



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

Gabriel José Gesser

**ESTADO DA ARTE DAS PESQUISAS EM ROBÓTICA EDUCACIONAL NO
ENSINO DE MATEMÁTICA**

Florianópolis
2022

Gabriel José Gesser

**ESTADO DA ARTE DAS PESQUISAS EM ROBÓTICA EDUCACIONAL NO
ENSINO DE MATEMÁTICA**

Dissertação submetida ao Programa de Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Prof. Everaldo Silveira, Dr.

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Gesser, Gabriel José

Estado da Arte das pesquisas em Robótica Educacional no
Ensino de Matemática / Gabriel José Gesser ; orientador,
Everaldo Silveira, 2022.

125 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas,
Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica,
Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Educação Científica e Tecnológica. 2. Robótica
Educativa. 3. Educação Matemática. 4. Estado da Arte. 5.
ATLAS.ti. I. Silveira, Everaldo. II. Universidade Federal
de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação
Científica e Tecnológica. III. Título.

Gabriel José Gesser

**ESTADO DA ARTE DAS PESQUISAS EM ROBÓTICA EDUCACIONAL NO
ENSINO DE MATEMÁTICA**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Arlindo José de Souza Junior, Dr.
Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Paulo José Sena dos Santos, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Jorge Cássio Costa Nóbriga, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Educação Científica e Tecnológica.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof. Everaldo Silveira, Dr.
Orientador

Florianópolis, 2022.

AGRADECIMENTOS

Aos amigos do Grupo de Estudos e Pesquisas em Processos Formativos em Educação Matemática (GEPPROFEM), que sempre estiveram ao meu lado, me auxiliando durante essa pesquisa.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) que tive oportunidade de conhecer, em especial as pessoas da minha turma de mestrado que viraram amigos.

Aos meus pais, Maria e José, que me deram amor, carinho e apoio durante todos esses anos de estudo.

Ao meu irmão Nicélio, que sempre me ajudou durante toda a vida e me apresentou o mundo da robótica.

À Valéria, por todo o apoio e as conversas que tivemos.

Ao orientador, Everaldo Silveira, que abraçou a proposta de pesquisa comigo e contribuiu para a minha formação.

Aos professores Juliano, Regina, Mérciles, Carolina e Everaldo pelos importantes ensinamentos durante as disciplinas do mestrado.

À UFSC, um lar que tive por muitos anos, desde a graduação à pós-graduação. A todos os trabalhadores terceirizados e os trabalhadores técnicos, em especial ao Leonardo e ao Rodrigo do PPGECT por toda a paciência e atenção.

À banca que aceitou ler esse trabalho e realizou importantes contribuições.

À CAPES, pelo apoio financeiro durante o período de mestrado.

RESUMO

Essa pesquisa apresenta uma adaptação do Estado da Arte de trabalhos acadêmicos sobre Robótica Educacional na Educação Matemática. É qualitativa e foi orientada pela seguinte pergunta de pesquisa: Como a Robótica Educacional no Brasil, no ensino da matemática, vem sendo tratada nos trabalhos acadêmicos? Nosso objetivo na pesquisa foi identificar, analisar e categorizar as tendências e movimentos das pesquisas acadêmicas brasileiras sobre Robótica Educacional no ensino de Matemática a partir das teses e dissertações defendidas entre 2017 e 2020. Para tal, utilizamos o suporte do *software ATLAS.ti* como instrumento a fim de auxiliar na organização e na sistematização dos dados. O *corpus* dessa pesquisa foi delimitado a partir de teses e dissertações defendidas entre 2017 e 2020 presentes no Banco de Teses e Dissertações da CAPES e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), o que corresponde à 28 trabalhos. Os indexadores utilizados para compor os trabalhos do *corpus* dessa pesquisa foram “robótica” e “matemática”. Concluímos que a Robótica Educacional proporciona espaços de aprendizagem sobre ciência e tecnologia. É uma proposta de ensino que incentiva e desafia alunos e professores na aprendizagem, permitindo uma conexão entre as disciplinas curriculares além de possibilitar a articulação entre teoria e prática. A Robótica Educacional possui diversas potencialidades e pode auxiliar o aluno no desenvolvimento de características como a criatividade, a autoconfiança, a autonomia, o protagonismo, a coordenação motora, a concentração, o comprometimento, a curiosidade, o trabalho em equipe, a comunicação, o hábito de investigar e pesquisar, o senso crítico e conhecimentos de áreas específicas (Matemática, Física e outros). Além disso, é necessário que as atividades de robótica sejam bem planejadas articuladas com estratégias de ensino, como: a investigação matemática, a resolução de problemas, a problematização, a contextualização ou a experimentação. Nessas atividades, o desafio, a competição, o trabalho colaborativo e a experimentação podem contribuir para melhorar o engajamento dos estudantes, despertando seu interesse e sua curiosidade. A maioria dos trabalhos analisados foram desenvolvida em escolas públicas e 35% desses investigaram os professores. Constatamos pouca participação das escolas públicas em torneios de robótica e alguns dos fatores que contribuem para isso são a falta de espaço físico nas escolas, custos altos para adquirir kits de robótica e falta de profissionais qualificados para ensinar robótica. A partir dos trabalhos analisados do *corpus*, percebemos que os conteúdos de matemática mais abordados nas atividades com robótica são Geometria e Função. Destacamos a importância e a necessidade da existência de formação de professores acerca do trabalho com a Robótica Educacional que proporcionem espaços para que professores possam discutir estratégias de ensino que estejam para além de uma simples instrumentalização, quem sabe, resultando em reflexões da prática docente. Por fim, a Robótica Educacional é uma forma de estimular e desafiar os alunos a aprender e se interessar pelo mundo da ciência, da tecnologia e da investigação científica.

Palavras-chave: Robótica Educacional. Educação Matemática. Estado da Arte. *ATLAS.ti*.

ABSTRACT

This research presents an adaptation of the State of the Art of academic works on Educational Robotics in Mathematics Education. It is qualitative and was guided by the following research question: How has Educational Robotics in Brazil, in the teaching of mathematics, been treated in academic works? Our objective in the research was to identify, analyze and categorize the trends and movements of Brazilian academic research on Educational Robotics in the teaching of Mathematics from the theses and dissertations defended between 2017 and 2020. For this, we used the support of the ATLAS.ti software as an instrument in order to assist in the organization and systematization of data. The corpus of this research was delimited from theses and dissertations defended between 2017 and 2020 present in the Bank of Theses and Dissertations of CAPES and in the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD), which corresponds to 28 works. The indexes used to compose the works of the corpus of this research were “robotics” and “mathematics”. We conclude that Educational Robotics provides spaces for learning about science and technology. It is a teaching proposal that encourages and challenges students and teachers in learning, allowing a connection between the curricular subjects in addition to enabling the articulation between theory and practice. Educational Robotics has several potentialities and can help the student to develop characteristics such as creativity, self-confidence, autonomy, protagonism, motor coordination, concentration, commitment, curiosity, teamwork, communication, habit of investigating and researching, critical sense and knowledge of specific areas (Mathematics, Physics and others). In addition, robotics activities need to be well planned, articulated with teaching strategies, such as: mathematical investigation, problem solving, problematization, contextualization or experimentation. In these activities, challenge, competition, collaborative work and experimentation can contribute to improving student engagement, arousing their interest and curiosity. Most of the works analyzed were developed in public schools and 35% of these investigated teachers. We found little participation of public schools in robotics tournaments and some of the factors that contribute to this are the lack of physical space in schools, high costs to acquire robotics kits and lack of qualified professionals to teach robotics. From the analyzed works of the corpus, we realized that the most discussed mathematics contents in robotics activities are Geometry and Function. We emphasize the importance and the need for the existence of teacher training about working with Educational Robotics that provide spaces for teachers to discuss teaching strategies that go beyond a simple instrumentalization, who knows, resulting in reflections on teaching practice. Finally, Educational Robotics is a way to stimulate and challenge students to learn and be interested in the world of science, technology and scientific research.

