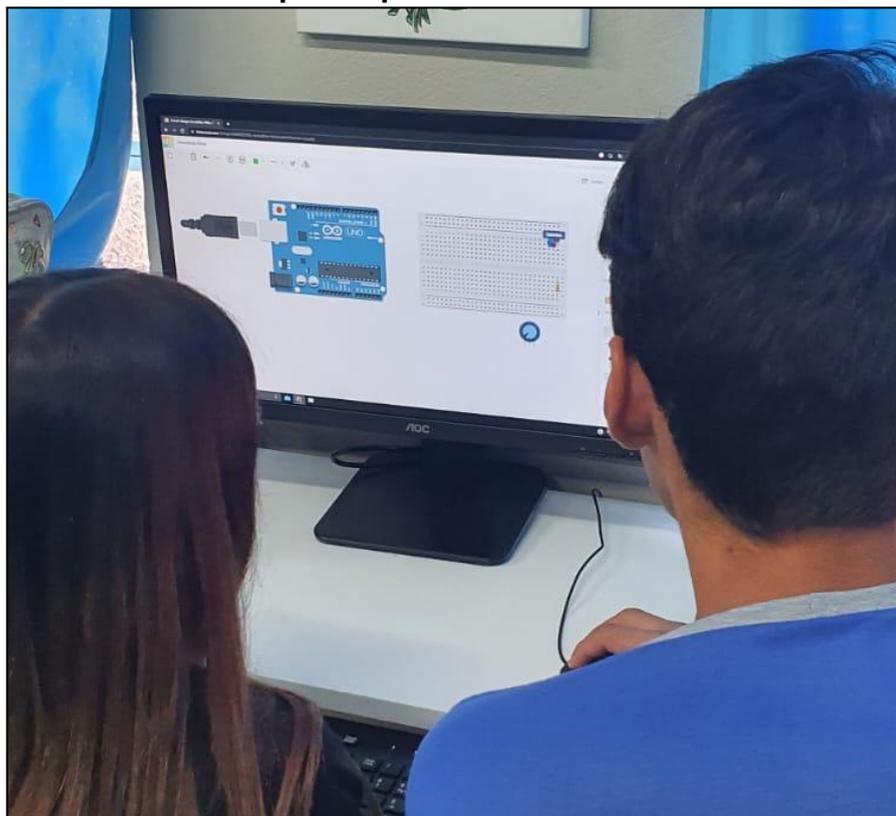
Ilha de Estudo	Resposta
1	Sim, pois é só multiplicar o doze por dois.
2	É diretamente proporcional, porque o número de vezes que o LED pisca, aumenta conforme o tempo.
3	Sim.

Fonte: Próprio autor (2023).

Após as hipóteses levantadas pelos estudantes, o professor-pesquisador indagou: *“Em consenso do grupo, das variáveis envolvidas na questão (Qual a quantidade de vezes que o LED pisca e o tempo), qual delas depende da outra?”*. Por unanimidade as ilhas de estudo responderam: *“A quantidade de vezes que o LED pisca, dependendo do tempo que ele vai ser usado.”* Após essa constatação dos estudantes, foi possível destacar que a variável é considerada dependente, quando há uma correspondência que a associa a uma variável independente.

Na Prática com o Arduíno, os estudantes tiveram que elaborar um protótipo, conforme o enunciado da Atividade Principal Primeiramente, utilizando o TinkerCad e, posteriormente, a placa Arduíno. Mas, antes de iniciar a criação dos protótipos, o professor-pesquisador realizou uma pequena explanação sobre os componentes que compõem o Kit Arduíno e sobre a utilização do TinkerCad. Devido ao fato de a escola não possuir computadores para todos os estudantes e pensando em propiciar as mesmas possibilidades de criação para todos os estudantes da turma, o professor achou melhor separar os estudantes em duplas para esse primeiro contato com o TinkerCad. O entendimento dos estudantes sobre a utilização do TinkerCad foi mais rápido do que o esperado, haja visto que os estudantes foram conectando novos dispositivos, sem que o professor-pesquisador tivesse solicitado.

**Figura 43 – Estudantes adicionando componentes na programação do protótipo no TinkerCad**



Fonte: Próprio autor (2023).

Uma vez entendido o funcionamento do TinkerCad, os estudantes começaram quase que imediatamente a experimentar a ferramenta. O diálogo abaixo, mostra a euforia dos estudantes em mostrar para o professor o que haviam construído:

*(Est. 9) “Mostra pro sor, mostra pro sor! (Estudante entusiasmado com o led aceso no TinkerCad).”*

*(Est. 10) “Ah, eu acho que o LED estourou!” (risos)*

*Professor-pesquisador: “O que vocês podem fazer para evitar que isso ocorra?”*

A expressão “estourou” que o Estudante 10 utilizou, se refere ao LED que queimou devido a corrente elétrica que passava por ele ser muito alta. Para que o LED pudesse funcionar normalmente o grupo deveria ter inserido um resistor<sup>30</sup> em seu protótipo, o que reduziria a corrente elétrica do circuito para valores em que o LED suportaria.

<sup>30</sup> O resistor é o componente elétrico mais comum que existe. Uma das aplicações de um resistor, e a mais comum, é limitar o fluxo da corrente elétrica que passa em um circuito.

Outros estudantes levantaram questionamentos sobre o funcionamento dos dispositivos, como podemos ver nas falas transcritas abaixo:

(Est. 1) “Por que a protoboard é construída dessa forma?”

(Est. 6) “Por que eu preciso usar uma resistência para ligar um led?”

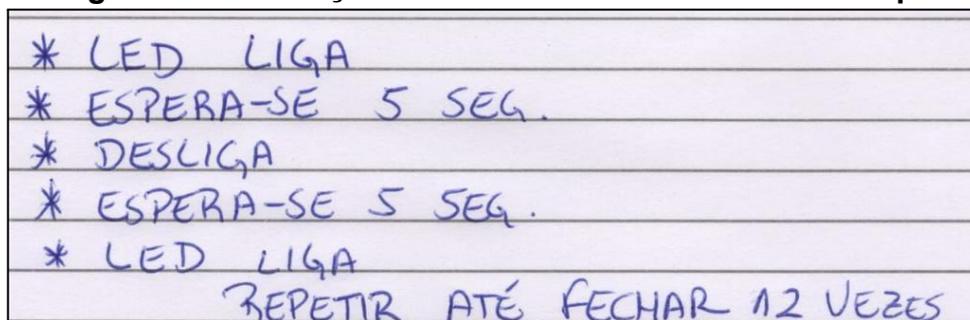
(Est. 11) “Os componentes precisam sempre ser colocados em uma protoboard?”

(Est. 17) “Por que o led tem uma direção certa para ser colocado na protoboard?”

Esse fato torna explícita a necessidade de adaptar a aula à rápida aprendizagem da ferramenta, evitando a dispersão dos estudantes.

Atividades como a proposta na Prática com o Arduino buscam encorajar os estudantes a explorarem os materiais disponíveis, desafiando os estudantes a desenvolver as habilidades de raciocínio lógico, onde são estimulados a pensar de uma maneira estruturada, conforme ilustra a Figura 44:

**Figura 44 – Anotação do Estudante 5 no Diário de Campo**



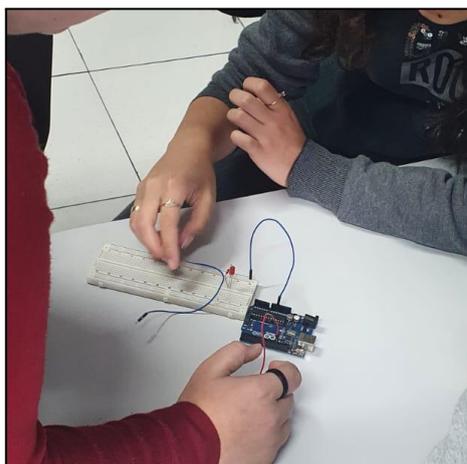
Fonte: Próprio autor (2023).

A Ilha de estudos do estudante 5 conseguiu organizar os passos que deveríamos seguir em tópicos, facilitando o entendimento do grupo. Vale ressaltar que o grupo destacou que a programação deveria se repetir doze vezes no período de tempo determinado.

Após a conclusão da programação, iniciou-se a montagem do protótipo na *Protoboard*. Para isso, os estudantes precisaram utilizar todos os dispositivos utilizados no TinkerCad, agora, no Kit Arduino. “Vamos precisar de um led, uma protoboard, uma placa arduino e os cabos, ah e um resistor.” (Estudante 3, ilha de estudo 1).

Para facilitar o entendimento dos estudantes, o professor-pesquisador solicitou que eles fizessem a mesma ligação com a qual eles haviam elaborado no TinkerCad. A Figura 45, a seguir, ilustra essa experimentação.

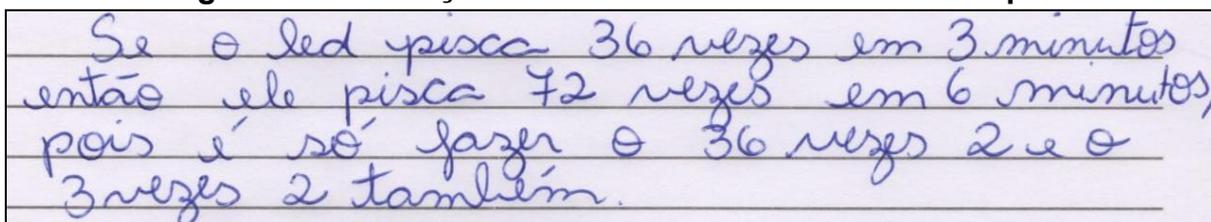
**Figura 45 – Construção da atividade com LED utilizando a Placa Arduino e a Protoboard**



Fonte: Próprio autor (2023).

Já no decorrer da intervenção do Roteiro de Atividade 2, foi possível perceber que a utilização da Robótica Educacional contribuiu para o desenvolvimento do raciocínio proporcional, como evidencia a Figura 46.

**Figura 46 – Anotação do Estudante 1 no Diário de Campo**



Fonte: Próprio autor (2023).

Cabe destacar que na resposta do estudante 1, por exemplo, podemos perceber o conceito de raciocínio proporcional relatado por Lesh, Post e Behr (1988). Segundo os autores, ele é uma maneira de raciocínio matemático que compreende comparações múltiplas, bem como a capacidade de armazenar e processar mentalmente diversas informações, preocupando-se com inferências, envolvendo em seu entorno métodos qualitativos e quantitativos de pensamento.

Em relação aos desafios, nota-se que o mais percebido pelo professor-pesquisador, foi o de gerenciar a sua atenção entre os estudantes,

principalmente, durante os momentos de montagem dos circuitos. Assim, o ideal seria a presença de um monitor para auxiliar na execução das aulas. Talvez, para turmas com um número maior de estudantes, essa ajuda torne-se indispensável.

No que se refere à construção coletiva e colaborativa do conhecimento, percebeu-se que em todas as aulas houve troca de experiência entre os estudantes das ilhas distintas de estudos. Nesse sentido, em diversas ocasiões foi possível notar observações entre os estudantes, como “*o led está invertido, olha*” (Estudante 3, realização do exercício em sala, Roteiro de Atividade 2), ou “*não esquece do resistor, ou o led pode queimar*” (Estudante 6, realização do exercício em sala, Roteiro de Atividade 1).

Situações como as associadas à experiência dessa aula, onde os estudantes podem se levantar, trocar conhecimento, programar o computador e experimentar dados contribuíram para que eles pudessem construir e reconstruir o significado proporcionalidade, desenvolver a lógica de programação, além de potencializar o desenvolvimento do raciocínio lógico e a construção do pensamento matemático, podendo ter a experiência de ver o conteúdo da aula em prática. Tais ações e compreensões estão diretamente ligadas à ideia do Construcionismo. Nesse contexto, a importância de apresentar sua construção é que “o produto pode ser mostrado, discutido, examinado, sondado e admirado” (PAPERT, 2008, p.137).

### **Conteúdo: Representação de funções como conjuntos**

No roteiro de atividade 3 sobre a representação de funções como conjunto, buscou-se desenvolver os objetivos apresentados no quadro seguir:

**Quadro 10 – Objetivos propostos no Roteiro de Atividade 3**

<b>Nº</b>	<b>Objetivos</b>
<i>i</i>	Retomar o conceito de representação de conjuntos;
<i>ii</i>	Utilizar a representação de conjuntos por meio de diagramas;
<i>iii</i>	Representar numericamente e algebricamente os elementos de um conjunto;
<i>iv</i>	Proporcionar significado ao conteúdo trabalhado e tornando claro a representação por meio de diagramas;
<i>v</i>	Propor, testar e debater hipóteses sobre as atividades e práticas desenvolvidas, relacionando a função com os elementos de um conjunto.