Keywords: Educational Robotics. Mathematics Education. State of art. *ATLAS.ti*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de robôs	20
Figura 2 - Robô da tartaruga Logo	22
Figura 3 - Exemplo de materiais de Robótica Livre.....	27
Figura 4 - Placa Arduino	28
Figura 5 - Exemplo de materiais de Robótica não Livre.....	28
Figura 6 – Principais Kits de Robótica Educacional	29
Figura 7 - Exemplo de codificação	47
Figura 8 - Exemplo de Memo.....	48
Figura 9 - Exemplo de Rede.....	49
Figura 10 - Rede 1 “Teorias de aprendizagem”	68
Figura 11 - Rede 2 “Escola e currículo”	72
Figura 12 - Rede 3 “Dificuldades e obstáculos na escola”	77
Figura 13 - Rede 4 “Políticas Públicas ou Programa de Governo”	80
Figura 14 - Rede 5 “Características da Robótica Educacional”	84
Figura 15- Citações referente a melhora da aprendizagem	85
Figura 16 - Robótica Educacional é interdisciplinar	87
Figura 17 - Rede 6 “Competências que a Robótica Educacional proporciona”	91
Figura 18 - Rede 7 “Dificuldades ou limitações do material”	94
Figura 19 - Rede 8 “Papel do Professor”	96
Figura 20 - Rede 9 “Estratégias de Ensino”	99
Figura 21 – Rede 10 “Formação de Professores”	103
Figura 22 - Rede 11 “O aluno e sua relação com a Robótica Educacional”	106

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Quantidade de Teses e Dissertações dos repositórios por estado brasileiro	54
Gráfico 2 - Produções de Teses e Dissertações por Instituição de Ensino Superior	55
Gráfico 3 - Quantidade de Teses e Dissertações do <i>corpus</i> por estado brasileiro.....	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Nomenclatura de elementos do <i>ATLAS.ti</i>	46
Quadro 2 - <i>Corpus</i> com identificação do <i>ATLAS.ti</i>	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de trabalhos nos repositórios online até o ano de 2018	43
Tabela 2 - Quantidade de trabalhos nos repositórios online até o ano de 2020	45
Tabela 3 - Trabalhos que compõem o <i>Corpus</i>	46
Tabela 4 - Quantidade de Teses e Dissertações defendidas por ano dos repositórios.....	53
Tabela 5 - Quantidade de orientações realizadas na área de Educação Matemática e outras ..	57
Tabela 6 – Metodologia das Pesquisas	59
Tabela 7– Instrumento utilizados na coleta de dados	60
Tabela 8 - Sujeitos das Pesquisas e Nível de Escolaridade	60
Tabela 9 - Conteúdos da Matemática utilizados em atividades de Robótica Educacional.....	61
Tabela 10 - <i>Hardware</i> e <i>Software</i> utilizados nas pesquisas de Robótica Educacional	62
Tabela 11 - Tipos de produto educacional.....	63
Tabela 12 - Local da pesquisa	64
Tabela 13 - Lista de palavras-chave	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AH/SD	Altas Habilidades ou Superdotação
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BNCC	Base Nacional Curricular Comum
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
FECTI	Feira de Ciências do Estado do Rio de Janeiro
FLL	First Lego League
FNDE/MEC	Fundação Nacional de Desenvolvimento da Educação
GEPPROFEM	Grupo de Estudos e Pesquisas em Processos Formativos em Educação Matemática
IA	Inteligência Artificial
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IES	Instituto de Ensino Superior
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MEC	Ministério da Educação
MIT	Massachusetts Institute of Technology
OBEDUC	Observatório da Educação
OBR	Olimpíada Brasileira de Robótica
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PPGECT	Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica
STEM	Science, Technology, Engineering, and Mathematics
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics
TIC	Tecnologias da informação e comunicação
WRE	Workshop de Robótica Pedagógica
ZPD	Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	ROBÓTICA	18
2.2	ROBÓTICA EDUCACIONAL	21
2.3	ROBÓTICA: HARDWARE E SOFTWARE	26
2.4	ROBÓTICA EDUCACIONAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA EM TESES E DISSERTAÇÕES.....	30
3	METODOLOGIA	40
3.1	ESTADO DA ARTE.....	40
3.2	<i>CORPUS</i>	43
3.3	<i>ATLAS.TI</i>	46
4	MAPEAMENTO DO <i>CORPUS</i>	53
4.1	DISSERTAÇÕES E TESES	53
4.1.1	<i>CORPUS</i> DA PESQUISA	58
5	ANÁLISE DE DADOS COM BASE NAS REDES (NETWOKS)	67
5.1	TEORIAS QUE FUNDAMENTAM E SE RELACIONAM COM A ROBÓTICA EDUCACIONAL	67
5.2	A ESCOLA E SUA RELAÇÃO COM A ROBÓTICA EDUCACIONAL.....	71
5.2.1	ESCOLA E CURRÍCULO	71
5.2.2	DIFICULDADES E OBSTÁCULOS NA ESCOLA	76
5.2.3	POLÍTICAS PÚBLICAS E DOCUMENTOS PARAMETRIZADORES DA EDUCAÇÃO	79
5.3	BENEFÍCIOS E LIMITAÇÕES DA ROBÓTICA EDUCACIONAL.....	83
5.3.1	CARACTERÍSTICAS DA ROBÓTICA EDUCACIONAL	83
5.3.2	COMPETÊNCIAS QUE A ROBÓTICA EDUCACIONAL MOBILIZA	90
5.3.3	LIMITAÇÕES E DIFICULDADES COM O MATERIAL DE ROBÓTICA	93

5.4	O PROFESSOR E SUA RELAÇÃO COM A ROBÓTICA EDUCACIONAL.....	96
5.4.1	PAPEL DO PROFESSOR.....	96
5.4.2	ESTRATÉGIAS DE ENSINO	99
5.4.3	FORMAÇÃO DE PROFESSORES	102
5.5	O ALUNO E SUA RELAÇÃO COM A ROBÓTICA EDUCACIONAL	106
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	110
	REFERÊNCIAS	116
	APÊNDICE A – Teses e dissertações com seus respectivos autores e orientadores.....	122

1 INTRODUÇÃO

No ano anterior de iniciar esse trabalho, quando estava terminando minha graduação em Matemática/Licenciatura, fui convidado para participar do Torneio de Robótica *First Lego League* (FLL) como Juiz de Avaliação. Esse evento é uma competição internacional destinada a jovens de 9 a 16 anos, no Brasil, que tem por objetivo desafiar “estudantes a buscarem soluções para problemas do dia a dia da sociedade moderna” (SESI), de acordo com um tema, anualmente proposto. A FLL é uma competição amigável em que as equipes participam de quatro avaliações: Projeto de Inovação, Design do Robô, Desafio do Robô e *Core Values*. A seguir explicarei a proposta de cada uma dessas categorias para apresentar ao leitor algumas características do torneio.

No Projeto de Inovação, os jovens identificam um problema do mundo real, de acordo com o tema da temporada, e propõem uma solução inovadora¹. Todo o trabalho realizado é documentado e pode chegar a lembrar de modelos de organização de uma iniciação científica – contendo um problema de pesquisa, a solução, aplicação e referências bibliográficas.

O Design do Robô apresenta uma avaliação relacionada a construção e a programação do robô, que as equipes fazem utilizando o Lego® Mindstorm – um conjunto de peças de Lego que se encaixam.

Quanto ao Desafio do Robô é uma avaliação que consiste no desempenho que o robô, construído pela equipe, consegue nas missões. Essas missões são realizadas em um tapete específico da temporada onde o robô poderá capturar, transportar, ativar ou entregar objetos. O desempenho obtido da equipe é avaliado a partir de valor numérico, de acordo com o seu progresso. Esse tapete é posto em uma mesa, possui um cenário e os modelos de missão que o robô deve realizar em cima dele.

Por fim, o *Core Values*, uma avaliação que analisa aspectos, em sua maioria, subjetivos é uma das avaliações de maior importância e que está presente em todo momento do torneio, não apenas na sala de avaliação. Como o próprio nome diz, *Core Values*, do inglês valores fundamentais, ou seja, são valores humanos que as equipes apresentam desde o primeiro dia de torneio, por exemplo: trabalho em equipe, a maneira de resolver um problema, a participação dos membros diante dos problemas e sua valorização, respeito e *Coopertition* – como se trata

¹ Segundo a Rubrica de Avaliação de 2020, a inovação pode ser uma aprimoração de uma solução já existente, desenvolvimento de uma nova aplicação para ideias existentes ou uma solução totalmente nova para o problema.

de uma competição amigável para as equipes, aprender e ensinar é muito mais importante do que competir – um bom espírito esportivo.

Essa é um pouco da dimensão do Torneio de Robótica, ou seja, um lugar onde jovens apresentam suas pesquisas, constroem robôs e o programam. Esse é um ambiente de muita animação, prazer e diversão – essa foi a percepção que tive ao participar do primeiro torneio.

A robótica, proporciona para esses jovens, interessados em tecnologia, uma outra maneira de enxergar o mundo, pensar em suas problemáticas e criar soluções. O aprendizado aparenta ir muito além da programação ou de conceitos específicos de matemática e física. Assim, essa experiência inesquecível trouxe-me algumas dúvidas e curiosidades naquele momento, como: *O que esses jovens estão realmente aprendendo com a robótica? Como funcionam as organizações das equipes e das escolas? O torneio estimula o aprendizado da matemática? Onde está a matemática na robótica? Para além da aprendizagem conceitual curricular específica, o que a robótica está proporcionando? Como a robótica vem sendo utilizada em sala de aula? Como funciona a formação desses profissionais que ensinam robótica aos alunos?*

No ano posterior a essa vivência, ingressei no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) e tive a oportunidade de estudar, explorar e conhecer um pouco mais esse universo e assim começar a realizar uma pesquisa sobre Robótica Educacional, atrelando a minha área de formação. Após conversas com o meu orientador e uma investigação sobre os trabalhos acadêmicos publicados decidimos por realizar uma adaptação do Estado da Arte a partir das teses e dissertações sobre Robótica Educacional no Ensino de Matemática.

Dessa forma, refletindo sobre os questionamentos anteriores e pensando em uma macro visão do campo da robótica, estabelecemos o **problema de pesquisa** a partir da seguinte questão:

Como a Robótica Educacional no Brasil, no ensino da matemática, vem sendo tratada nos trabalhos acadêmicos?

Portanto, nosso **objetivo** é identificar, analisar e categorizar as tendências e movimentos das pesquisas acadêmicas brasileiras sobre Robótica Educacional no ensino de Matemática, a partir das teses e dissertações defendidas entre 2017 e 2020. Esse recorte temporal é justificado pela existência de duas pesquisas (BRAZ, 2019; BARBOSA, 2016) que realizaram um mapeamento nos anos anteriores.

Este trabalho será composto por seis capítulos, sendo que o primeiro, como já foi descrito anteriormente, trata-se de uma introdução, onde expomos o caminho percorrido para o início desse trabalho, os problemas de pesquisa e por fim o objetivo.

No segundo capítulo apresentaremos a fundamentação teórica dessa pesquisa, contextualizando o leitor sobre o que é robótica, robótica educacional e robótica na educação matemática, realizando um estudo sobre essa transição.

Na sequência, o terceiro capítulo abordará as características de uma pesquisa tipo Estado da Arte, os procedimentos realizados para a delimitação do *corpus* de análise e uma apresentação do *software ATLAS.ti* que auxiliará no processo de análise.

No quarto capítulo será exposto o mapeamento dos trabalhos analisados onde iremos explicitar alguns aspectos físicos, tais como local de origem, principais metodologias e instrumentos de pesquisas utilizados e outras características.

Já no quinto capítulo será apresentada a análise do *corpus*, com o auxílio do *software* supracitado, donde serão explicitas as principais ideias dos trabalhos.

Por fim, o sexto capítulo fará algumas considerações desta pesquisa e em seguida serão apresentadas as referências que compõem esse trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo iremos explicar sobre Robótica, Robótica Educacional e Robótica Educacional na Educação Matemática. Explicaremos sobre como surge a Robótica, bem como sobre sua migração para o campo da Educação e, posteriormente, seu surgimento no campo do ensino da Matemática.

2.1 ROBÓTICA

Ao longo da história, o ser humano buscou criar ferramentas que possibilitassem facilitar a sua vida. Essas ferramentas ampliavam suas ações e poderiam substituí-los em determinados trabalhos – principalmente aqueles em que era necessário a força braçal (SILVA, 2009). Dentre essas ferramentas, ressaltamos os robôs.

O robô com os aparatos mecânicos, elétricos e computacionais só surgiu no século XX com a necessidade do aumento da produtividade nas indústrias (ZILLI, 2004). Entretanto, a palavra robô teve origem da palavra tcheca *robotnik*, que significa servo, trabalhador forçado ou escravo. Essa palavra foi utilizada pela primeira vez pelo escritor Karel Capek em 1921, em uma peça teatral intitulada *Rossumovi Univerzální Roboti* (Robôs Universais de Rossum) (MURPHY, 2000). Essa peça relatava a fabricação de humanos artificiais, chamados de robôs, que se tornam inteligentes e se revoltam causando a extinção da raça humana – nessa história, os robôs não eram compostos por metal, mas possuíam um corpo orgânico.

Segundo Martins (2006, p. 9), no início do século XX começaram produções de diversos filmes de ficção científica relacionadas aos robôs, como *Metrópolis* (1923), que possui uma personagem principal mulher-robô; *O dia que a Terra parou* (1941); *2001*; *Uma odisseia no espaço* (1969); *Laranja mecânica* (1971); *Guerra nas estrelas* (1977) e outros. Esse tema continua presente na dramaturgia até os dias mais atuais, em filmes como *Chappie* (2015); *Soldado do Futuro* (2013); *Ex-machina: Instinto Artificial* (2014) e outros. Já na literatura, a palavra robótica surgiu a partir do conto de ficção científica intitulado *Runaround*, em 1941, escrito por Isaac Asimov.

Dessa forma, o termo robô era utilizado inicialmente de forma ficcional, ou seja, remetendo a ideia de *ciborgues*, que são compostos por partes orgânicas e cibernéticas. Porém,

a robótica não se confunde com a área da biônica² e atualmente possui outro significado atrelado a comunidade científica (MARTINS, 2006).

Chegando no significado atual,

[...] os robôs são resultados de desenvolvimento de tecnologias desenvolvidas com o surgimento da Revolução Industrial. A Robótica moderna começou com a automatização de operações industriais na indústria têxtil, com o surgimento de teares mecânicos, no início século XVIII. A revolução industrial foi marcada pelo aumento da produtividade, através da automação de tarefa repetitivas. No entanto, a ideia de bonecos mecânicos de funcionamento previamente programado só seria possível nos anos 40 do século XX, depois que George Stibitz, da empresa Bell Labs (Estados Unidos) apresentou o Complex Number Calculator, o primeiro computador digital (SILVA, 2009, p. 27).

Assim, os robôs estão presentes no nosso dia-a-dia e vem substituindo “[...] a mão de obra humana, na maioria das atividades que expõem pessoas a riscos extremos, ou ainda que sejam inacessíveis a eles” (AZEVEDO, 2017, p. 31) estando muito presente na área industrial – como nas indústrias automobilística, têxtil, bélica, alimentícia, entretenimento, etc. Porém, a aplicação dos robôs vai além da área industrial, a exemplificar, robôs domésticos, robôs de entretenimento ou robôs sociais, robôs médicos, robôs militares, veículos autônomos inteligentes e robôs de busca e salvamento. Alguns desses exemplos podem ser observados na figura abaixo.

² Ciência que estuda as relações de determinadas funções biológicas com o objetivo de aplicá-las no desenvolvimento de equipamentos eletrônicos buscando unir partes humanas com partes máquinas.

Figura 1 - Exemplo de robôs



Fonte: Adaptado de Silva (2009, p. 30).

Segundo Erwin (2001), a maioria dos robôs possuem cinco elementos em comum:

Eles têm algum tipo de computador digital ou circuito eletrônico que atua como o "cérebro" do robô. Este computador geralmente pode ser programado para fazer cálculos e decisões, receber informações de sensores e enviar energia para atuadores, como motores.

Eles se movem de alguma forma, como com motores. Além de atuadores³ (algo que causa uma ação), os robôs podem ter outras saídas, como sons e luzes.

Eles são feitos de peças mecânicas, engrenagens, polias e outros mecanismos transmitem força e movimento por todo o robô, enquanto outros materiais fornecem ao robô sua estrutura básica.

Eles têm algum tipo de fonte de energia: a tomada de parede, baterias, energia solar e assim por diante, e um meio para que a eletricidade seja transportada para as saídas e de volta das entradas. Eles têm sensores que lhes permitem receber informações e reagir ao ambiente (p. 7, tradução nossa).

³ Um atuador é um motor que pode ser elétrico, hidráulico ou pneumático.

A partir disso, percebemos que um robô deve conter atuadores, sensores, computador e equipamentos mecânicos. Logo,

As características que tornam um robô diferente de outras máquinas são: normalmente robôs funcionam por si só, são sensíveis ao seu ambiente, adaptam-se às variações do ambiente ou a erros no desempenho anterior, são orientados para a tarefa e, muitas vezes, têm a habilidade de experimentar diferentes métodos para realizar a uma tarefa (SILVA, 2009, p. 28).

Portanto, a Robótica é uma área do conhecimento relacionada com a construção e controle de robôs (SANTOS, 2017, p. 49), ou seja, pode ser caracterizada como um ramo da tecnologia, a qual, segundo Oliveira (2017, p. 36), abrange “computadores, robôs e aplicativos de computadores, trata de sistemas mecânicos automáticos e controladores por circuitos integrados ou aplicativos e motoriza os sistemas mecânicos controlados, manual ou automaticamente, por circuitos elétricos.”

A robótica passou do campo da ficção científica para o campo da comunidade científica. Assim, ela é uma área transdisciplinar que envolve diversas áreas do conhecimento, que são: microeletrônica, engenharia mecânica, física, matemática, inteligência artificial (IA), biologia, informática e outras (MARTINS, 2006).

Dentre esses diversos campos em que a robótica é aplicada, iremos destacar no próximo subcapítulo a Robótica no contexto educacional.

2.2 ROBÓTICA EDUCACIONAL

Pode se afirmar que a robótica surge no campo da educação por volta de 1960, quando seu precursor Seymour Papert (1928-2016) desenvolvia a Teoria do Construcionismo⁴ (SILVA, 2009, p. 31). Papert foi um matemático sul-africano que pesquisava sobre informática na educação e estudou com Piaget na escola de Genebra. Fundou o grupo Logo no Massachusetts Institute of Technology (MIT) e defendia o uso de computadores na escola como um recurso para atrair as crianças e assim facilitar a aprendizagem delas.

Um de seus trabalhos mais conhecidos é a linguagem de programação intitulada de Logo (PAPERT, 1980; 1994) , desenvolvida junto com Cynthia Solomon, Wally Feurzig e outros (PRADO; MORCELI, 2019, p. 35). Essa linguagem foi desenvolvida para ser utilizada

⁴ Iremos abordar mais detalhes da Teoria do Construcionismo de Papert e a Teoria do Construtivismo de Piaget no quinto capítulo dessa pesquisa.

com crianças para fins educacionais. O seu objetivo era proporcionar um ambiente de aprendizagem que melhorasse as condições de aprendizagem das crianças, principalmente em matemática.

O Logo é uma ferramenta que envolve uma tartaruga virtual que possui uma caneta acoplada em seu casco e permite a criança desenhar figuras geométricas, jogos e animações. Para realizar um desenho é necessário utilizar comandos da linguagem Logo para movimentar a tartaruga, como “para frente”, “para trás”, “girar a direita” ou “girar a esquerda”.