Fonte: Próprio autor (2023).

Para que pudessemos atingir os objetivos propostos, retomamos as estratégias executadas no roteiro de atividade anterior: 1) Aquecimento para aula; 2) Discussão das hipóteses levantadas e das soluções encontradas; 3) Atividade principal; 4) Sistematização do conteúdo; e por último 5) Prática com Arduino.

Ressalta-se que o ensino de funções através de conjuntos pode ser aplicado em situações reais, como em problemas de análise de dados, modelagem matemática e tomada de decisões, como visto no decorrer do desenvolvimento dos Roteiros de Atividades. Esse fato ajuda os estudantes a entender e compreender a relevância da Matemática em suas vidas cotidianas.

No Aquecimento para a aula, o professor-pesquisador questionou os estudantes sobre o que entendiam por conjunto. Os estudantes deveriam entrar em consenso e determinar uma só resposta por ilha de estudo.

**Quadro 11 – Hipóteses “o que a ilha de estudos entende por conjunto”**

Ilha de Estudo	Resposta
1	É uma junção de coisas iguais.
2	Reunião de objetos. Por exemplo: conjunto dos lápis de cores.
3	Aglomerado de coisas.

Fonte: Próprio autor (2023).

Percebe-se nas respostas dos estudantes, que eles já possuem uma noção sobre o que são conjuntos. Intuitivamente, por conjunto, entendemos qualquer coleção bem definida de objetos distinguíveis, não importando sua natureza. Os objetos que constituem um conjunto são chamados de elementos do conjunto.

Na sequência, os estudantes foram questionados pelo professor-pesquisador se eles achavam que existia apenas uma maneira de escrever um conjunto. As hipóteses levantadas pelas três ilhas de estudos foram as mesmas: “*Sim, há apenas uma maneira*”. “*Qual seria?*”, questionou o professor. E os estudantes gesticularam com as mãos o formato de um círculo, dizendo “*assim sor*”, fazendo relação com a representação geométrica de um conjunto. O professor-pesquisador, então, perguntou se não seria possível estabelecer outras relações diferentes da apresentada por eles. Os estudantes não sabiam o que responder. Ficaram se olhando, sem dizer nenhuma palavra. Logo, percebe-se que apesar dos estudantes terem as noções do que seriam um conjunto, eles ainda não conseguem representar os conjuntos de outras maneiras, como por extensão ou compreensão.

Ao prosseguir com a aula, a Atividade principal falava sobre o valor do frete de um ônibus para levar os estudantes do 9º ano para conhecer o Campus da FURG em Santo Antônio da Patrulha/RS. O valor total das despesas com esse transporte era de R\$720,00 e seria dividido, igualmente, com a quantidade de passageiros que participariam desta viagem. Os estudantes deveriam realizar a representação da

relação entre o número de passageiros e o preço que seria pago por pessoa, da maneira que achassem melhor. As hipóteses de solução dessa atividade foram anotadas no Diário de campo. Citam-se, abaixo, as resoluções das ilhas:

**Figura 47 – Resolução das ilhas de estudo 1 para a Atividade principal**

NÚMERO DE PASSAGEIROS	Valor pago	720/18	720/10	720/8
1	720	$\frac{72}{40}$	$\frac{70}{72}$	$\frac{72}{80}$
2	360	$\frac{00}{0}$	$\frac{20}{20}$	$\frac{00}{0}$
6	120		$\frac{0}{0}$	
8	90	$\frac{720}{6}$	$\frac{720}{3}$	$\frac{720}{6}$
10	72		$\frac{66}{12}$ 360	$\frac{56}{12}$ 120
18	40		$\frac{12}{00}$	$\frac{12}{00}$

Fonte: Próprio autor (2023).

**Figura 48 – Resolução das ilhas de estudo 2 para a Atividade principal**

1 → 720
3 → 240
6 → 120
7 → 102,8
9 → 80
11 → 65,45
13 → 55,38
14 → 51,43
16 → 45
18 → 40

Fonte: Próprio autor (2023).

**Figura 49 – Resolução das ilhas de estudo 3 para a Atividade principal**

É só dividir o valor pago pelo número de passageiros.

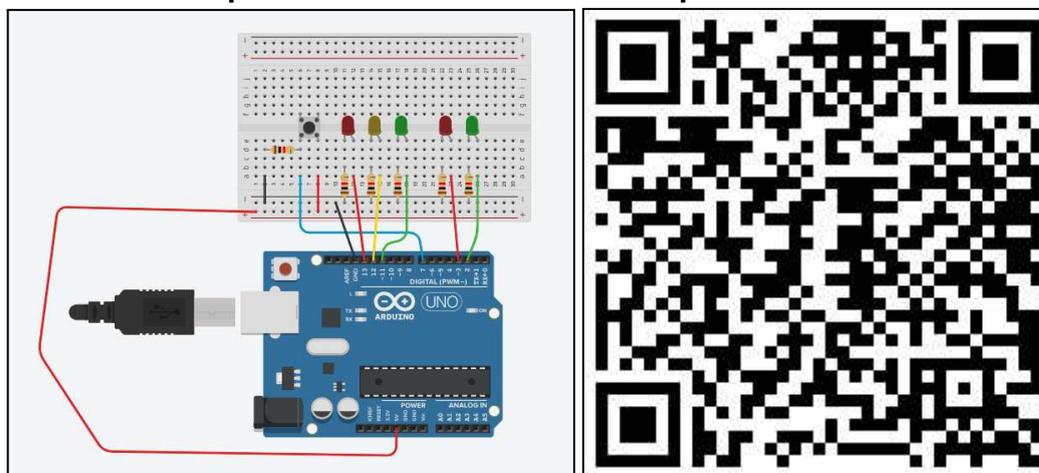
Fonte: Próprio autor (2023).

Nota-se que a ilha de estudo 1 representou a função na forma de uma tabela, enquanto a ilha 2 conseguiu representar por meio de diagrama. Apenas a última apenas descreveu como poderia encontrar o valor a pagar em relação ao número de passageiros.

Já na prática com Arduino desenvolvida no roteiro de atividade 3, os estudantes deveriam ajudar o professor de Matemática a desenvolver um protótipo de um semáforo (FIGURA 50). No primeiro momento, os estudantes deveriam se comprometer com a parte estrutural do desafio, se preocupando em elencar os elementos que teriam que utilizar para compor o protótipo e na montagem da programação do mesmo. Ao final, teriam que representar os estados possíveis do Botão com os estados do Led.

A ilha de estudo 1, conseguiu programar facilmente o protótipo, visto que há estudantes que gostam do assunto. A ilha de estudos 3 recebeu um auxílio dos estudantes da ilha 1 para organizar a sua programação e, assim, conseguiram concluir a sua atividade. Já a Ilha de estudo 2 estava desmotivada, levando a aula na brincadeira e com assuntos paralelos, não conseguindo terminar a programação e nem montar o protótipo solicitado. O professor-pesquisador chamou a atenção dos estudantes da ilha de estudos 2 por diversas vezes, mas de nada adiantou.

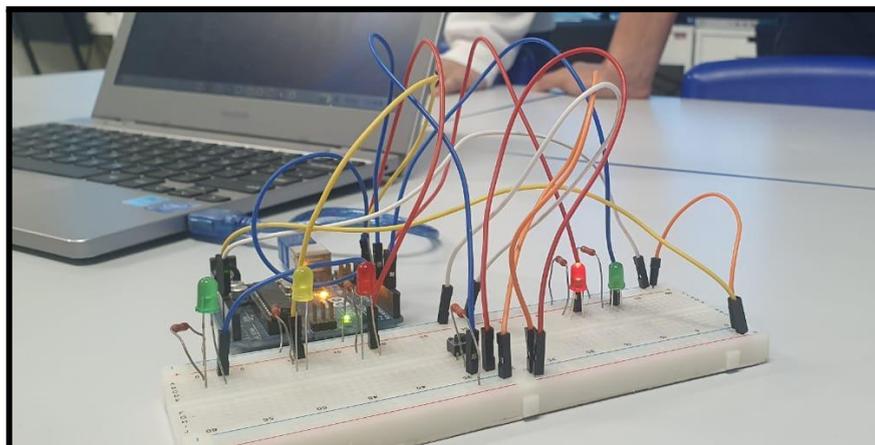
**Figura 50 – Protótipo da Sinaleira desenvolvido por uma das ilhas de estudo**



Fonte: Próprio autor (2023).

Após a elaboração da programação e de realizados os testes no TinkerCad, os estudantes tiveram que construir o protótipo na placa Arduino: Para tanto, cada ilha de estudo recebeu 1 placa Arduino, uma Protoboard, 5 LED's (2 verdes, 1 amarelo e 2 vermelhos), jumpers, resistores e botões.

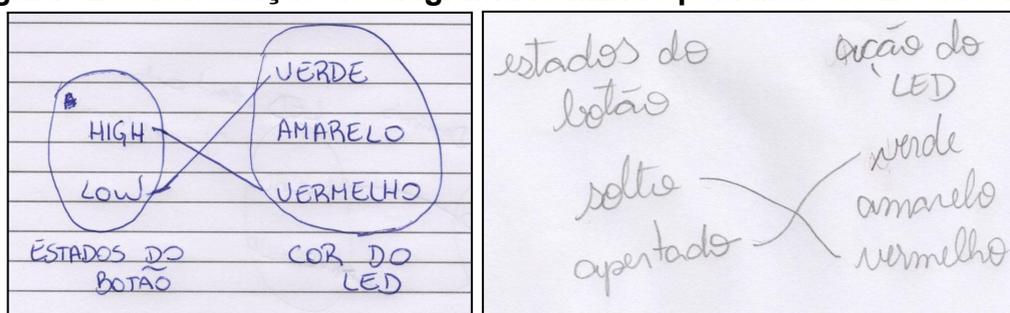
**Figura 51 – Construção do semáforo**



Fonte: Próprio autor (2023).

Ao finalizar o desafio, vale lembrar, que os estudantes deveriam representar a relação em forma de conjuntos. A esse respeito, a Figura 52 representa as construções dos diagramas das ilhas de estudo 1 e 3, lembrando que a ilha 2 não conseguiu concluir a sua programação, portanto não conseguiu, também, dar prosseguimento nas outras etapas da atividade.

**Figura 52 – Construção do diagrama realizado pela Ilhas de Estudo 1 e 3**



Fonte: Próprio autor (2023).

Nas imagens acima, podemos constatar, que a construção da relação realizada pelas ilhas é uma função.

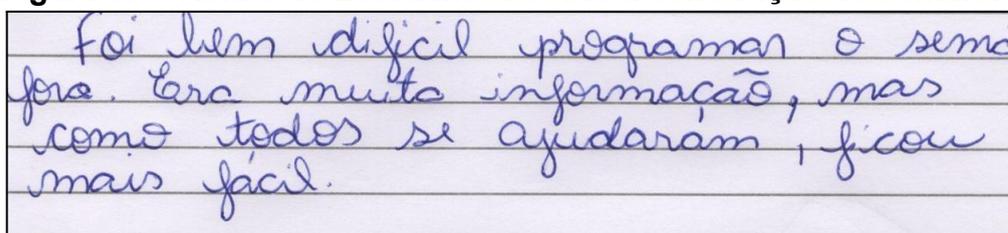
Conforme Rütting (1984, p.73), uma função pode assim ser enunciada:

Sejam  $E$  e  $F$  dois conjuntos distintos ou não. Uma relação entre uma variável  $x$  de  $E$  e uma variável  $y$  de  $F$  é dita uma relação funcional em  $y$ , ou relação funcional de  $E$  em  $F$ , se, para qualquer  $x \in E$  existe um único  $y \in F$ , e apenas um, que está na relação dada com  $x$ . Damos o nome de função à operação que associa a todo elemento  $x \in E$  o elemento  $y \in F$  que se encontra na relação dada com  $x$ ; dizemos que  $y$  é o valor da função para o elemento  $x$ , e que a função é determinada pela relação funcional considerada. Duas relações funcionais equivalentes determinam a mesma função.

A representação de funções através de conjuntos permitiu que os estudantes compreendessem a relação entre funções e relações, auxiliando no entendimento dos conceitos de domínio, contradomínio e imagem. Comparando com o protótipo montando no Arduino, o estudante 7 fez a seguinte colocação: *“É como se a programação fosse o domínio e a placa o contradomínio e a imagem seria os Led!”*

Nota-se no relato do estudante 1, a seguir, que os estudantes enfrentaram algumas dificuldades para resolver o desafio proposto na aula, necessitando da troca, do compartilhamento e do auxílio entre as ilhas de estudo.

**Figura 53 – Relato do Estudante 1 sobre a construção do semáforo**



foi bem difícil programar o semáforo. Era muita informação, mas como todos se ajudaram, ficou mais fácil.