O grupo do Logo, criou um protótipo físico que executava os movimentos da tartaruga virtual, pois acreditavam que os movimentos da tartaruga seriam melhor compreendidos se executados fora do computador (MARTINS, 2012, p. 23). Esse protótipo era um robô com cerca de 40 cm de altura que executava os movimentos da tartaruga indicados no Logo e era conectado ao computador por cabos (PRADO; MORCELI, 2019, p. 35), conforme a figura abaixo.

Figura 2 - Robô da tartaruga Logo



Fonte: Papert (1980)

Posteriormente, Papert realizou uma parceria do Logo com a empresa dinamarquesa Lego. Assim, essa empresa começou a desenvolver um conjunto de peças para serem utilizados nas escolas e que tinham conexão ao computador, executando movimentos programados.

Os kits de robótica da Lego surgiram após melhorias no desenvolvimento do *software* de programação. Entretanto, o cerne da pesquisa de Papert não era a Robótica Educacional, essa foi uma decorrência de seu trabalho, ele buscou “apresentar a tecnologia como algo que pode ser incorporado ao cotidiano escolar e à organização de um ambiente de aprendizagem” (MARTINS, 2012, p. 24).

Os estudos sobre a Robótica Educacional no Brasil iniciaram em 1987, no Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED/UNICAMP), na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGRS) e na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) (D'ABREU; RAMOS; ROCHA; BEZZON *et al.*, 2019, p. 47). Os primeiros projetos desenvolvidos no NIED utilizavam o computador para controlar dispositivos robóticos. Esses dispositivos traçavam gráficos no chão ou no papel a partir de uma caneta acoplada no robô, que reproduzia os movimentos da tartaruga Logo na tela do computador (D'ABREU, 2014, p. 81). Posteriormente, com o surgimento dos primeiros kits de brinquedo Lego, importados dos Estados Unidos, foi desenvolvido o ambiente Lego-Logo. Esse kit de robótica consistia de um conjunto de peças Lego, com componentes eletrônicos (motor, sensor e luz) para montar robôs e uma linguagem de programação Logo (D'ABREU; RAMOS; ROCHA; BEZZON *et al.*, 2019).

Em 1989, o NIED realizou uma oficina de Robótica Educacional, ministrada pelo pesquisador Steve Ocko do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), com o objetivo de formar os pesquisadores do NIED para a utilização da robótica no contexto educacional (D'ABREU, 2014, p. 81). Em 1993, após a realização dessa formação, o NIED ficou responsável por desenvolver atividades de formação de professores pelo país, para implementar a Robótica Educacional em algumas regiões estratégicas (D'ABREU, 2014, p. 81).

A partir dessa implementação da Robótica Educacional no Brasil, outras instituições de ensino começaram a investigar esse novo campo e surgem novos pesquisadores nessa área, levando-nos a atualidade em que as regiões Sudeste, Sul e Nordeste do país mais se desenvolveram nesse campo a partir de produção de teses e de dissertações (BARBOSA; SOUZA; SOUZA JUNIOR; ALVES, 2018).

Um fator que impulsionou esse desenvolvimento foi o projeto Educom, realizado por um grupo de pesquisadores da NIED com o objetivo de utilizar da linguagem Logo como uma metodologia de ensino nas disciplinas de Matemática, Física, Português, Biologia e Química no Ensino Médio, em três escolas da rede pública do Estado de São Paulo (VALENTE, 2006). Esse projeto permitiu que as universidades criassem estratégias para introduzir o uso de computadores nas escolas, através da linguagem de programação Logo (CABRAL, 2012, p. 4). O projeto do Educom foi enviado para o Ministério da Educação (MEC) em 1983, devido as mudanças políticas com o fim do governo militar as atividades se iniciaram apenas em 1986 e terminaram em 1993.

Na década de 2000, foi criada a Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR) com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e do Ministério da Educação em parceria com a Fundação Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE/MEC). O objetivo da OBR é “divulgar a robótica, suas aplicações, possibilidades, produtos e tendências, como forma de estimular a formação de uma cultura associada ao tema tecnológico” (D’ABREU, 2014, p. 81).

Em 2008 foi criado um fórum científico denominado de *Workshop* de Robótica Pedagógica (WRE), com o objetivo de

Em 2008: capacitar professores dos ensinos fundamental e médio para inserir a RP nos conteúdos das disciplinas de matemática e física.
 Entre 2010 e 2012: expor resultados de pesquisas e possibilitar a troca de experiências acerca da utilização da RP como uma ferramenta interdisciplinar.
 Entre 2013 e 2014: discutir aspectos técnicos e educacionais do uso da robótica, como formação de professores; competições; plataformas de RP; robótica na educação não formal (extraclasse); estudos de casos; metodologias e materiais para o ensino; robótica baseada na web; simulação de RP; robótica em currículos de educação; projetos de robôs educacionais de baixo custo, resultados e estudos de caso (D’ABREU; RAMOS; ROCHA; BEZZON *et al.*, 2019, p. 48)

Dessa forma, o fórum discute aspectos técnicos e educacionais e a inclusão social que a Robótica Educacional pode proporcionar e contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil (D’ABREU; RAMOS; ROCHA; BEZZON *et al.*, 2019, p. 48).

Outro fator que contribuiu para a disseminação da Robótica Educacional foi o Torneio de Robótica *First Lego League* (FLL), criado em 1989 pela FIRST (*For Inspiration and Recognition of Science and Technology*), uma organização de caridade sem fins lucrativos. A FLL surge a partir de uma parceria com a Lego e tem o objetivo de “fomentar o interesse e participação de jovens na ciência e tecnologia” (AROCA; BONÍCIO; AIHARA; SÁ *et al.*, 2019, p. 248). Todo ano a organização da FLL propõe um desafio temático, incentivando os estudantes a identificar um problema, pesquisar e encontrar uma solução para esse problema do mundo real relacionado com o tema da temporada. No Brasil, a primeira edição desse torneio foi realizada em 2012 e desde então começou a ocorrer anualmente. Atualmente, no país, ela é operada pelo Serviço Social da Indústria (SESI).

Nas escolas, a robótica “vem sendo utilizada como recurso didático-pedagógico para ensino e aprendizagem de conteúdos curriculares e também para tratar de temas como desenvolvimento do raciocínio lógico, da resolução de problemas e do trabalho em equipe” (ALEXANDRINO, 2017, p. 23).

No Brasil, “muitas escolas particulares (mais de três mil em todo o Brasil) têm se utilizado da robótica, seja em sala de aula, ou como atividade extraclasse” (SILVA, 2009, p. 45). Para além dessa dualidade, as atividades com robótica na escola, podem ter três focos de ensino aos alunos, que são destacados pelo mesmo autor, em que a

[...] primeira maneira, os alunos desenvolveriam projetos que têm como objetivo aprender programação de dispositivos, construção de objetos robóticos e aprendizagem inicial de conceitos de engenharia e tecnologia. A segunda maneira seria a utilização da robótica como recurso tecnológico para a aprendizagem de conceitos de formação geral, através de uma abordagem interdisciplinar. A robótica seria utilizada no desenvolvimento de projetos que evidenciam a aprendizagem de conceitos de disciplinas do currículo tradicional, como Matemática, Física, Artes, Biologia, Geografia, História, entre outros. [...] E a última maneira seria a integração das duas primeiras, integrando tanto os conhecimentos específicos da robótica quanto o seu uso e aplicação nas mais diferentes áreas (GALVÃO, 2018, p. 93).

Uma exemplificação, das possibilidades da robótica é mencionada por Delfino (2017), afirmando que “[...] além de discutir a parte elétrica do robô e entender como que esse funciona permitiu tratar de conceitos matemáticos, [...] a importância da simetria, dos ângulos, das figuras geométricas no design do robô e, também, o tamanho de segmentos” (p. 56). Logo, as atividades com robótica podem criar “um ambiente de aprendizagem onde conhecimento prático do dia a dia é defendido, mas com um embasamento pedagógico que faça um verdadeiro diálogo entre a teoria estudada nas aulas e a prática dessas teorias” (PASSOS, 2017, p. 21).

Essa perspectiva da robótica para o ensino pode ser encontrada como três termos diferentes: “*Robótica Educacional*”, “*Robótica Pedagógica*” ou “*Robótica Educativa*”⁵. Esses termos são associados em determinadas ocasiões aos dispositivos robóticos, ou máquinas (ao *hardware*), ou espaço físico, ou laboratórios, ou ambientes de aprendizagem; são relacionados também como um projeto em desenvolvimento ou uma metodologia, não havendo consenso na definição (CÉSAR, 2009, p. 25).

O seu uso, na sala de aula, pode trazer novas possibilidades e Passos (2017) corrobora afirmando que “utilizá-la auxilia nas práticas docentes diferenciadas no ensino de matemática com os alunos, pois é uma tecnologia educacional atual, estimulante e eficiente, quando bem utilizada” (PASSOS, 2017, p. 21). Essa ressalva final é muito importante, pois como qualquer outra metodologia ou tecnologia que se use em sala de aula existe seus benefícios e dificuldades, mas o que mais importa é “como se usa” e “qual é seu objetivo” – o que envolve o papel do

⁵ Na maioria dos trabalhos presentes nessa pesquisa os autores utilizam o termo ‘Robótica Educacional’ com maior frequência, logo, optamos pelo uso deste para descrição nessa pesquisa.

professor. Uma exemplificação disso se observa na dissertação de Mahmud (2017), que realiza entrevistas em duas escolas sobre o uso de robótica e TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação), e percebe que “no discurso dos participantes, o uso de experimentos e tecnologias na escola se faz pertinente pelo interesse de atrair a atenção do aluno e não propriamente como uma ferramenta pedagógica” (MAHMUD, 2017, p. 53).

As atividades com Robótica Educacional se “tornaram populares no ensino de STEM (ciência, tecnologia, engenharia, matemática) nos últimos anos porque permitem aplicações reais de tecnologia, matemática, engenharia e conceitos” (KUCUK; SISMAN, 2017, p. 33, tradução nossa), promovendo um impacto potencial na aprendizagem. O objetivo do STEM é “estimular a formação de profissionais para as carreiras de exatas” (PRADO; MORCELI, 2019, p. 40).

O STEM⁶ é um movimento que nasceu nos Estados Unidos no início da década de 1990 através da preocupação por formar uma geração mais identificada com novos desafios tecnológicos da área da engenharia e tecnologia com abordagem educacional (PRADO; MORCELI, 2019, p. 40). Segundo o mesmo autor, “uma aula que segue a abordagem STEM, geralmente, se baseia na busca por uma solução para um problema do mundo real e tende a enfatizar a aprendizagem baseada em projetos (p. 41).

A multidisciplinaridade que a robótica possui permite criar um ambiente para debate de conceitos científicos e abstratos, com uma abordagem STEAM, pois possibilita a aplicação reais dos conceitos de ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática. Assim, as atividades com robótica podem proporcionar situações com a necessidade de investigar o efeito do tamanho da roda no desempenho do robô para uma tarefa sendo uma questão de engenharia que pode ser resolvida com o uso de tecnologias e compreendida pela aplicação ou modelagem matemática (PRADO; MORCELI, 2019, p. 42).

2.3 ROBÓTICA: HARDWARE E SOFTWARE

A Robótica Educacional se divide em dois tipos, a “*Robótica Livre*” e a “*Robótica não Livre*”, que corresponde a que tipo de *hardware* e *software* está se utilizando. Na Robótica Livre

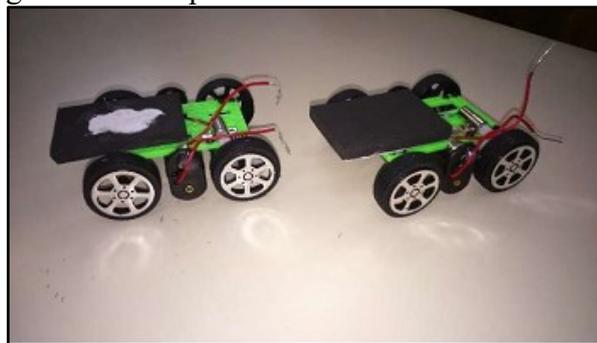
⁶ STEM é um acrônimo do inglês que significa Science, Technology, Engineering, and Mathematics. Com o passar do tempo esse acrônimo passou para STEAM, adicionando a letra “A” que se refere a Arte, ou seja, promove o pensamento crítico e a imaginação referente a área da arte e do *desing* (PRADO; MORCELI, 2019, p. 41).

[...] qualquer objeto pode ser matéria-prima para um robô, sendo uma excelente alternativa em termos de custo e acesso de materiais. No entanto, afixar, prender, amarrar e, principalmente, soldar, pode fazer com que nem todos se sintam confortáveis no desempenho desta atividade, já que as montagens exigem mais no trabalho de confecção. Manufaturar pode ser prazeroso para alguns alunos, enquanto que para outros pode ser laborioso, sendo um motivo de frustração. (DELFINO, 2017, p. 56)

Os materiais utilizados na Robótica Livre podem ser: eletrodomésticos danificados, peças de brinquedos, circuitos eletrônicos e outros. Portanto, trata-se do uso de *hardware* livre (sucata eletrônica e Arduino) e *software* livre (Linux e outros aplicativos). Os *hardwares* livres estão protegidos por licenças que garante a liberdade e cobertura legal (como a *Copyleft*), seguindo quatro princípios: liberdade de uso, estudo e modificação, distribuição e redistribuição das melhorias (CÉSAR, 2013, p. 55-56). O Arduino é um exemplo de hardware livre, pois é uma placa que não tem licença proprietária.

Geralmente o uso desse tipo de material dá “[...] mais liberdade de trabalho, inclusive com o reaproveitamento de materiais eletrônicos inutilizados pela sociedade e um aprofundamento na eletrônica” (MAHMUD, 2017, p. 55). Na figura abaixo tem-se um exemplo de material referente a Robótica Livre utilizada por Santos (2017) em uma oficina com alunos dos Anos Iniciais.

Figura 3 - Exemplo de materiais de Robótica Livre

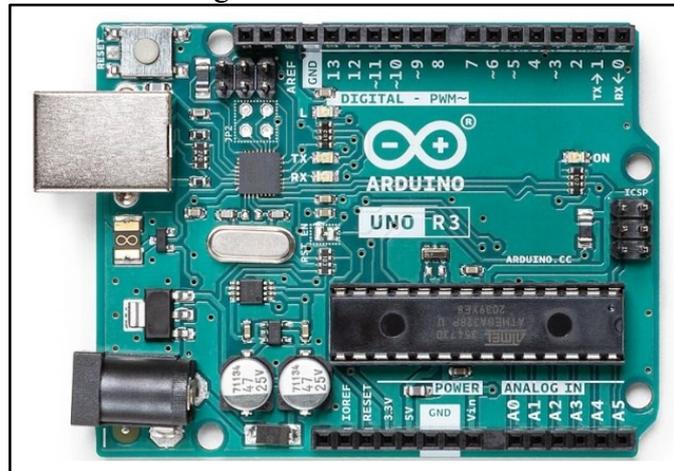


Fonte: Santos (2017).

O Arduino foi criado em 2005, por pesquisadores do *Ivrea Interaction Design Institute* na Itália, e serve como uma ferramenta de programação e aplicação (ARDUINO, 2018). É uma plataforma que permite construir protótipos eletrônicos com *hardware* e *software* livres, reconhece a realidade e executa ações físicas que interage com o ambiente (ARDUINO, 2018). Seu funcionamento pode variar desde o controle do acionamento de uma lâmpada até a

locomoção de um protótipo. A linguagem de programação utilizada no Arduino pode ser C++, *Scratch* ou *Python*, que repassa as informações para o *hardware*.

Figura 4 - Placa Arduino



Fonte: (ARDUINO, 2018).

Já a Robótica não Livre, também conhecida como *Robótica por Kits*, faz uso de material patentado, ou seja, “[...] kit específico, que possui linguagem própria de programação ou utiliza outras existentes no mercado” (DELFINO, 2017, p. 27-28). Entretanto, ao contrário do que se utiliza na Robótica Livre, esta, exige “um alto investimento financeiro para a aquisição desse material de apoio” (SANTOS, 2017, p. 59). Alguns exemplos de kits de robótica são: Brink Mobil, MakeBlock, FischerTechnik, Modelix Robotics, Robokit e Lego *Mindstorms*. Na figura abaixo temos exemplo de montagens de robô utilizando o kit da Lego *Mindstorms*.

Figura 5 - Exemplo de materiais de Robótica não Livre



Fonte: Lego (2018 apud ARMÃO, 2018)

O Kit Lego originou-se a partir de uma parceria entre a empresa Lego e Seymour Papert. Ele é constituído por peças como tijolos, rodas, placas, motores, eixos, engrenagens,

polias e correntes acrescidos com diversos sensores (toque, luminosidade, temperatura, giroscópio, ultrassônico) e possui *software* de programação próprio.

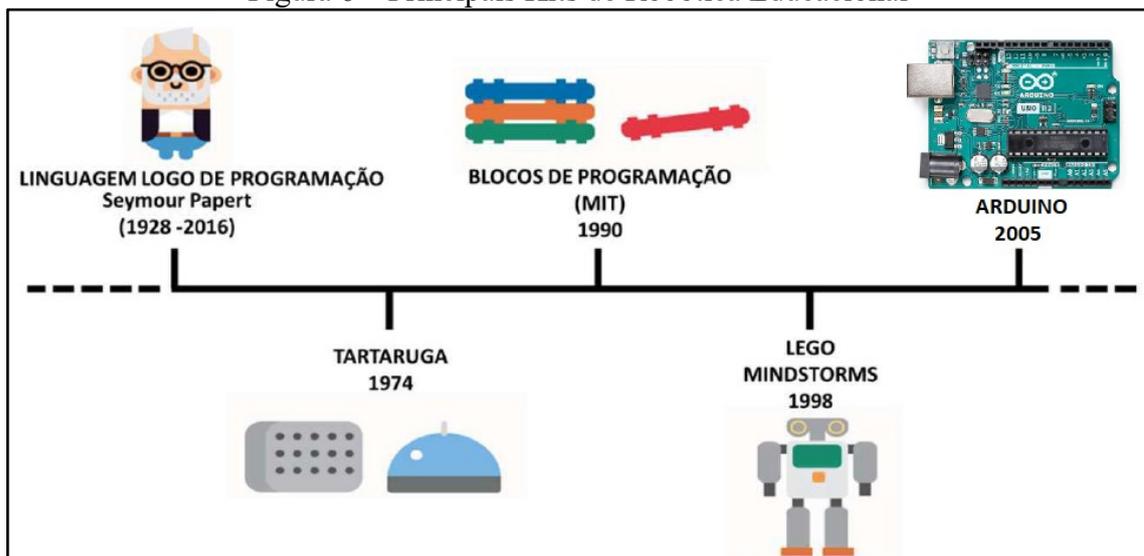
Os kits são “[...] fabricados por diferentes empresas na forma de pacotes de robótica, mas podem ser desenvolvidos pelas escolas utilizando diferentes tipos de materiais, como os recicláveis e plataformas gratuitas de programação, como o Arduino” (ALEXANDRINO, 2017, p. 24).