Fonte: Próprio autor (2023).

É perceptível que os estudantes que participam de aulas utilizando alguma ferramenta tecnológica, acabam se interessando pelo assunto abordado, pois trazem consigo vivências do seu cotidiano cada vez mais interativo, autônomo, colaborativo e tecnológico. Com isso, podemos observar algumas situações interessantes:

- a) A atribuição de responsabilidades aos estudantes de cada ilha de estudo, tem papel norteador no desenvolvimento dos protótipos;
- b) Nas atividades envolvendo a Robótica Educacional, os estudantes participam do começo ao fim da aula;
- c) Há uma interação grande entre os estudantes, propiciando o respeito e a parceria para que haja sucesso no desenvolvimento das atividades.

Também foi possível perceber a criatividade dos estudantes durante o processo de montagem e de programação (FIGURA 47 e 49). A troca de ideias e informações entre os componentes de cada ilha de estudo foi importante para estimular a criatividade, pois foi nas trocas de conhecimentos que cada estudante pôde perceber algo que o outro não conseguia perceber.

Dessa forma, o ambiente de aprendizagem se tornou mais confortável, descontraído, propício para a aprendizagem e aberto a debates de diferentes opiniões, o que auxilia no desenvolvimento de novos conhecimentos.

É importante compreender que as funções envolvem outros conceitos, como por exemplo o de uma relação entre conjuntos e a dependência entre variáveis (variável dependente e independente), entre outros, já mencionados no capítulo 3 *Condições para pensar a Robótica Educacional como ferramenta para o ensino de funções*. Para representar uma função, podemos utilizar uma tabela, um gráfico, um diagrama de flechas (conjunto) ou uma expressão algébrica.

Assim, os experimentos realizados em sala de aula apresentaram-se como uma ferramenta potencializadora das aprendizagens, permitindo-se fazer a interação entre estudantes no trabalho em equipe, possibilitando a socialização do conhecimento e o desenvolvimento do pensamento lógico-dedutivo.

#### **Conteúdo: Diferença entre uma relação e uma função**

Para a aula 4, sobre a diferença entre uma relação e uma função, buscou-se desenvolver os objetivos apresentados no quadro abaixo:

**Quadro 12 – Objetivos propostos no Roteiro de Atividade 4**

<b>Nº</b>	<b>Objetivos</b>
<i>i</i>	Entender a diferença entre relações e funções;
<i>ii</i>	Retomar o conceito de dependência de variáveis;
<i>iii</i>	Explorar o conceito de função a partir do conceito de relação;
<i>iv</i>	Proporcionar significado ao conteúdo trabalhado, tornando clara a diferença entre relações e funções;
<i>v</i>	Propor, testar e debater hipóteses sobre as atividades e as práticas desenvolvidas para diferenciar uma função de uma relação.

Fonte: Próprio autor (2023).

Objetivando alcançar os objetivos acima, o professor-pesquisador iniciou a aula apresentando a seguinte proposta aos estudantes:

**Figura 54 – Recorte da Atividade Principal da aula 4**

Durante o mês de dezembro de 2022, a gerência de uma rede de concessionárias decidiu realizar um levantamento para verificar a quantidade de vendedores e a quantidade de carros vendidos no mês. Esse levantamento foi realizado em seis cidades. Assim, a gerência da concessionária encontrou os seguintes resultados, de acordo com cada cidade:

Cidade	Quantidade de vendedores	Quantidade de carros vendidos
Sapiranga	8	2 400
Araricá	10	2 500
Nova Hartz	12	1 700
Parobé	9	2 000
Taquara	12	1 250
Igrejinha	11	2 200

Agora, responda:

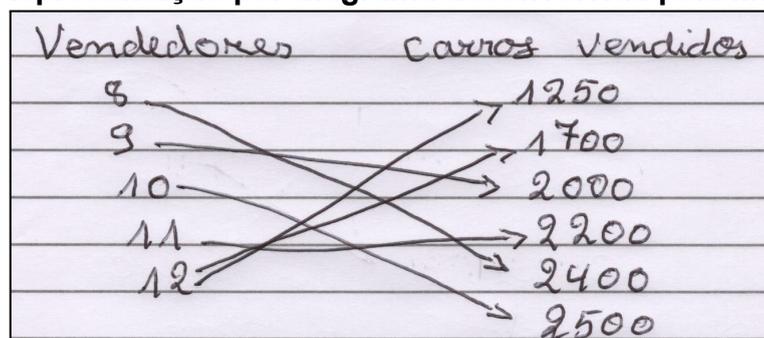
- A quantidade de carros vendidos depende diretamente da quantidade de vendedores na loja? Por quê?  
Hipótese(s):
- Faça um diagrama para representar a relação de quantidade de vendedores e quantidade de carros vendidos.  
Hipótese(s):
- Utilizando como base o diagrama elaborado na atividade anterior "b", podemos dizer que existem lojas com a mesma quantidade de vendedores e com a quantidade de carros diferentes?  
Hipótese(s):

Fonte: Próprio autor (2023).

No desenvolvimento da primeira atividade da questão principal, percebeu-se algumas colocações interessantes dos estudantes: *“Não tem relação, por que a quantidade de vendedores não está associada a um número x de carros vendidos”* (Estudante 11, ilha de estudo 3, Roteiro de Atividade 4); *“Não tem nenhuma relação! A loja que tem mais carros vendidos não é a que tem mais vendedores”* (Estudante 11, ilha de estudo 2, Roteiro de Atividade 4).

Já na segunda atividade desta questão, os estudantes deveriam representar a situação apresentada através de um diagrama, como ilustrado na Figura 55.

**Figura 55 – Representação por diagrama desenvolvida pela ilha de estudo 3**



Fonte: Próprio autor (2023).

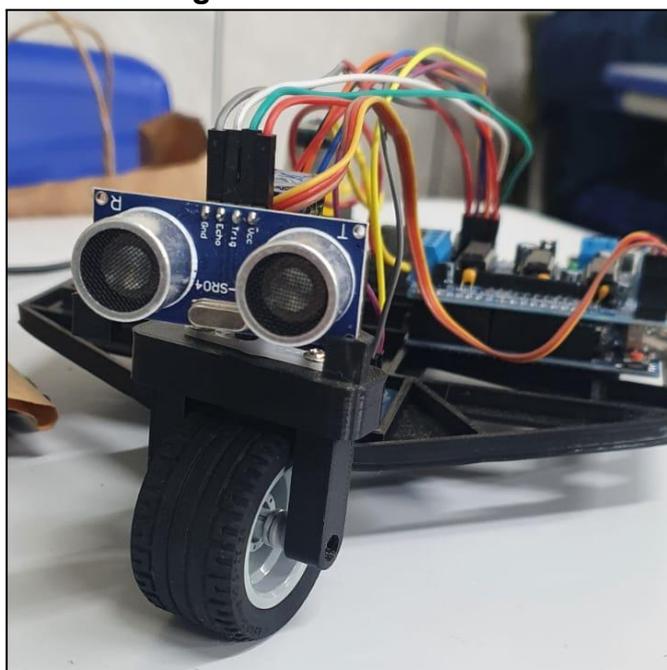
Cabe salientar que as demais ilhas de estudo representaram da mesma maneira a relação. Sendo assim, todas as ilhas representaram de maneira correta a atividade apresentada. A questão ainda solicitava que os estudantes respondessem se existiam lojas com a mesma quantidade de vendedores e com a quantidade de carros diferentes: *“Sim, existem! A loja de Nova Hartz e de Taquara possuem o mesmo número de vendedores, porém venderam quantidades diferentes de carros”* (Estudante 11, ilha de estudo 3, Roteiro de Atividade 4); *“Sim, a loja de Taquara e de Nova Hartz”* (Estudante 11, ilha de estudo 2, Roteiro de Atividade 4); e *“Sim, Nova Hartz e Taquara”* (Estudante 4, ilha de estudo 1, Roteiro de Atividade 4). Para finalizar a atividade, com o auxílio da turma, o professor sistematizou o conteúdo da aula: *“Sejam dois conjuntos: A (conjunto de partida - conjunto do número de vendedores) e B (conjunto de chegada - conjunto do número de carros vendidos). Define-se a função como sendo a correspondência que se estabelece entre os elementos A e os de B, em que cada elemento de A corresponde um e somente um elemento de B. Aos elementos de A (objetos) chama-se o domínio da função e os elementos de B a que correspondem os elementos de A (imagens), chama-se contradomínio da função.”<sup>31</sup>*

Para a Prática com o Arduíno, os estudantes tiveram o desafio de programar um Carro Robô<sup>32</sup> (FIGURA 56). Nessa prática, o estudante consegue perceber a diferença entre uma relação e uma função, sendo que uma função nada mais é que uma relação entre dois conjuntos.

---

<sup>31</sup> Definição adaptada. Fonte: PAIVA, Manoel. **Matemática – Paiva**. 1. ed. São Paulo. Moderna, 2013.

<sup>32</sup> A estrutura do carro robô (Figura 56), foi criada pelo professor Dr. Luciano Silva da Silva, coorientador da presente pesquisa, e a programação foi trabalhada em sala de aula pelo professor-pesquisador.

**Figura 56 – Carro Robô**

Fonte: Próprio autor (2023).

No diálogo abaixo, entre o professor-pesquisador e o estudante 7, é interessante notar que a ilha de estudo não sabia de imediato como programar o robô, contudo foram testando a programação e observando os resultados, refazendo o processo até que conseguiram fazer o robô se movimentar, como evidencia o diálogo abaixo.

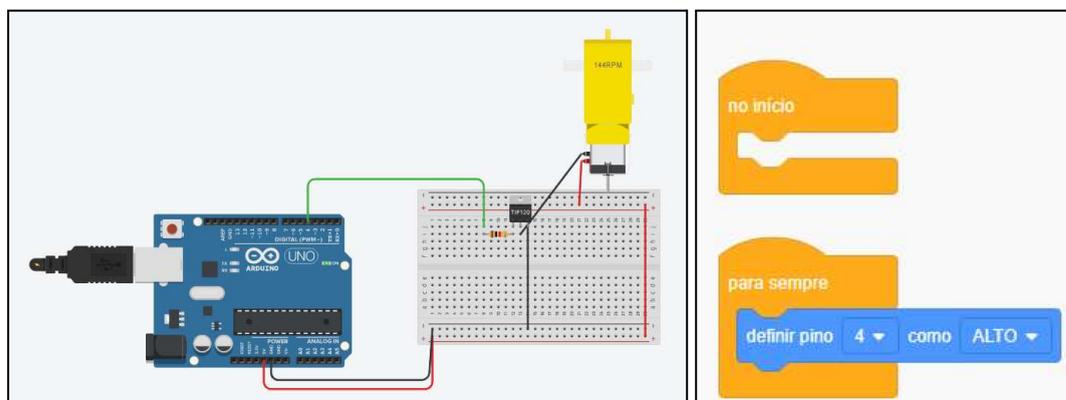
*Professor-pesquisador: Como que vocês fizeram para fazer o robô se movimentar?*

*Estudante 7: Ah sor! De início não conseguimos (risos). Mas fomos testando alguns blocos, até que encontramos o bloco seta pino digital! Testamos e deu certo!*

Percebemos, nessa resposta, que a ilha de estudos em que o estudante 7 estava foi tentando criando hipóteses e as testando, até encontrar a solução mais pertinente para o objetivo do grupo, que era movimentar o carro Robô. Nesse ponto, é interessante enfatizar o trabalho de Papert (2008), o qual aponta que a tecnologia não somente aperfeiçoaria a aprendizagem escolar, mas também auxiliaria a encontrar maneiras diferentes de pensar e de apreender. Observa-se que os estudantes buscaram, à sua maneira, uma forma de apreender, independente de respostas prontas.

Para iniciar a programação, os estudantes tiveram que realizar a ordem reversa das atividades. Agora, eles já possuíam o protótipo (Carro Robô) e deveriam apenas criar a programação para que ele se movesse. Salieta-se que, devido ao pouco tempo para aplicação das atividades, foram trabalhados somente os comandos de movimento do Carro Robô, mas que na construção do protótipo, há a possibilidade de trabalhar com outros dispositivos como o sensor de obstáculos e o sensor de cores. Nesse contexto, pode-se observar que a ilha de estudos 2, onde encontra-se o estudante 7, percebeu rápido os componentes que iriam precisar: *“Percebemos que o carro contém dois motores, duas rodas, uma placa Arduino e uma fonte de energia”*. As demais ilhas de estudos chegaram às mesmas conclusões, logo a seguir. Na programação realizada pelos estudantes no TinkerCad, eles acabaram utilizando um transistor o que na placa Arduino foi utilizado o sensor *Shield*<sup>33</sup>. Na imagem abaixo (Figura 57) é possível observar a construção do protótipo no TinkerCad realizada pela ilha de estudos 2.