Logo

a Robótica não Livre limita o número de peças utilizáveis ao conteúdo das caixas disponíveis de cada empresa e faz com que cada robô seja parecido com o outro: mesmas cores, mesmos sensores. Montar toda a estrutura do robô com pequenas peças pode também ser muito laborioso e o custo do kit pode ser inviável para a maioria. Mas as peças encaixáveis pensadas de maneira a terem múltiplas conexões e o fato de ser programável facilita muito o trabalho de quem utiliza esta linha (CAMPOS, 2011, p.11 apud DELFINO, 2017, p. 28)

Portanto, o uso de materiais da Robótica Livre é a melhor opção financeira para aquisição do material, mas é necessário que a criança possua um conhecimento em eletrônica. Já o material da Robótica não Livre, apesar de possuir um custo mais elevado de aquisição, não requer que a criança tenha muito conhecimento sobre eletrônica para utilizá-lo. Na Figura 6 temos uma ilustração da cronologia dos principais kits de robótica.

Figura 6 – Principais Kits de Robótica Educacional



Fonte: Adaptado⁷

⁷ Disponível em: <<https://www.primotoys.com/wp-content/uploads/2017/09/Ebook->

Existe uma variedade de kits presentes no mercado educacional. Essa área de kits de robótica está crescendo e despertando “[...] o interesse de empresas especializadas em material para automação, e de escolas que os utilizem em sala de aula como objeto de aprendizagem ou simplesmente para participar de competições de robótica” (SILVA, 2009, p. 34).

2.4 ROBÓTICA EDUCACIONAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA EM TESES E DISSERTAÇÕES

Nos últimos anos percebemos que as pesquisas realizadas sobre Robótica Educacional na Educação Matemática através de teses e dissertações vem crescendo. As pesquisas possuem foco no ensino, na aprendizagem ou na formação de professores. Dessa forma, iremos descrever brevemente as principais teses e dissertações defendidas entre 2017 e 2020 para melhor compreender esse campo.

Santos (2017) realizou uma análise comparativa, com duas turmas de crianças dos Anos Iniciais de escola pública, avaliando a inserção da robótica como meio de aprendizagem para o desenvolvimento do raciocínio no ensino de geometria. A partir disso a pesquisadora percebeu que estatisticamente as crianças demonstraram uma melhor aprendizagem, sobre geometria, quando a aula envolve o material de robótica se comparada a uma aula tradicional sem este material. Para além desses benefícios, percebidos quantitativamente na pesquisa, Santos afirma que existem outros fatores que não podem ser mensurados com atividades com robótica, como o “[...] entusiasmo, a alegria, o envolvimento, o compartilhar com os amigos de equipe, a imaginação a criatividade, o sentimento de pertença ao ser o criador do seu protótipo, o desenvolvimento motor, a tentativa de acertar, o não desistir para ver seu projeto pronto” (2017, p. 114-115). Por fim, a pesquisadora percebe que o material de robótica motiva e envolve o professor.

Almeida (2017) fez um curso de formação de professores de Arduino com professores de ciências e matemática de escolas pública e privada. O objetivo da pesquisadora foi investigar as contribuições desse curso. A autora relata que os professores participantes do curso aplicaram oficinas em suas respectivas escolas com seus alunos e obtiveram bons resultados. Nessas oficinas, os professores ressaltam uma melhora no comportamento dos alunos e um maior interesse deles em aprender. Isso devido a aplicabilidade que a robótica proporciona com conteúdo teórico.

Um estudo de caso foi realizado por Azevedo (2017) que avaliou a robótica educacional como instrumento de ensino e aprendizagem, com o objetivo de mensurar seus impactos em uma intervenção de curto prazo com alunos dos Anos Finais de uma escola pública. Durante a realização desse trabalho foram percebidas dificuldades para aquisição dos kits de robótica devido a seu alto custo e a falta de um espaço ideal com computadores para realizar a intervenção. Para realizar essa avaliação, Azevedo utilizou questões da Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR) como norteador desse processo. Essas questões envolviam conceitos de matemática (geometria, grandezas e medidas, raciocínio lógico) no contexto da robótica. Dessa forma, o autor fez um teste comparativo quantitativo de acerto dos alunos com seu conhecimento antes da aplicação da oficina com robótica e depois. Por fim, o pesquisador percebe que a intervenção com robótica proporcionou um melhor desempenho nos testes com os alunos.

Um blog foi criado por Alexandrino (2017) como produto educacional de sua dissertação de mestrado profissional com a perspectiva de formação continuada. O autor buscou em sua pesquisa discutir as possibilidades de utilização da robótica educacional e debater a formação de professores para uso da tecnologia em processos de ensino e aprendizagem. O blog contribui com notícias e informações sobre robótica e algumas propostas de atividades para utilizar em sala de aula. Alexandrino conclui que a implementação da Robótica Educacional no currículo não é uma tarefa fácil para o professor devido à falta de tempo ou até mesmo medo da mudança de suas práticas.

Medeiros (2017) apresenta em sua dissertação um modelo de robô de baixo custo, utilizando Arduino, como um protótipo para uso em aulas de geometria. O pesquisador apresenta uma sequência de atividade com esse protótipo, como produto educacional oriundo de seu mestrado profissional, mas não realizou sua aplicação. Na elaboração da sequência de atividades foram ressaltadas algumas dificuldades, como: limitação dos servos motores (motor da roda do robô), pois era necessário programações diferentes para que o robô realizasse o giro em diferentes tipos de ângulos; necessidade de calibrar corretamente os servos motores; e robô limitado a um cabo de alimentação, pois não possuía uma fonte de alimentação externa. Esta sequência de atividades proporciona uma aproximação da teoria à prática, elucidando conteúdos como segmentos de retas e circunferências através do percurso realizado pelo robô (MEDEIROS NETO, 2017, p. 59).

Oliveira (2017) analisou aspectos relacionados ao ensino de funções no 1º ano do Ensino Médio com o uso do kit de robótica Brink Mobil em uma escola pública. As tarefas

propostas para os alunos consistiam em deslocamento do robô em linha reta, utilização dos braços do robô para erguer objetos e deslocamento do robô para o ponto inicial. Uma das propostas das atividades tinha o objetivo de instigar os alunos a relacionar a distância percorrida pelo robô com o tempo por meio do conteúdo de funções, definindo uma lei de formação (que descreve a relação de deslocamento e tempo do robô). Dessa forma, as atividades possibilitaram explorar na prática conceitos de função, função inversa e função composta. O pesquisador conclui que a experimentação é importante para uma aprendizagem mais prazerosa e destaca três importantes questões que essas atividades proporcionaram: a aprendizagem dos conteúdos, a motivação e a socialização.

Na dissertação de Delfino (2017), foi elaborado um ambiente de ensino e aprendizagem de Robótica Pedagógica em uma escola pública. A proposta do trabalho era analisar o ambiente constituído pela preparação de alunos para torneio de robótica apontando as possibilidades e as dificuldades percebidas. As atividades desenvolvidas envolviam conteúdos como: conjuntos numéricos, geometria, trigonometria, unidade de medida, temperatura, localização em mapas e estatística. Essas atividades tiveram como tema a Agricultura Sustentável e Planeta Terra – Ação e Reação. Os alunos participaram de quatro torneios em diversas etapas (local, regional, nacional) durante dois anos. Eles aprenderam a montar, programar e fazer um robô andar seguindo os objetivos propostos no Campo de Missões⁸. Nesse trabalho, a matemática nas atividades com robótica aparece em “[...] calcular os pontos para decidir quais missões são prioritárias; região de onde o robô será solto; programação de giro dos motores em graus ou rotação (ou um giro completo); programações menores para evitar o erro; trajetória do robô na mesa” (DELFINO, 2017, p. 106). O estudo realizado no Campo de Missões envolveu conceitos da geometria e trigonometria, enquanto que o registro dos treinos de acertos e erros do robô, utilizados para aprimorar o desempenho da equipe, envolveu conceitos de estatística. O pesquisador relata que ocorreu uma determinada dificuldade para fazer emergir a matemática durante o processo de construção e programação do robô (DELFINO, 2017, p. 105).

A dissertação de Oliveira (2017) possui o objetivo de identificar quais os conhecimentos geométricos que são mobilizados pelas professoras dos anos iniciais nas atividades desenvolvidas com os alunos no laboratório de robótica e compreender o papel da robótica nessa aprendizagem. Para isto, o cenário de pesquisa se desenvolveu no Observatório

⁸ É um tapete que possui os locais para se posicionar as peças de Lego, apresentando obstáculo e percursos que robô deve passar e está relacionado ao tema da temporada do torneio de robótica.

da Educação de uma escola pública, proporcionando um espaço rico de troca de conhecimentos, entre professores, sobre suas práticas de sala de aula (OLIVEIRA, R. B. D., 2017, p. 88). Nessa pesquisa, “[...] o quesito diferenciador da robótica foi à interação aluno-professor-experimento o qual possibilita que os conceitos sejam contextualizados. Esta metodologia transforma o aluno em protagonistas no processo de aprendizagem” (p.89). Os conceitos de geometria abordados foram os básicos e introdutórios, a partir da experiência e do contato com objetos tridimensionais, e também a geometria plana. Os robôs produzidos pelas crianças descreviam movimentos em formas geométricas realizando um traçado na folha de papel. Além disso, foram realizadas análises dessas figuras geométricas e da planificação dos sólidos que constituíam o corpo do robô.

A pesquisadora Mahmud (2017) realizou um estudo de caso sobre o uso de TICs no processo de ensino, em particular da Robótica Educacional, utilizando entrevistas como instrumento de análise com professores, coordenadores e alunos. Seu trabalho tem como objetivo “[...] auxiliar o educador a se inserir no campo do uso de metodologias inovadoras e que possibilitem maior interatividade na sala de aula utilizando a robótica educacional como ferramenta para a execução do melhor aprendizado por parte do educando” (p. 38). Nessa pesquisa percebeu-se que os alunos participantes de atividades com robótica desenvolveram um melhor domínio e interesse com conceitos de matemática e de áreas da exatas, proporcionando um interesse pela investigação científica (MAHMUD, 2017, p. 56).

Na dissertação de Passos (2017), foi elaborado um curso semipresencial de Formação de Professores em Robótica Educacional para suplementação curricular de matemática para alunos com AH/SD dos Anos Finais do Ensino Fundamental. Segundo o pesquisador, a Robótica Educacional pode ser uma ferramenta para superar o tecnicismo pedagógico e de ensino, servindo de apoio nas aulas tradicionais (p. 27). Nesse curso, os professores aprenderam sobre robótica e programação e realizaram um planejamento de aula com os robôs da Lego afim de ensinar algum conceito de matemática. Assim, exploraram conceitos de programação e de área de figuras geométricas e proporcionando o uso do transferidor e do esquadro. A elaboração e a aplicação desse planejamento foram desafiadoras para os professores devido à dificuldade de sair de suas práticas pedagógicas tradicionais (PASSOS, 2017).

Casagrande (2017) realizou uma sequência didática, com aluno de uma escola pública, sobre o lançamento de projéteis relacionando com o conteúdo de função polinomial do 2º grau com o auxílio de recursos tecnológicos, tais como *netbooks*, robótica, planilha eletrônica e um

simulador *online*⁹. A robótica presente na pesquisa foi uma forma de promover uma experiência concreta entre teoria e prática auxiliando na medição da altitude do projétil e do tempo de percurso, através da pressão atmosférica medida por um barométrico conectado ao Arduino. Segundo a pesquisadora, o uso dessas diversas tecnologias proporcionou aos alunos “manipular, interagir, visualizar, verificar, refletir e construir situações que os auxiliem no processo de construção de conhecimento, permitindo mudança de postura de passivo para ativo na construção de seu conhecimento” (CASAGRANDE, 2017, p. 96) e aproximou a Matemática da sala de aula com o cotidiano.

No trabalho de Silva (2018), foi realizado uma análise do processo de formação de conceitos matemáticos pelos estudantes do nono ano do Ensino Fundamental ao desenvolverem o Pensamento Computacional por meio da realização de atividades com robótica. As atividades buscavam apresentar o significado da divisão euclidiana e congruência entre número (módulo n) com a utilização de kits de robótica Arduino e programação com o *software Scratch for Arduino*. O Pensamento Computacional propiciado nessas atividades contribuiu para a mobilização de conhecimentos já adquiridos e para a formação e reflexão de novos conceitos matemáticos. A atividade consistia em montar um circuito e a programação de um semáforo composto por LED relacionando o tempo de iluminação com divisão euclidiana e congruência entre números. Alguns alunos não demonstraram interesse devido a necessidade de utilizar conhecimentos matemáticos, outros manifestaram um espírito competitivo, mas não realizavam reflexões sobre como estavam realizando as atividades, em uma perspectiva de tentativa e erro. Com essa atividade percebeu-se quais lacunas os alunos tinham nesse conteúdo e se criou um espaço para ressignificar o conceito de divisibilidade (SILVA, 2018).

Marques (2018) utilizou a Robótica Educacional como ferramenta pedagógica no processo de ensino e aprendizagem de função afim, com alunos da EJA de uma escola pública, de modo a atribuir significado em situações cotidianas. Foram realizadas atividades com o robô Lego relacionando o percurso percorrido com o número de rotações da roda do robô por meio de uma função afim. O pesquisador relata que o trabalho em grupo estimulou uma troca de experiências, proporcionando uma construção do conhecimento de forma colaborativa (MARQUES, 2018, p. 53). Além disso, os alunos tiveram a oportunidade de explorar questões de proporcionalidade, experimentar e analisar os comportamentos do robô permitindo prever o comportamento do robô em ações futuras para valores não testados (do movimento e giro da roda do robô) chegando à modelagem da função. Nessas atividades, a robótica foi um

⁹ https://phet.colorado.edu/pt_BR/

mecanismo que possibilitou demonstrar conceitos abstratos da matemática a partir da experimentação de forma colaborativa entre alunos e professor (MARQUES, 2018).

Na dissertação de Galvão (2018) se investigou o aprendizado da Matemática por meio da experimentação com Robótica Educacional em uma turma de 7º ano de Ensino Fundamental em uma escola pública. O uso da robótica com os alunos proporcionou uma aprendizagem significativa para a disciplina de matemática, desenvolvendo o pensamento crítico. Foi utilizado um robô feito com Arduino, o que possibilitou explorar conhecimentos sobre o plano cartesiano, proporção e razão entre tempo e velocidade, Teorema de Pitágoras e Teorema de Tales, a partir da programação realizada pelos alunos para executar movimentos em uma mesa. Uma das dificuldades enfrentadas foi a falta de formação dos professores de matemática e informática sobre o uso de robôs, e sua aplicação nas disciplinas (GALVÃO, 2018). Além disso, o pesquisador percebe que a robótica pode ser uma forma de motivar os alunos a aprender e trabalhar colaborativamente de forma interdisciplinar.

Foi realizada uma investigação sobre a utilização da Robótica Educacional como ferramenta metodológica para o estudo do número irracional π nas aulas de matemática de uma turma dos Anos Finais do Ensino Fundamental de uma escola particular (ARMÃO, 2018). O pesquisador apresentou os conceitos de círculo, circunferência, grandezas e medidas para os alunos através da utilização de um robô Lego. Com esse material questionou os alunos sobre algumas características das rodas do robô (*qual o diâmetro? como o robô se movimenta ou realiza curvas? identificação dos eixos*) e por fim propôs que buscassem o valor do comprimento da circunferência da roda pelo diâmetro, afim de encontrar valores aproximados para o número π . O autor percebe que os alunos demonstraram mais empenho e atenção durante as atividades com robótica. Além disso, a troca de ideias e opiniões e o trabalho em equipe foram fatores fundamentais para a realização das atividades, deixando o ambiente mais dinâmico e desafiador resultando em competições amigáveis (p. 96).

Na tese de Santos (2018) foram avaliados elementos que apontam o uso da robótica educacional como um instrumento de explicitação dos invariantes operatórios, mobilizados por estudantes de graduação e professores que ensinam matemática, na resolução de problemas. Para isto, o pesquisador realizou um curso que envolvia resolução de problemas com álgebra elementar e geometria, utilizando o MakeBlock e o *software* de programação Scratch, afim de analisar o pensamento computacional e as estratégias utilizadas pelos sujeitos da pesquisa.

Um curso foi realizado por Andrade (2018) com o objetivo de trabalhar com Robótica Educacional, com professores da Educação Básica, para que refletissem sobre como introduzi-

la na sala de aula e que a incluíssem em suas práticas. As atividades proporcionaram um espaço para discutir os conceitos de geometria plana, regra de três, unidades de comprimento e de tempo, transformação de unidade de medida, ângulos e frações. Alguns conceitos de física também foram abordados, como: variações de tempo e de espaço, deslocamento, velocidade escalar média e transformações de unidades. Esses conteúdos foram trabalhados a partir da análise da movimentação do robô Lego e da construção da linguagem de programação SuperLogo para realizar desenhos geométricos. A autora conclui que a robótica é uma ferramenta interdisciplinar capaz de proporcionar a construção do conhecimento e que permite explorar conceitos de Matemática e de Física com alunos dos Anos Iniciais e dos Anos Finais (p. 51).

Maffi (2018) analisou as repercussões da integração da robótica educacional para os processos de ensino e aprendizagem de Matemática através da Análise Textual Discursiva de entrevistas com alunos e professores de uma escola particular. O simbolismo abstrato da matemática, comprimento da roda, ângulos, unidade de medida, simetria, formas geométricas, raciocínio lógico são os conteúdos mais relacionados à construção e à programação de robôs. Nas entrevistas, a pesquisadora relata que a matemática presente nessas atividades é uma matemática aplicada, porém em alguns momentos os alunos não percebem as relações das montagens dos robôs com conceitos matemáticos, dessa forma o papel do professor é imprescindível para realizar uma contextualização e evidenciar essas relações (MAFFI, 2018, p. 72-73). Além disso, é ressaltado um novo papel para o “erro”: os alunos tem a possibilidade de explorar, questionar, testar e readequar a solução proposta, proporcionando mais autonomia nesse processo de aprendizagem e deixando de serem apenas consumidores de informações (MAFFI, 2018). Em contrapartida, as aulas com robótica do tipo “siga o modelo”, ou seja, monta o robô, faz andar e desmonta, lembrava as aulas tradicionais e não explorava as potencialidades da robótica tampouco possibilitava o protagonismo dos estudantes nesse processo. Portanto, o processo como se desenvolve a atividade, assim como o produto final, é importante e o professor tem o papel fundamental de mediar essas atividades (p. 91-92).