**Figura 57 – Montagem do protótipo no TinkerCad realizada pela Ilha de Estudos 2**



Fonte: Próprio autor (2023).

Como os carrinhos foram montados da mesma maneira e com as mesmas conexões, as programações das demais Ilhas de estudos foram semelhantes à apresentada pela Ilha de estudos 2, apresentada na figura acima. É importante relatar que, de acordo com a forma com que os Jumper foram ligados no motor, em todas as portas deveria ser utilizado a porta 4. A velocidade do motor deveria ser um valor entre 0 e 255; em geral, para valores menores que 100, a tensão não seria suficiente para ele vencer o atrito, logo o carro não iria andar.

<sup>33</sup> São placas que se encaixam ao Arduino para acrescentar funcionalidades de uma forma simples e com maior confiabilidade.

No diálogo entre o professor-pesquisador e o estudante 7, mencionado anteriormente, é perceptível que os estudantes foram capazes de explicar o processo de programação que realizaram e não ficaram “detidos” ou ainda desmotivados pelo erro.

A esse respeito, Valente (2005) relata que:

o processo de achar e corrigir o erro constitui uma oportunidade única para o aluno aprender sobre um determinado conceito envolvido na solução do problema ou sobre estratégias de resolução de problemas. O aluno pode também usar seu programa para relacionar com seu pensamento em um nível metacognitivo. Ele pode analisar seu programa em termos de efetividade das idéias, estratégias e estilo de Figura 24 - Resposta de uma equipe à primeira questão - Robô Desenhista 85 resolução de problema. Nesse caso, o aluno começa a pensar sobre suas próprias idéias (abstração reflexiva) (VALENTE, 2005, p.53).

Não encontrar a maneira correta em que o robô seguisse a reta, foi vista pelos estudantes apenas como uma tentativa, uma possibilidade testada, verificada e corrigida. A Partir da análise dessa atividade, nota-se similaridades com o ciclo de ações na interação aprendiz-computador proposto por Valente (2005). Este ciclo apresenta as ações de descrição, execução, reflexão e depuração, como visto no Capítulo Construcionismo.

Destacamos algumas ações deste ciclo neste Roteiro de Atividade: a **descrição** pôde ser percebida como uma consequência dos procedimentos desenvolvidos para que o robô pudesse andar em linha reta, ou seja, por meio dos comandos de programação pensados pela equipe para resolver o problema; a **execução** se deu no momento em que os estudantes testaram a programação do programa no protótipo de robô construído esperando alcançar o resultado almejado pela ilha de estudo; ao observar os movimentos do robô e a programação que estava na tela do computador, foi possível realizar uma **reflexão** do programa criado, se atendo no que estava acontecendo de fato com o robô.

Para Valente (2005),

O processo de refletir sobre o resultado de um programa de computador pode acarretar uma das seguintes ações alternativas: ou o aluno não modifica o seu procedimento porque as suas idéias iniciais sobre a resolução daquele problema correspondem aos resultados apresentados pelo computador, e, então, o problema está resolvido; ou depura o procedimento quando o resultado é diferente da sua intenção original (VALENTE, 2005, p.53).

Assim, por meio da observação do pesquisador e da resposta dos participantes, notamos que ao se depurar a ideia inicial, novas estratégias surgiram no decorrer do processo de solução do problema, consolidando a compreensão diferença entre uma relação e uma função

**Conteúdo: Representação de uma função no Plano Cartesiano.**

No roteiro de atividade 5 sobre a representação de funções no Plano Cartesiano, buscou-se desenvolver os objetivos apresentados no quadro:

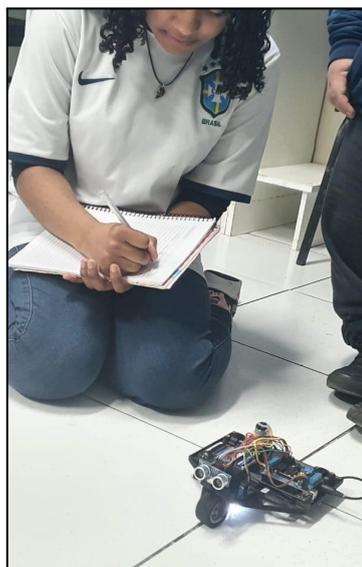
**Quadro 13 – Objetivos propostos no Roteiro de Atividade 5**

Nº	Objetivos
<i>i</i>	Associar pares ordenados de números a pontos do plano cartesiano;
<i>ii</i>	Retomar o conceito de dependência de variáveis;
<i>iii</i>	Representar graficamente uma função;
<i>iv</i>	Propor, testar e debater hipóteses sobre as atividades e práticas envolvendo a representação de uma função no plano cartesiano.

Fonte: Próprio autor (2023).

Nessa aula, os estudantes deveriam utilizar o Carro Robô construído na aula anterior, para revisar a programação do protótipo e realizar algumas alterações pontuais de programação, sem poder mexer na parte estrutural do carro. Para esta atividade, o professor-pesquisador demarcou o chão da sala de aula com um X para indicar a posição por onde o carro deveria passar e os estudantes deveriam marcar o tempo (FIGURAS 58 e 59).

**Figura 58 – Estudante 8 acompanhando o deslocamento do Carro Robô e anotando as distâncias e o tempo**



Fonte: Próprio autor (2023).

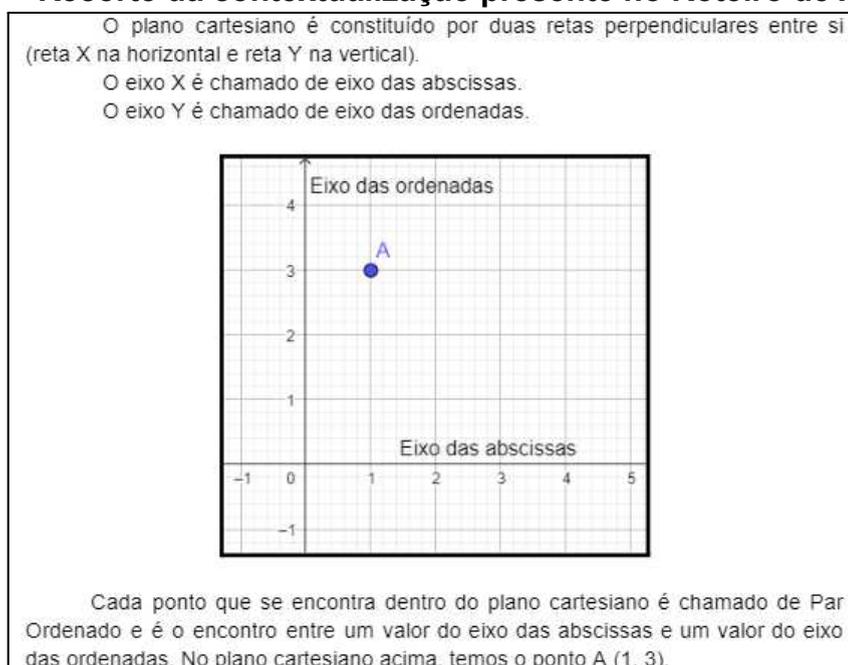
**Figura 59 – Anotações do estudante 8 no Diário de Campo**

Distância	tempo
1 metro	11 segundos
2 metros	23 segundos
3 metros	35 segundos

Fonte: Próprio autor (2023).

Na figura acima, percebemos que o estudante 8 utilizou uma tabela para organizar os dados encontrados por ele na realização da atividade. Uma das formas que temos de representação de uma função é por meio de uma tabela, conforme visto no capítulo 3 *Condições para pensar a Robótica Educacional como ferramenta para o ensino de funções*.

Antes de solicitar que cada ilha de estudos construísse o gráfico dos valores encontrados, o professor fez uma breve contextualização do conteúdo, conforme a Figura 60.

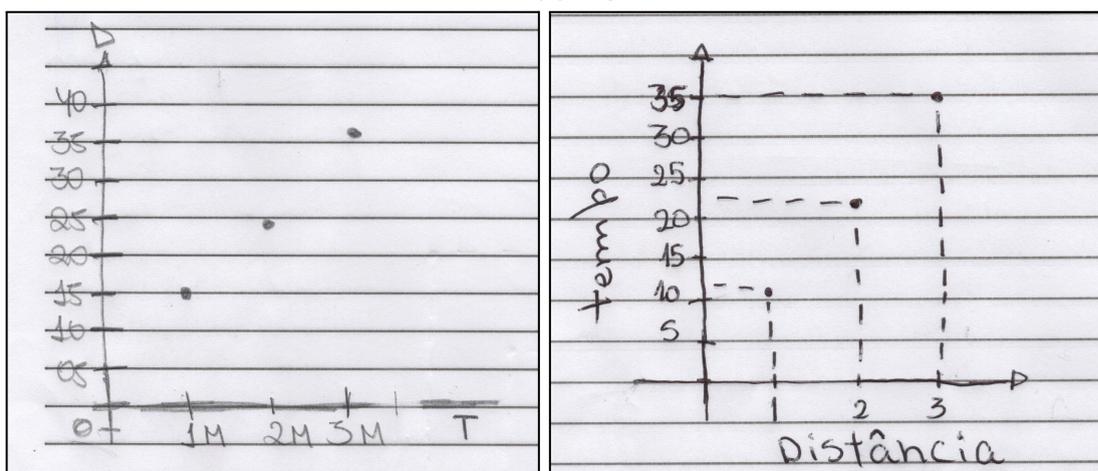
**Figura 60 – Recorte da contextualização presente no Roteiro de Atividade 5**

Fonte: Próprio autor (2023).

Para Duval (2011), a representação de uma função no Plano Cartesiano é uma habilidade potente e de suma importância para ser desenvolvida pelos

estudantes, pois permite a compreensão visual da relação entre duas variáveis, além de facilitar a visualização da composição da função, auxiliando no entendimento de como a variação de uma das variáveis interfere na outra. Na imagem abaixo, é mostrado as construções dos gráficos da atividade, por ilha de estudo.

**Figura 61 – Construção gráfica das Ilhas de Estudo na atividade Prática com Arduino**



Fonte: Próprio autor (2023).

Sobre esta produção, o estudante 15, que elaborou o gráfico da Ilha de Estudo 3, comentou no diário de campo:

**Figura 62 – Anotação do estudante 3 no diário de campo<sup>34</sup>**

Achei a aula bem legal. Ajustamos a programação do nosso robô, medimos a distância percorrida por ele e anotamos o tempo. Depois construímos o gráfico da distância percorrida pelo tempo. No final da aula ainda fizemos uma corrida. Podemos ter aulas assim 😊

Fonte: Próprio autor (2023).

<sup>34</sup> “Achei a aula bem legal. Ajustamos a programação do nosso robô, medimos a distância percorrida por ele e anotamos o tempo. Depois construímos o gráfico da distância percorrida pelo tempo. No final da aula ainda fizemos uma corrida. Podemos ter aulas assim.”

Diante do texto do estudante, percebe-se uma empolgação com a aula. A novidade do uso do computador, do laboratório de informática e da possibilidade de interagir com um programa de computador, podendo construir protótipos de robôs para auxiliar na resolução de uma questão Matemática, permitiu ao estudante uma perspectiva diferente sobre esta ferramenta tecnológica e os processos de ensino e de aprendizagem.

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

Também é importante enfatizar que as aulas de Matemática, com o auxílio da robótica, possibilitaram que os estudantes pudessem refletir sobre o seu próprio aprendizado e os conhecimentos adquiridos. Para Dewey (1938), a ação de aprender só é efetiva quando é mediada por um processo de reflexão sobre o seu significado. Assim, podemos concluir que uma pessoa aprende quando é capaz de refletir sobre as suas ações e de saber organizá-las.

Ressalta-se ainda, que os estudantes demonstraram uma atitude participativa ao longo de toda a pesquisa, desde a aplicação da Avaliação Diagnóstica Inicial, passando pela experimentação, como também resolvendo os desafios propostos na Avaliação Final.

Em linhas gerais, os resultados desta pesquisa, também, revelaram a dificuldade dos estudantes em interpretar as situações apresentadas, sendo necessário explicar mais de uma vez a atividade a ser executada. Seguindo a mesma linha, surgiu a dificuldade dos estudantes em expressar o conhecimento produzido na forma textual, isso porque, no final de cada aula, as ilhas de estudo deveriam entregar um resumo da aula, com os elementos que o grupo achasse importante. Nessa tarefa os estudantes apresentaram grande dificuldade em argumentar de forma clara e precisa suas ideias.

Também foram obstáculos para a execução dos Roteiros de Atividades: O desconhecimento pelos estudantes sobre a plataforma Arduino e do TinkerCad. Limitação do espaço do laboratório, pois existem mesas com desníveis, que não são apropriadas para o laboratório e para a aplicação da robótica; e Computadores do laboratório que não funcionavam de maneira adequada.

Outra dificuldade encontrada foi a frustração dos estudantes com seus erros. Alguns se dispersaram quando suas programações não funcionaram da maneira que eles haviam pensado, sendo necessário que o professor chamasse a atenção e retomasse o erro como parte do processo de construção do conhecimento.

Segundo Malaspina (2007), o erro é uma fonte de aprendizagem e quando bem trabalhado pelo professor com os estudantes, possibilita a aprendizagem e a consolidação do conceito. Portanto, diante dessas possibilidades, as atividades desenvolvidas nesta pesquisa mostram-se capazes de estimular a aprendizagem dos estudantes a partir das hipóteses, dos erros e entraves vividos em sala de aula, com planejamento adequado das atividades e a utilização correta dos recursos que capazes de estimular a busca pelo aprendizado.

Oportuno destacar que as atividades propostas se distanciam da prática tradicional empregada em sala de aula para o ensino de Matemática, na qual o professor apresenta a regra, com textos descontextualizados, e impõe ao estudante fórmulas estabelecidas e acabadas. Os Roteiros de Atividades empregam uma forma dinâmica e diferenciada de ensinar Matemática. Assim, com o auxílio dos *softwares* Arduíno e TinkerCad, o professor assume o papel de mediador do conhecimento e proporciona ao estudante condições de agir de forma ativa na construção e formação dos seus próprios conceitos.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa se propôs a mapear as potencialidades das atividades envolvendo a Robótica Educacional no processo de ensino do conceito de funções, em uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental, a partir da perspectiva Construcionista.

Na atualidade, os recursos tecnológicos sinalizam para uma mudança da função do estudante nos processos de ensino e de aprendizagem, pois os torna parte do processo educativo, bem como impulsiona o professor a buscar novos conhecimentos e a se adequar às constantes mudanças que a sociedade tem passado.

A Robótica Educacional, atualmente, tem se constituído como uma valiosa ferramenta que permite a construção e a aplicação de diversos conceitos em contextos concretos, de maneira criativa e prática, criando uma experiência de aprendizado mais agradável e desafiadora do que os métodos tradicionais, além de motivar o estudante para os processos de ensino e de aprendizagem. Após a experimentação vivenciada nesta pesquisa, conseguiu-se desenvolver uma sequência de Roteiros de Atividades utilizando como base o Construcionismo, o conceito de funções e colocando o estudante à frente do seu próprio processo de aprendizagem, criando hipóteses e as verificando.

A utilização da engenharia didática como metodologia de pesquisa, que nos permitiu experimentar os roteiros de atividades planejados para investigar a aprendizagem do conceito de funções, nos possibilitou analisar os momentos vividos em sala de aula pelo professor e pelos estudantes. Com o registro das imagens e as observações transcritas no diário de campo, pôde-se avaliar estes momentos e articulá-los às referências teóricas adotadas.

Com relação aos objetivos específicos propostos:

No capítulo *Revisão Sistemática da Literatura*, foi apresentado um apanhado de resultados advindos de pesquisas realizadas com enfoque na utilização da Robótica Educacional nos processos de ensino dos conteúdos de Matemática, especialmente, aos que se referem ao estudo das funções, o que contempla o primeiro objetivo específico proposto para essa pesquisa: *mapear estudos que abordam a Robótica Educacional como ferramenta de ensino na disciplina de Matemática*.

No que se refere ao segundo objetivo, *elaborar e desenvolver atividades com o uso da placa Arduino*; ao terceiro objetivo, *avaliar os conhecimentos construídos pelos estudantes e as dificuldades encontradas por eles, a partir da inserção da Robótica Educacional nas aulas de Matemática, para o ensino do Conceito de Funções*; e ao quarto objetivo, *identificar os desafios e as possibilidades da Robótica Educacional como ferramenta para o ensino de Funções*. Foi possível perceber que a Robótica Educacional pode contribuir na exploração de conteúdos que auxiliaram o estudante na compreensão do conceito de função, além de possibilitar o desenvolvimento do raciocínio lógico e a construção do pensamento matemático. Assim sendo, entende-se que a Robótica Educacional não é a solução para todos os problemas educacionais, mas que ela pode se tornar uma potencializadora de situações de aprendizagem que auxiliam tanto professores quanto estudantes no processo de construção das aprendizagens.

Como consequência das reflexões surgidas durante esta pesquisa, sobretudo nos Roteiros das Atividades, alcançamos o quinto objetivo da pesquisa, onde elaboramos um produto educacional denominado *Kit de Robótica: Uma potente ferramenta para o Ensino de Funções*, composto por uma sugestão de montagem de um Kit de Robótica e por Roteiros de Atividades, visando oferecer aos educadores interessados, um material que auxiliará na utilização da Robótica Educacional durante as aulas de Matemática. O produto educacional elaborado está diretamente vinculado à questão de pesquisa do presente estudo, uma vez que propõe um material para que o educador possa abordar o Conceito de Funções de forma colaborativa, utilizando a Robótica Educacional.

A pesquisa ainda apresenta resultados que podem conduzir os educadores e demais interessados a um campo de investigação amplo, e pouco debatido, que vai além da simples utilização de recursos digitais em sala de aula, uma vez que possibilita que esses recursos sejam aplicados na construção de diversos conhecimentos.

Além de todo o exposto, esperamos que o material elaborado possa trazer possibilidades para os professores, em especial aos da disciplina de Matemática, auxiliando no intuito de promover o ensino do conteúdo de funções, considerando a Robótica Educacional como uma ferramenta para o desenvolvimento das habilidades e competências, que contribuirão para a formação do educando, além de instigar futuras investigações que possam aumentar o escopo deste

trabalho, oferecendo uma ampla discussão sobre a Robótica Educacional e aprendizagem matemática.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Luma Cardoso Ferro de; SILVA, Jhonatan Sérgio Diniz Marques da; AMARAL, Haroldo José Costa do. Robótica Educacional: uma possibilidade para o Ensino e Aprendizagem. **Revista da Escola Regional de Informática de Pernambuco**, Garanhuns, v.2, n.2, p.178-184, 2013.

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de. **O aprender e a informática: a arte do possível na formação do professor**. Brasília: MEC, 1999.

ANDRADE, Juliana Wallor de. **Robótica educacional: uma proposta para a educação básica**. 2018. 59f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2018.

ANDRADE, Marcelo Leandro Feitosa de; MASSABNI, Vânia Galindo. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência e Educação**, Bauru, v.17, n.4, p.835-854, 2011.

ANDRIOLA, Wagner Bandeira; ANDRIOLA, Cristiany Gomes; MOURA, Cristiane Pascoal. Opiniões de docentes e de coordenadores acerca do fenômeno da evasão discente dos cursos de graduação da Universidade Federal do Ceará. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v.14, n.52, p.365-382, 2006.

ANDRIOLA, Wagner Bandeira; CAVALCANTE, Luanna Rodrigues. Avaliação do raciocínio abstrato em estudantes do ensino médio. **Estudos de Psicologia**, Natal, v.4, n.1, p.23-37, 1999.

ARAGÃO, Franciella. **Robótica educativa na construção do pensamento matemático**. 2019. 35f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2019.

ARDUÍNO. **O que é Arduino?** 2022. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/software>>. Acesso em: 22 mai. 2022.

ARTIGUE, Michele. **Engenharia Didática**. In: BRUN, Jean. Didática das Matemáticas. 1. ed. Lisboa: Instituto Piaget, 1996, p.193-217.

ÁVILA, Geraldo. **Cálculo das funções de uma variável**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

AZEVEDO, Samuel; AGLAÉ, Akynara; PITTA, Renata. **Introdução à Robótica**. 2009. Disponível em: <<http://www.sbpcnet.org.br/livro/62ra/minicursos/MC%20Samuel%20Azevedo.pdf>>. Acessado em: 11 jun. 2022.

\_\_\_\_\_. **Minicurso: Introdução à Robótica Educacional. 62ª Reunião Anual da SBPC**, p.1-41, 2010. Disponível em:

<<http://www.sbpcnet.org.br/livro/62ra/minicursos/mc%20samuel%20azevedo.pdf>>. Acessado em: 09 abr. 2022.

BAUMGARTEL, Priscila. **O uso de jogos como metodologia de ensino da Matemática**. 1. ed. Curitiba: Paraná, 2016.

BECKER, Fernando. O que é construtivismo. **Revista de educação AEC**, Brasília, v.21, n.83, p.7-15, 1992.

BOGDAN, Robert Charles; BIKLEN, Sari. Knopp. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. 1. ed. Porto: Porto Editora, 1994.

BORBA, Fabiane Inês Menezes de Oliveira; GOI, Mara Elisangela Jappe. Jerome Bruner nos processos de aprender e ensinar Ciências. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, São Paulo, v.10, n.1, p.1-10, 2021.

BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e educação matemática**. 4. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

BOYER, Carl, Benjamin. **História da matemática**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1996.

BRAGA, Ciro. **Função: a alma do ensino da matemática**. 1. ed. São Paulo: FAPESP, 2006.

BRANDÃO, Carlos Rodrigues (org.). **Repensando a pesquisa participante**. 3. ed. São Paulo: Brasiliense, 1999.

BRASIL. **PCN+Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: Ministério da Educação e Cultura, 1999.

\_\_\_\_\_. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2006.

\_\_\_\_\_. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

BRINK MOBIL. **Kit de Robótica Educacional para o Ensino Fundamental**. 2022. Disponível em: <<https://www.brinkmobil.com.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2022.

BRUNER, Jerome Seymour. **Sobre o Conhecimento: ensaios de mãos esquerda**. 1. ed. São Paulo: Phorte Editora, 2008.

BYERS, Vitor. Por que estudar História da Matemática?; **International Journal Mathematics Education in Science and Technology**; Montreal, v.13; p.59-66, 1982.

CAMPITELI, Heliana Cioccia; CAMPITELI, Vicente Coney. **Funções**. 1. ed. Ponta Grossa: UEPG, 2006.

CARAÇA, Bento de Jesus. **Conceitos fundamentais da matemática**. 1. ed. Lisboa: Gradiva, 1951.

CASAGRANDE, Emília. **Função polinomial do 2º grau: uma sequência didática apoiada nas tecnologias digitais**. 2017. 112f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2017.

CASTILHO, Maria Inês. **Robótica na Educação: com que objetivos?** 2002. (Monografia de Especialização em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

CHELLA, Marco Túlio. **Ambiente de robótica para aplicações educacionais com superlogo**. 2002. 186f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e Computação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

COBUCCI, Bruna Nogueira Simões. **O uso da robótica educacional como ferramenta no ensino e aprendizagem de função afim e quadrática**. 2021. 110f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2021.

CREATIVE ROBOTICS™. **O conjunto de desafios da equipe 9794**. 2022. Disponível em: <[http://www.creativerobotics.com.my/products\\_rcx.htm](http://www.creativerobotics.com.my/products_rcx.htm)>. Acesso em: 01 jun. 2022.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DEWEY, John. **Experience and education**. 1. ed. New York: Touchstone, 1938.

DOMINGUES, Hygino H.; IEZZI, Gelson. **Álgebra moderna**. 4. ed. São Paulo: Atual, 2003.

DUVAL, Raymond. Gráfico e equações: a articulação de dois registros. **Revemat**, Florianópolis, v.6, n.2, p. 96-112, 2011.

ECHEVERRÍA, Maria del Puy Pérez; POZO, Juan Ignacio. Aprender a resolver problemas e resolver para aprender. *In*: POZO, Juan Ignacio (org). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. 1. Ed. Porto Alegre: Artmed, 1998. p.13-41.

ELETROGATE. **Kit Arduino Robótica**. 2022. Disponível em: <<https://www.eletrogate.com/>>. Acesso em: 10 jul. 2022.

ELIAS, Ana Paula de Andrade Janz. **Possibilidades de utilização de smartphones em sala de aula: construindo aplicativos investigativos para o trabalho com equações do 2º grau**. 2018. 135f. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

GALVÃO, Angel Pena. **Robótica educacional e o ensino de matemática: um experimento educacional em desenvolvimento no Ensino Fundamental**. 2018. 133f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2018.

GONÇALVES, Paulo César. **Protótipo de um robô móvel de baixo custo para uso educacional**. 2007. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

IEZZI, Gelson; *et al.* **Matemática: ciências e aplicações**. 1. ed. São Paulo: Atual, 2001.

JOJOA, Edith Milena Jiménez; BRAVO, Eduardo Caicero; CORTES, Eval Bladimir Bacca. Toll for Experimenting with concepts of Mobile Robotics as Applied to Children's Education. **IEE Transaction**, Cali, v.53, n.1, p.88-90, 2010.

LAUREANO, Marcos Aurelio Pchek. **Legó Mindstorms RCX**. Robótica com Legó. 2016. Disponível em: <[https://fei.edu.br/lieu/slides\\_lego\\_2.pdf](https://fei.edu.br/lieu/slides_lego_2.pdf)>. Acesso em: 01 jun. 2022.

LEFRANÇOIS, Guy R. **Teorias da Aprendizagem: O que a senhora pensa**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

LEGO. **Conjunto Adicional SPIKE™ Prime LEGO® Education**. 2022. Disponível em: <<https://www.lego.com/pt-br/product/lego-education-spike-prime-expansion-set-45680>>. Acesso em: 01 jun. 2022.

LESH, Richard; POST, Thomas R.; BEHR, Merlyn J. **Proportional Reasoning**. *In*: HIEBERT, Jaimes; BEHR, Merlin (orgs). **Number concepts and operations in the middle grades**. 1. ed. Reston: Lawrence, 1988. p.93-118.

LIMA, Alberto Sampaio; ANDRIOLA, Wagner Bandeira. Avaliação de práticas pedagógicas inovadoras em curso de graduação em sistemas de informação. **REICE**, Madrid, v.11, n.1, p. 104-121, 2013.

LISTAS LITERÁRIAS. **10 capas do Eu, robô**. 2022. Disponível em: <<https://www.listasliterarias.com/2013/06/10-capas-de-eu-robo-com-robos-bem.html>>. Acesso: 03 jul. 2022.

MALTEMPI, Marcos Vinicius. Novas tecnologias e construção de conhecimento: reflexões e perspectivas. **Anais do Congresso Ibero-americano de Educação Matemática**, Porto, p.1-11, 2005.

\_\_\_\_\_. Construcionismo: pano de fundo para pesquisas em informática aplicada à Educação Matemática. *In*: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani; BORBA, Marcelo de Carvalho. **Educação matemática: pesquisa em movimento**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009. p.264-282.

MAMEDE, Sílvia; PENAFORTE, Julio. **Aprendizagem baseada em problemas: anatomia de uma abordagem educacional**. 1. ed. Fortaleza: Hucitec, 2001.

MARÇAL, Vicente E. R. **A inteligência como adaptação: relação entre acomodação e assimilação**. 2009. Disponível em <<http://www.vicentemarc.al.unir.br/2009/09/17/a-inteligencia-como-adaptacao-relacao-entre-acomodacao-e-assimilacao/>>. Acesso em: 30 mai. 2022.

MARTINS, Agenor. **O que é robótica**. São Paulo: Editora Brasiliense, 2006.

MARTINS, Janae Gonçalves. **Aprendizagem baseada em problemas aplicada a ambiente virtual de aprendizagem**. 2002. 219f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

MIORIM, Maria Ângela. **O ensino de matemática: evolução e modernização**. 1995. 231f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

MODELIX ROBOTICS. **Kit Modelix Robotics**. 2022. Disponível em: <<https://www.modelix.com.br/>>. Acesso em: 07 jul. 2022.

MORAES, Maria Candida. **Informática no Brasil: um pouco de história. Em Aberto**, Brasília, v.57, p.133, 1993.

MORAES, Roque. Da noite ao dia: tomada de consciência de pressupostos assumidos dentro das pesquisas sociais. *In*: LIMA, Valdeez Marina do Rosário; HARRES, João Batista Siqueira; PAULA, Marlúbia Corrêa de (orgs). **Caminhos da pesquisa qualitativa no campo da educação em ciências: pressupostos, abordagens e possibilidades**. 1. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2018.

MORAN, José Manuel. Novas tecnologias e o re-encantamento do mundo. **Tecnologia Educacional**. Rio de Janeiro, v.23, n.126, p.24-26, set. 1995.

MOSER, Erika Aparecida Domiciano. **O ensino da matemática nos anos iniciais através da utilização de jogos em sala de aula e de um olhar sensível do professor**. 2017. Disponível em: <<https://www2.faccat.br/portal/sites/default/files/moser.pdf>>. Acesso em: 30 mai. 2022.

MUNEM, Mustafa; FOULIS, David J. **Cálculo 1**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1982.

NEVES, Rita de Araujo; DAMIANI, Magda Floriana. Vygotsky e as teorias da aprendizagem. **UNI Revista**, Imperatriz, v.1, n.2, p. 1-10, 2006.

OGLIARI, Lucas Nunes. **O conteúdo de funções na escola: rastros dos movimentos de reforma nos livros didáticos de matemática do ensino fundamental**. 2014. 190f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

OLIVEIRA, Ailton Diniz de. **Robótica nas aulas de matemática**: uma perspectiva tecnológica associada ao ensino de funções. 2017. 69f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

ONUCHIC, Lourdes de la Rosa. Ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas. *In*: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. (org). **Pesquisa em educação matemática**: concepções e perspectivas. 1. ed. São Paulo: UNESP, 1999. p.199-218.

OTTONI, André Luiz Carvalho. **Introdução a Robótica**: material de estudo. 1. ed. São João del Rei: UFSJ, 2010.

PAIS, Luiz Carlos. **Didática da matemática**: uma análise da influência francesa. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

PAIVA, Manoel. **Matemática - Paiva**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2013.

PAPERT, Seymour. **Mindstorms**: Children, Computers, and Powerful Ideas. 1. ed. New York: Basic Books, 1980.

\_\_\_\_\_. **Logo**: computadores e educação. 1. ed. São Paulo: Brasiliense, 1985.

\_\_\_\_\_. **A Máquina das crianças**: repensando a escola na Era da Informática. 1. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

\_\_\_\_\_. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era digital. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2008.

PEREIRA, Francisco Tito Silva Santos; ARAÚJO, Luis Gustavo; BITTENCOURT, Roberto. Intervenções de pensamento computacional na educação básica através de computação desplugada. **Anais do Workshop de Informática na Escola**, Porto Alegre, p.315-324, 2019.

PIAGET, Jean. **Psicologia e Pedagogia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Forense, 1970.

\_\_\_\_\_. **Para onde vai a educação?** 2. ed. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio, 1973.

\_\_\_\_\_. **A epistemologia genética**. 2. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

PONTE, João Pedro. O conceito de função no currículo de Matemática. **Revista Educação e Matemática**, Portugal, n.15, p.3-9, 1990.

\_\_\_\_\_. Investigar, ensinar e aprender. **Actas do ProfMat 2003**, Lisboa, p.25-39, 2003.

POZO, Juan Ignacio; ANGÓN, Yolanda Postigo. A solução de problemas como conteúdo procedimental da educação básica. *In*: POZO, Juan Ignacio (org). **A**

**solução de problemas:** aprender a resolver, resolver para aprender. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 1998. p.139-165.

ROCHA, Rogério. **Utilização da robótica pedagógica no processo de ensino-aprendizagem de programação de computadores.** 2006. 116f. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

RODRIGUES, Willian dos Santos. **Atividades com robótica educacional para as aulas de matemática do 6. ao 9. ano do ensino fundamental:** utilização da metodologia LEGO® Zoom Education. 2015. 106f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2015.

RÜTHING, Diether. Some definitions of the concept of function from Joh: Bernoulli to N. Bourbaki. **The Mathematical Intelligencer**, v.6, n.4, p.72-77, 1984.

SANTOS, Icleia. **Contribuição da robótica como ferramenta pedagógica no ensino da matemática no terceiro ano do Ensino Fundamental.** 2017. 161f. Dissertação (Mestrado em Educação e Novas Tecnologias) – Centro Universitário Internacional, Curitiba, 2017.

SILVA, Abrahão de Almeida. **O ensino de funções lineares:** uma abordagem construtivista/construcionista por meio do kit LEGO ®Mindstorms. 2014. 61f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2014.

SILVA, Alzira Ferreira da. **RoboEduc:** uma metodologia de aprendizado com robótica educacional. 2009. 133f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

SILVA, Marcelo Pires da. **Robótica educacional livre no 9º ano do ensino básico:** uma trilha de implementação de robótica com arduino para o ensino de física e matemática. 2021. 184f. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) – Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2021.

SIMMONS, George Finlay. **Cálculo com geometria analítica.** 1. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1987.

SOUSA, Edvaldo Vale de. **Objetos de aprendizagem no ensino de matemática e física:** uma proposta interdisciplinar. 2010. 218f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010.

SOUZA, Joamir Roberto de. **Novo olhar:** matemática. 1. ed. São Paulo: FTD, 2010.

SOUZA, Viviane Dal Molin de; MARIANI, Viviana Cocco. **Um breve relato do desenvolvimento do conceito de função.** 2005. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/12770073-Um-breve-relato-do-desenvolvimento-do-conceito-de-funcao.html>>. Acesso em 05. jun. 2022.

TURATO, Egberto Ribeiro. Métodos qualitativos e quantitativos na área da saúde: definições, diferenças e seus objetos de pesquisa. **Revista de Saúde Pública**, v.39, n.3, p.507-514, 2005.

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

\_\_\_\_\_. **Informática na educação: instrucionismo x construcionismo**. 2005. Disponível em: <<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/2/1/informaacutetica-na-educaccedilatildeo-instrucionismo-x-construcionismo>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

VECCHIA, Rodrigo Dalla. **A modelagem matemática e a realidade do mundo cibernético**. 2012. 275f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2012.

WALTER, W. Grey. **1969 – The Logo Turtle – Seymour Papert et al: (Sth African / American)**. 2010. Disponível em: <<http://cyberneticzoo.com/cyberneticanimals/1969-the-logo-turtle-seymour-papert-ma-rvin-minsky-et-al-american/>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

ZIGNAGO, Rangel. **Robótica educacional nas aulas de matemática: trabalhos colaborativos com alunos do 8º ano do Ensino Fundamental**. 2020. 136f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2020.

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

## APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO TCLE (Res.510/2016-CNS)



Para os responsáveis legais dos menores de 18 anos.

#### ***Esclarecimentos:***

Estamos solicitando a você a autorização para que o menor pelo qual você é responsável participe da pesquisa: **A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DO CONCEITO DE FUNÇÕES**, que tem como pesquisador responsável **DIONATA GUSTAVO SCHÖENARDIE**, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas da Universidade Federal de Rio Grande - FURG, orientado pela Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> **PATRÍCIA IGNÁCIO** e coorientado pelo Prof. Dr. **LUCIANO SILVA DA SILVA**. Esta pesquisa pretende mapear as potencialidades das atividades de Robótica no ensino do conceito de funções, em uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental, a partir da perspectiva construcionista.

Entendemos que o ensino de Matemática deve desenvolver no aluno o raciocínio lógico, a criatividade, a capacidade de resolver problemas e habilidades para se adaptar às exigências tecnológicas do mundo contemporâneo. Assim, é importante utilizar metodologias de ensino diferenciadas em sala de aula, a fim de tornar os conteúdos mais atrativos, de maneira que o estudante se esforce espontaneamente e exponha as suas ideias.

Caso decida autorizar a participação do menor, serão desenvolvidas atividades em sala de aula, usando metodologias diferenciadas. Durante esse período as atividades poderão ser gravadas/filmadas/fotografadas e serão utilizados diários de bordo e dois testes para a coleta de dados. A partir da análise do material colhido serão produzidos textos acadêmicos sobre os resultados alcançados usando tais metodologia.

Durante a realização da pesquisa poderão ocorrer eventuais desconfortos e possíveis riscos ínfimos à integridade moral, intelectual e emocional. Seu(sua) filho(a) pode se sentir desconfortável ao responder os questionários, participar de entrevista ou ao ser filmado/fotografado. Contudo, nada é obrigatório e não existe punição quanto a não participação. Todas as imagens serão editadas para minimizar o risco de identificação. A pesquisa não visa denegrir os participantes, não necessita de materiais físicos ou ações físicas que pressuponham o uso de EPI (Equipamento de Proteção Individual).

Como benefícios da pesquisa, a pesquisa poderá propiciar ao menor uma melhor aprendizagem de conteúdos Matemáticos, além de contribuir para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem de Matemática em um contexto geral, bem como para a coleta de dados relevantes para a produção acadêmica.

Em caso de complicações ou danos à saúde que o menor possa ter relacionado com a pesquisa, compete ao pesquisador responsável garantir o direito à assistência integral e gratuita, que será prestada pela unidade de saúde pública mais próxima.

Durante todo o período da pesquisa você poderá tirar suas dúvidas ligando para Dionata Gustavo Schöenardie, contato: 51 9 95574938 ou enviando e-mail para o endereço [dionata.schoenardie@edu.taquara.rs.gov.br](mailto:dionata.schoenardie@edu.taquara.rs.gov.br)

Você tem o direito de não autorizar ou retirar o seu consentimento da participação do menor em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo para o mesmo.

Os dados que o menor irá fornecer serão confidenciais e serão divulgados apenas em congressos ou publicações científicas, sempre de forma anônima, não havendo divulgação de nenhum dado que possa lhe identificar. Esses dados serão guardados pelo pesquisador responsável por essa pesquisa em local seguro e por um período de 5 anos.

Alguns gastos pela sua participação nessa pesquisa, eles serão assumidos pelo pesquisador e reembolsado para vocês.

Se o menor sofrer qualquer dano decorrente desta pesquisa, sendo ele imediato ou tardio, previsto ou não, o menor será indenizado.

Qualquer dúvida sobre a ética dessa pesquisa você deverá ligar para o Comitê de Ética em Pesquisa FURG (CEP - FURG) – instituição que avalia a ética das pesquisas antes que elas comecem e fornece proteção aos participantes das mesmas – da Universidade Federal do Rio Grande, nos telefones (53) 3237-3013 ou e-mail [cep@furg.br](mailto:cep@furg.br). Você ainda pode ir pessoalmente à sede do CEP, no prédio das Pró-Reitorias segundo andar-Propesp, disponível nas segundas-feiras das 8 às 12h, nas terças-feiras das 09 às 13h, nas quartas-feiras das 13h30min às 17h30min, nas quintas-feiras das 9 às 17h30min, ou em outros horários mediante agendamento, Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Avenida Itália, Km 08 - Campus Carreiros - Caixa Postal 474 - Rio Grande/RS - CEP: 96203-900.

Este documento foi impresso em duas vias. Uma ficará com você e a outra com o pesquisador responsável **DIONATA GUSTAVO SCHÖENARDIE**.

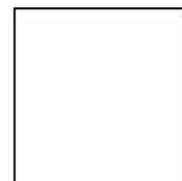
#### ***Consentimento Livre e Esclarecido***

Após ter sido esclarecido sobre os objetivos, importância e o modo como os dados serão coletados nessa pesquisa, além de conhecer os riscos, desconfortos e benefícios que ela trará para mim e ter ficado ciente de todos os meus direitos, concordo em participar da pesquisa **A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DO CONCEITO DE FUNÇÕES**, e autorizo a divulgação das informações por mim fornecidas em congressos e/ou publicações científicas desde que nenhum dado possa me identificar.

Local, dia e mês de 2022.

---

**Assinatura do responsável legal**



Impressão  
datiloscópica do  
responsável legal

*Declaração do pesquisador responsável*

Como pesquisador responsável pelo estudo **A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DO CONCEITO DE FUNÇÕES**, declaro que assumo a inteira responsabilidade de cumprir fielmente os procedimentos metodologicamente e direitos que foram esclarecidos e assegurados ao participante desse estudo, assim como manter sigilo e confidencialidade sobre a identidade do mesmo.

Declaro ainda estar ciente que na inobservância do compromisso ora assumido infringirei as normas e diretrizes propostas pela Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CNS, que regulamenta as pesquisas envolvendo o ser humano.

Local, dia e mês de 2022.

---

**Assinatura do(a) pesquisador(a) responsável**

## APÊNDICE B – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA GRAVAÇÃO DE VOZ E/OU REGISTRO DE IMAGENS (FOTOS E/OU VÍDEOS)



TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA GRAVAÇÃO DE VOZ E/OU  
REGISTRO DE IMAGENS (FOTOS E/OU VÍDEOS)



### Esclarecimentos:

Este é um convite para você participar da pesquisa: **A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DO CONCEITO DE FUNÇÕES**, que tem como pesquisador responsável **DIONATA GUSTAVO SCHÖENARDIE** mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas da Universidade Federal de Rio Grande - FURG, orientado pela Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> **PATRÍCIA IGNÁCIO** e coorientado pelo Prof. Dr. **LUCIANO SILVA DA SILVA**. Esta pesquisa pretende mapear as potencialidades das atividades de Robótica no processo de aprendizagem do conteúdo de funções. Entendemos que o ensino de Matemática desenvolve no aluno o raciocínio lógico, a criatividade, a capacidade de resolver problemas e habilidades para se adaptar às exigências tecnológicas do mundo contemporâneo. Assim, é importante utilizar metodologias de ensino diferenciadas em sala de aula, a fim de tornar os conteúdos mais atrativos, de maneira que o estudante se esforce espontaneamente e exponha as suas ideias. Para isso, serão desenvolvidas atividades em sala de aula, usando metodologias diferenciadas. Portanto, gostaríamos de solicitar sua autorização para efetuar a gravação de voz e/ou o registro de fotos e/ou vídeos, concedida mediante o compromisso dos pesquisadores acima citados com os seguintes direitos:

1. Ter acesso às fotos e/ou vídeos e/ou à gravação e transcrição dos áudios;
2. Ter a garantia de que as fotos e/ou vídeos e/ou áudios coletadas serão usados exclusivamente para gerar informações para a pesquisa aqui relatada e outras publicações dela decorrentes, quais sejam: revistas e eventos científicos;
3. Não ter a identificação revelada em nenhuma das vias de publicação das informações geradas, utilizando mecanismos para este fim (tarjas, distorção da imagem, distorção da voz, entre outros).
4. Ter as fotos e/ou vídeos e/ou áudios obtidos de forma a resguardar a privacidade e minimizar constrangimentos;
5. Ter liberdade para interromper a participação na pesquisa a qualquer momento e/ou solicitar a posse das fotos e/ou vídeos.

Você não é obrigado a permitir o uso das suas fotos e/ou vídeos e/ou áudios, porém, caso aceite, será de forma gratuita mesmo que imagens sejam utilizadas em publicações de livros, revistas ou outros documentos científicos.

As fotos e/ou vídeos e/ou áudios coletados serão: 10 (dez) fotos (aproximadamente), 6 (seis) áudios (aproximadamente) e 6 (seis) vídeos (aproximadamente 5 min. cada).

### Consentimento de Autorização de Uso de Imagens (fotos e/ou vídeos)

Após ter sido esclarecido sobre as condições para a minha participação no estudo, eu, \_\_\_\_\_ autorizo o uso de:

- ( ) Minhas imagens (fotos e/ou vídeos)  
 ( ) minha voz  
 ( ) minhas imagens (fotos e/ou vídeos) e minha voz

\_\_\_\_\_  
 Assinatura do participante da pesquisa

\_\_\_\_\_  
 Assinatura do pesquisador responsável



Impressão  
datiloscópica  
do participante

Local, \_\_\_\_\_, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

## APÊNDICE C – MODELO DE CARTA DE ANUÊNCIA DA ESCOLA



### CARTA DE ANUÊNCIA Esclarecimentos:



Esta é uma solicitação para a realização da pesquisa intitulada **A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DO CONCEITO DE FUNÇÕES** a ser realizada na Escola Municipal de Ensino Fundamental XXXXXXXX, pelo pesquisador **DIONATA GUSTAVO SCHÖENARDIE**, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas da Universidade Federal de Rio Grande - FURG, orientado pela Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> **PATRÍCIA IGNÁCIO** e coorientado pelo Prof. Dr. **LUCIANO SILVA DA SILVA**, que utilizará a aplicação de atividades utilizando a Robótica Educacional como ferramenta de ensino do conceito de função como metodologia, e com objetivo principal de mapear as potencialidades das atividades envolvendo a Robótica no processo de ensino do conceito de funções, em uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental, necessitando portanto da concordância e autorização institucional para a realização da(s) etapa(s) pré-teste, desenvolvimento das atividades e pós-teste.

Ressaltamos que os dados coletados serão mantidos em absoluto sigilo, de acordo com as Resoluções nº 510/2016 - Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde que tratam da Pesquisa envolvendo Seres Humanos. Salientamos ainda que tais dados serão utilizados tão somente para realização deste estudo.

---

**Assinatura do pesquisador**  
**Dionata Gustavo Schöenardie E CPF**

#### **Consentimento:**

Por ter sido informado verbalmente e por escrito sobre os objetivos e metodologia desta pesquisa, concordo em autorizar a realização da mesma nesta Instituição que represento. (nome da instituição, endereço, telefone e demais dados)

Esta Instituição está ciente de suas responsabilidades como instituição coparticipante do presente projeto de pesquisa, dispondo de infraestrutura necessária para realização das etapas supracitadas.

Esta autorização está condicionada à aprovação prévia da pesquisa acima citada por um Comitê de Ética em Pesquisa e ao cumprimento das determinações éticas das Resoluções nº 510/2016 - Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde e suas complementares.

O descumprimento desses condicionamentos assegura-me o direito de retirar minha anuência a qualquer momento da pesquisa.

Taquara, dia, mês e ano.

---

**Assinatura do responsável pela instituição**  
**Nome completo do responsável pela Instituição**  
**Carimbo responsável da Instituição\***  
**CNPJ da instituição**

## APÊNDICE D – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)



### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)



Você está sendo convidado a participar da pesquisa **A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DO CONCEITO DE FUNÇÕES**, coordenada pelo pesquisador **DIONATA GUSTAVO SCHÖENARDIE**, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas da Universidade Federal de Rio Grande - FURG, orientado pela Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> **PATRÍCIA IGNÁCIO** e coorientado pelo Prof. Dr. **LUCIANO SILVA DA SILVA**. Seus pais permitiram que você participe.

Queremos mapear as potencialidades das atividades de Robótica no processo de aprendizagem do conteúdo de funções.

Você só precisa participar da pesquisa se quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. As crianças que irão participar desta pesquisa têm de 13 a 15 anos de idade.

A pesquisa será feita na Escola Fundamental XXXX, localizada no Município de Taquara/RS, onde as crianças irão realizar atividades utilizando a Robótica Educacional como ferramenta de ensino do conceito de função. Para isso, será usado um Kit de Robótica, ele é considerado seguro, mas é possível ocorrer eventuais desconfortos. Caso aconteça algo errado, você pode nos procurar pelos telefones que tem no começo do texto. Mas há coisas boas que podem acontecer como propiciar ao menor uma melhor aprendizagem de conteúdos Matemáticos, além de contribuir para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem de Matemática em um contexto geral, bem como para a coleta de dados relevantes para a produção acadêmica.

Se você morar longe da Escola, nós daremos a seus pais dinheiro suficiente para transporte, para também acompanhar a pesquisa.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa; não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados no trabalho de conclusão do mestrado e em artigos, mas sem identificar as crianças que participaram.

=====

### CONSENTIMENTO PÓS INFORMADO

Eu \_\_\_\_\_ aceito participar da pesquisa **A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DO CONCEITO DE FUNÇÕES**.

Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer.

Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir e que ninguém vai ficar com raiva de mim.

Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis.

Recebi uma via deste termo de assentimento. A outra via ficará com o pesquisador responsável (nome do pesquisador responsável). Li o documento e concordo em participar da pesquisa.

Local, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do menor

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador

## APÊNDICE E – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA – INICIAL

	<p>Escola Municipal de Ensino Fundamental Emílio Leichtveis RS 020 Parada: 115 Tel: 3544-1188 - escolaemel@gmail.com</p> <p><b>Avaliação Diagnóstica - Inicial</b></p>
<p>Nome: _____</p> <p>Turma: _____ Disciplina: <b>Matemática</b> Data: ___ / ___ / _____</p> <p>Professor: <b>Dionata Gustavo Schöenardie</b></p>	

Olá, estudante!

Sou o professor Dionata Gustavo Schöenardie, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Rio Grande - FURG. O tema que estou desenvolvendo em minha dissertação é “A utilização da Robótica Educacional para o ensino do conceito de funções em uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental” e meu objetivo é mapear as potencialidades das atividades envolvendo a Robótica no processo de ensino do conceito de funções, em uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental, a partir da perspectiva Construcionista.

Para que esse objetivo seja alcançado, alguns passos deverão ser seguidos. Assim, para iniciar, apresento a você essa Avaliação Diagnóstica. Ela é o instrumento que norteará nossa sequência de aulas sobre o estudo das funções.

Os dados aqui coletados serão mantidos em total sigilo, conforme descrito no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE e no Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE.

Aproveite este momento! Boa Avaliação!!

**Atenção:** Resolva atentamente as questões propostas:

**Questão 1.** Pedro irá guardar dinheiro para poder fazer uma viagem de final de ano. Para realizar essa meta, decidiu poupar R\$ 220,00 por mês. Com essas informações, responda:

- Quantos reais Pedro conseguirá juntar em quatro meses?
- Por quantos meses Pedro deverá poupar, sabendo que serão necessários R\$ 3 740,00 para a sua viagem?

**Questão 2.** O que é função?

**Questão 3.** Sabe-se que um determinado líquido quando aquecido aumenta sua temperatura em 5°C a cada minuto até que atinja a sua temperatura máxima de

ebulição de  $50^{\circ}\text{C}$ . Sabendo que esse líquido encontra-se em temperatura ambiente de  $35^{\circ}\text{C}$ :

- a) Represente os conjuntos domínio, contradomínio e imagem da função.
- b) Responda: Quanto tempo esse líquido demora para entrar em ebulição?

**Questão 4.** Sofia é gerente do zoológico de Gramado. Ela resolveu fazer um estudo, durante uma semana, comparando a temperatura média diária com a quantidade de visitantes no dia. Observe os resultados encontrados por Sofia.

Dia da Semana	Temperatura (em graus Celsius)	Número de visitantes
Segunda-feira	19	1 000
Terça-feira	22	900
Quarta-feira	23	800
Quinta-feira	22	1 100
Sexta-feira	20	1 200
Sábado	19	1 100
Domingo	21	1 000

Observando a tabela e as informações que constam nela, responda:

- a) Houve algum dia em que foram registradas as mesmas temperaturas médias? Se sim, qual?
- b) Podemos afirmar que a relação do número de pessoas que visitaram o parque e a temperatura média representam uma função? Justifique sua resposta através de um diagrama.

**Questão 5.** A Bolaria da Carla Jordana apresentou uma novidade aos seus clientes: Bolo de Nozes com castanha de cajú. Ela passou a vender o pedaço desse bolo conforme a tabela abaixo:

Quantidade de fatias	Valor em reais
1	6,20
2	12,40
3	18,60
4	24,80

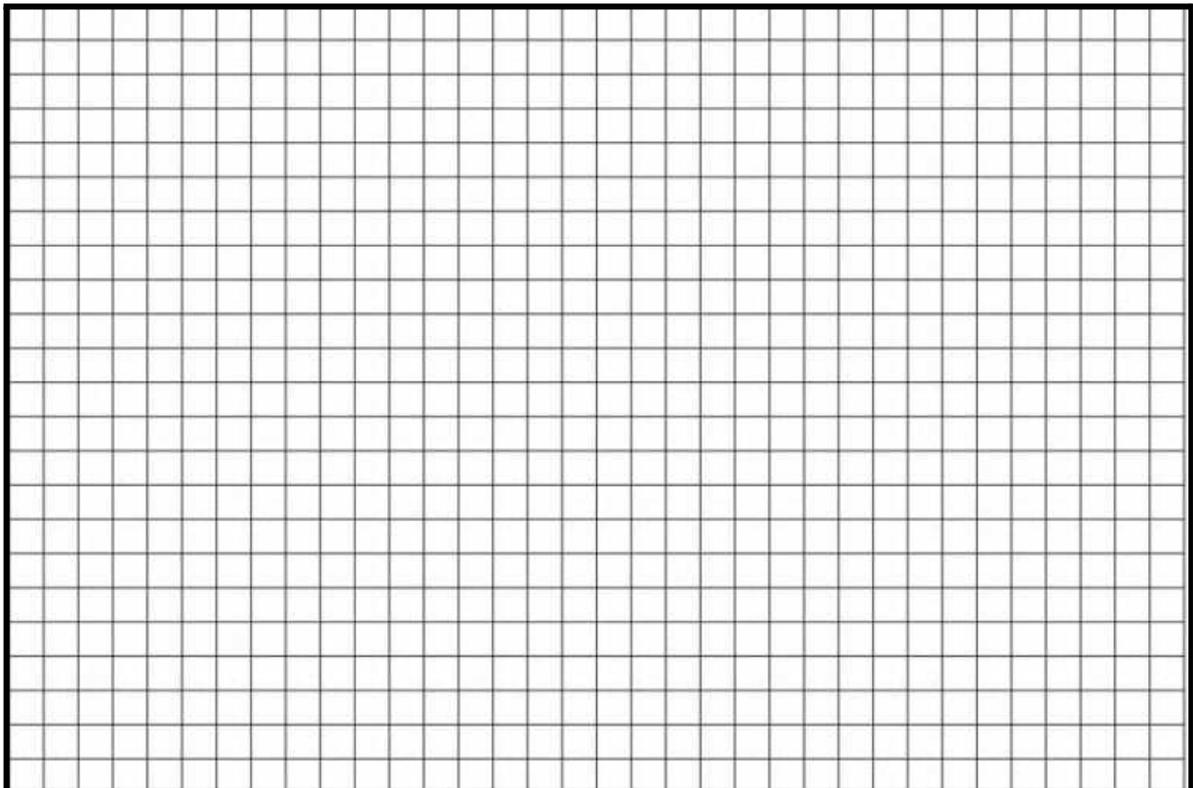
- a) Ao comprar 12 fatias desse bolo, quanto você receberia de troco se pagasse com uma nota de R\$100,00?
- b) Represente, por meio de uma fórmula, o valor pago ( $V$ ), em reais, em função da quantidade de fatias ( $q$ ).
- c) Quantas fatias desse bolo é possível comprar com R\$68,20?

**Questão 6.** Uma loja vende pirulitos de acordo com a tabela.

Quantidade de pirulitos	Valor pago (R\$)
1	1,25
2	2,50
3	
4	5,00
5	

Com base nos dados apresentados, faça o que se pede:

- Complete a tabela com os valores faltantes.
- Elabore uma função que relacione o valor pago ( $v$ ) com a quantidade de pirulitos comprados ( $p$ ).
- Represente, no plano cartesiano, o gráfico da função.



***“A mente que se abre a uma nova ideia  
jamais voltará ao seu tamanho original”.***  
***Albert Einstein***

## APÊNDICE F – AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA – FINAL

	<p>Escola Municipal de Ensino Fundamental Emílio Leichtveis RS 020 Parada: 115 Tel: 3544-1188 - escolaemel@gmail.com</p> <p><b>Avaliação Diagnóstica - Final</b></p>
<p>Nome: _____</p> <p>Turma: _____ Disciplina: <b>Matemática</b> Data: ___ / ___ / _____</p> <p>Professor: <b>Dionata Gustavo Schöenardie</b></p>	

Olá, estudante!

Estamos finalizando a etapa de aplicação das atividades com a Robótica Educacional para o Ensino do Conceito de Funções.

Eu Dionata Gustavo Schöenardie, Professor e pesquisador e meus orientadores, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Patrícia Ignácio e Prof. Dr. Luciano, gostaríamos de agradecer a sua participação e dedicação no decorrer dessas aulas. Temos certeza que cada um deu o melhor de si. Com isso, deixamos um pequeno presentinho para que lembrem com carinho dessas nossas aulas.

Para finalizar essa série de aulas, apresento a você essa Avaliação Diagnóstica Final. Ela é o instrumento que marcará o final de nossa sequência de aulas sobre o estudo do conceito de funções.

Os dados aqui coletados serão mantidos em total sigilo, conforme descrito no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE e no Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE.

Aproveite este momento! Boa Avaliação!!

**Atenção:** Resolva atentamente as questões propostas:

**Questão 1.** Pedro irá guardar dinheiro para poder fazer uma viagem de final de ano. Para realizar essa meta, decidiu poupar R\$ 220,00 por mês. Com essas informações, responda:

- a) Quantos reais Pedro conseguirá juntar em quatro meses?
- b) Por quantos meses Pedro deverá poupar, sabendo que serão necessários R\$ 3 740,00 para a sua viagem?

**Questão 2.** O que você entende por função?

**Questão 3.** Sabe-se que um determinado líquido quando aquecido aumenta sua temperatura em 5°C a cada minuto até que atinja a sua temperatura máxima de ebulição de 50°C. Sabendo que esse líquido encontra-se em temperatura ambiente de 35°C:

- a) Represente os conjuntos domínio, contradomínio e imagem da função.
- b) Responda: Quanto tempo esse líquido demora para entrar em ebulição?

**Questão 4.** Sofia é gerente do zoológico de Gramado. Ela resolveu fazer um estudo, durante uma semana, comparando a temperatura média diária com a quantidade de visitantes no dia. Observe os resultados encontrados por Sofia.

Dia da Semana	Temperatura (em graus Celsius)	Número de visitantes
Segunda-feira	19	1 000
Terça-feira	22	900
Quarta-feira	23	800
Quinta-feira	22	1 100
Sexta-feira	20	1 200
Sábado	19	1 100
Domingo	21	1 000

Observando a tabela e as informações que constam nela, responda:

- a) Houve algum dia em que foram registradas as mesmas temperaturas médias? Se sim, qual?
- b) Podemos afirmar que a relação do número de pessoas que visitaram o parque e a temperatura média representam uma função? Justifique sua resposta através de um diagrama.

**Questão 5.** A Bolaria da Carla Jordana apresentou uma novidade aos seus clientes: Bolo de Nozes com castanha de cajú. Ela passou a vender o pedaço desse bolo conforme a tabela abaixo:

Quantidade de fatias	Valor em reais
1	6,20
2	12,40
3	18,60
4	24,80

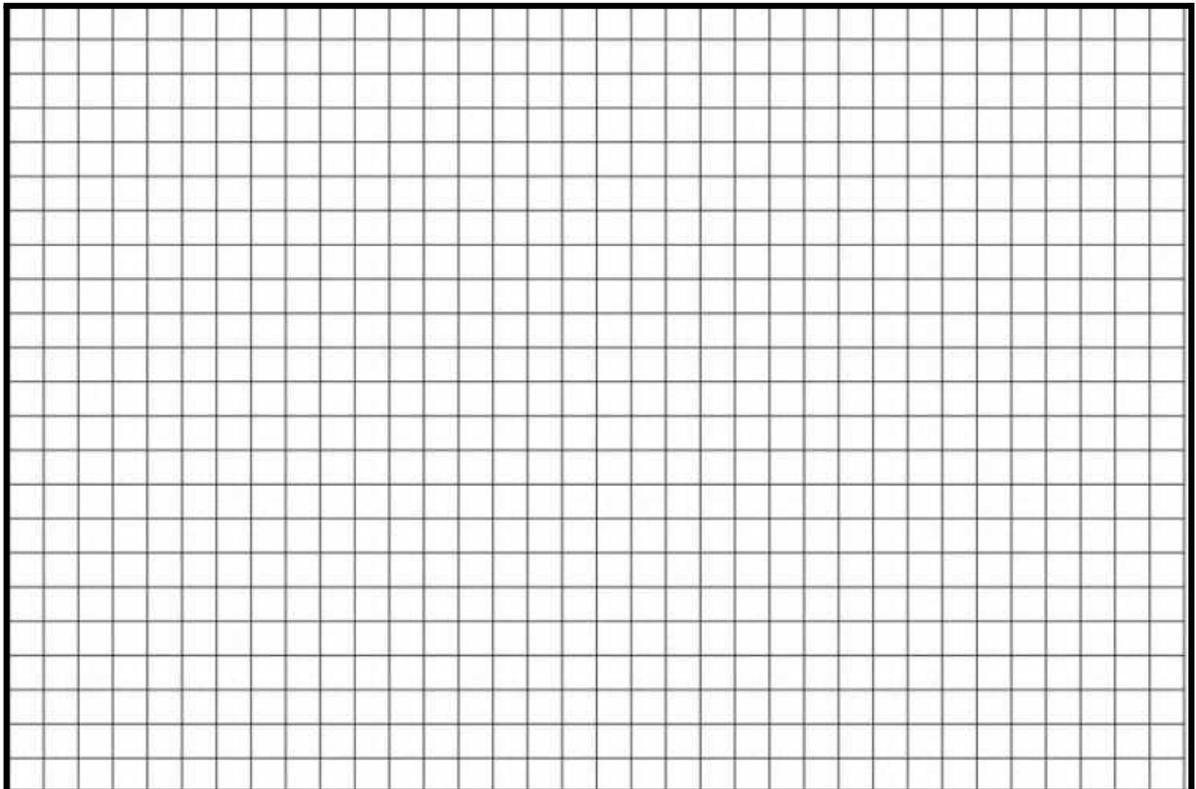
- a) Ao comprar 12 fatias desse bolo, quanto você receberia de troco se pagasse com uma nota de R\$100,00?
- b) Represente, por meio de uma fórmula, o valor pago ( $V$ ), em reais, em função da quantidade de fatias ( $q$ ).
- c) Quantas fatias desse bolo é possível comprar com R\$68,20?

**Questão 6.** Uma loja vende pirulitos de acordo com a tabela.

Quantidade de pirulitos	Valor pago (R\$)
1	1,25
2	2,50
3	
4	5,00
5	

Com base nos dados apresentados, faça o que se pede:

- Complete a tabela com os valores faltantes.
- Elabore uma função que relacione o valor pago ( $v$ ) com a quantidade de pirulitos comprados ( $p$ ).
- Represente, no plano cartesiano, o gráfico da função.



***“Educar verdadeiramente não é ensinar fatos novos ou enumerar fórmulas prontas, mas sim preparar a mente para pensar”.***  
***Albert Einstein***