Para melhorar a aprendizagem do conteúdo de função afim de seus alunos, Silva (2019) utilizou problemas de física, como movimento retilíneo uniforme, e robôs de Lego para realizar algumas atividades com alunos de uma escola particular. Elas consistiam em analisar e medir a velocidade e o deslocamento dos robôs quando realizavam movimento retilíneo uniforme, ultrapassagens entre si com velocidades diferentes e se cruzavam em sentidos contrários. A partir desses experimentos o pesquisador investigou junto com a turma as relações

entre os experimentos e o conteúdo de funções, definindo a lei de formação com os dados observados nos experimentos e esboçou os gráficos. Depois de realizar essas experimentações com robôs, o pesquisador percebeu que os alunos começaram a compreender melhor determinados conceitos de funções, como zero da função e intersecção entre duas retas, pois tinham vivenciado na prática os conceitos (SILVA, 2019, p. 39-40).

Braz (2019) realizou uma metassíntese de dissertações e teses, no período de 2007 a 2017, na área do ensino e aprendizagem de matemática com robótica educacional afim de identificar na literatura suas principais contribuições. Nesse estudo, a pesquisadora percebe que a Robótica Educacional é uma ferramenta potencializadora para o ensino de matemática atendendo as competências elencadas pela BNCC. Porém, uma das principais limitações é a falta de tempo para utilizar esse material dentro da disciplina de matemática somado com as demandas que o próprio currículo exige. Outros benefícios relatados são a melhora na organização dos alunos para realizar atividades e na comunicação entre aluno e professor. Já as dificuldades citadas pela pesquisadora são o custo alto dos kits de robótica, computadores inadequados, a falta de conhecimento do professor em atividades de robótica e a falta de um espaço físico de tamanho apropriado (BRAZ, 2019).

Rüedell (2019) avaliou a pertinência do uso da Robótica Educacional, com o kit da Robótica Atto, como um recurso no ensino dos conteúdos de triângulos e quadriláteros. No seu trabalho, foi proposta e aplicada uma sequência didática na qual os alunos de uma escola particular programavam os robôs para realizarem movimentos com uma linha presa a um carretel e que se solta durante o movimento construindo a representação de uma figura solicitada. Para isso eram posicionados objetos estrategicamente para serem os vértices das figuras (RÜEDEL, 2019, p. 37-38). Dessa forma, o pesquisador conseguiu explorar com os alunos os conceitos e propriedades dessas figuras, as coordenadas do plano cartesiano, ângulos e unidades de medidas.

A dissertação de mestrado de Paulino (2019) teve como objetivo compreender o sentido que os alunos atribuem às aulas que tem a robótica como artefato mediador. As atividades propostas em uma escola pública foram a montagem de um robô Lego, a análise do seu movimento explorando as relações métricas de um círculo, o estudo das relações de tempo e de distância percorrida, a realização de um cabo de guerra entre robôs para compreender as questões de atrito, e a exploração do acoplamento de engrenagens para aumentar a velocidade de deslocamento. O pesquisador percebeu em seu trabalho que as atividades de robótica que não haviam uma relação com o conteúdo visto em sala de aula ou que não permitiam ao aluno

explorar e ter a liberdade de criar os robôs e a programação, desestimulava os alunos causando desinteresse pelas atividades. (PAULINO, 2019, p. 72-75). Uma limitação percebida no material da Lego é sua aplicação em determinados conteúdos de física, como: transformação gasosa ou leis da termodinâmica. Por fim, se conclui que é necessário que o professor tenha um planejamento, pois caso contrário “a aula com robótica pode se transformar apenas em um momento de descontração” (PAULINO, 2019), ou seja, a tecnologia não é determinista.

Um estudo de caso foi realizado por Barbosa (2019) que buscou compreender as contribuições e limitações, para a Educação Matemática, do cubo Rubic (cubo mágico) com a robótica. Esse processo construtivo de investigação foi realizado com alunos dos Anos Finais de uma escola pública. Nessas atividades foi proposto compreender o funcionamento do Rubic e das formas de resolvê-lo e posteriormente os alunos montaram e programaram um robô para resolver o Rubic automaticamente. Nem todos os alunos participantes demonstraram interesse pelas tarefas, resultando em uma grande evasão. Porém, o pesquisador percebeu que os alunos que se mantiveram nas atividades tinham interesse em desafios, tecnologia ou buscavam aprender mais sobre matemática e física. Essa atividade estimulou “[...] o raciocínio lógico, a agilidade, o convívio com outros estudantes, melhora a coordenação motora, melhora a atenção no desenvolvimento de diversas atividades, além de proporcionar melhor tolerância às frustrações” (p. 78). Uma limitação apresentada na pesquisa foi a transposição da lógica de resolução do cubo para uma linguagem de programação.

Aragão (2019) aplicou uma sequência de atividades, oriundas de seu mestrado profissional, para investigar a aprendizagem de alunos dos Anos Finais de uma escola pública a partir da construção de conhecimentos básicos da área de Matemática. Nas atividades foi explorado o conceito do número π , a razão entre a circunferência e diâmetro, a proporção entre circunferências, as relações direta e inversamente proporcionais, conceito de função afim e gráficos. A proposta era fazer os robôs se movimentarem analisando algumas características das rodas, rodanas, polias e o trajeto realizado relacionando-os com os conceitos supracitados. Ressalta-se na pesquisa que uma das grandes dificuldades dos alunos era sair do modelo tradicional de ensino cujo o professor passa a informação, ou seja, os alunos não possuíam o hábito de pesquisar de forma autônoma, assumindo o papel de investigador.

Na dissertação de mestrado de Provin (2020) foi analisado o potencial educacional de uma sequência didática que utiliza interfaces da robótica educativa no processo de ensinagem de alguns elementos básicos de geometria plana com estudantes do Ensino Fundamental de uma escola pública. A pesquisadora utilizou com os alunos o Arduino e o *software Scratch for*

Arduino (S4A) para explorar conceitos e representação de ângulos e figuras geométricas. No estudo dos ângulos, utilizou o Servomotor para classificar a medida de ângulos como reto, agudo, obtuso ou raso, de acordo com a rotação realizada da palheta do motor. Para compreender conceitos de determinadas figuras geométricas, foi proposto que os alunos realizassem a programação do movimento de um robô, com um pincel acoplado, que descrevesse em sua trajetória de movimento a figura desejada. As análises realizadas pela pesquisadora se relacionam com três categorias de habilidades e competências da BNCC no ensino de Geometria Plana.

Silva (2020) buscou analisar em sua tese se as práticas relacionadas ao uso da robótica educacional constituíram-se como experiências de aprendizagem inventiva para os estagiários participantes da pesquisa. Nas atividades foi utilizado um robô seguidor de linha para relacionar o seu movimento com o conteúdo de função. Este robô foi usado como cadeira de rodas para movimentar um boneco por um parque construído em maquete. Os alunos da escola pública foram provocados a utilizarem conceitos relacionados a funções, devido ao método de ensino a partir de problematizações realizadas pelos estagiários, durante as atividades (SILVA, 2020, p.92) e exploram outros conteúdos como: geometria plana, geometria espacial e sequências numéricas. Além disso, foram problematizadas questões sobre o uso de um robô empilhadeira pois alguns alunos da EJA vivenciavam isso em sua profissão. O uso da robótica que os estagiários fizeram não foi uma simples instrumentalização, mas um trabalho com experimentação, investigação, estranhamentos, desenvolvimento cognitivo e produção intelectual (SILVA, 2020, p. 177). Concluindo a pesquisa, o autor percebe que a partir dessas atividades com robótica, a tecnologia passa a ser um instrumento para problematizar situações e desafiar os alunos e não simplesmente transmitir um conteúdo.

A partir dessa breve descrição, conseguimos ter um panorama sobre a Robótica Educacional na Educação Matemática e perceber a variedade de materiais utilizados, estratégias de ensino, conceitos matemáticos, obstáculos e benefícios. Além disso, esse panorama contribui para professores que desejam incorporar a robótica nas aulas de matemática apresentando algumas possíveis relações entre si, como realizar essas atividades, quais materiais utilizar e quais estratégias de ensino escolher.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa de mestrado busca realizar uma adaptação do Estado da Arte mapeando os principais focos de pesquisa sobre Robótica Educacional no ensino de Matemática, a partir de teses e dissertações defendidas entre 2017 e 2020.

Neste capítulo iremos apresentar as características de uma pesquisa do tipo Estado da Arte, definir o processo realizado para determinar o *corpus* da pesquisa e explicar sobre o funcionamento do *software ATLAS.ti*¹⁰, que foi utilizado para auxiliar a análise.

3.1 ESTADO DA ARTE

O estado da arte é um tipo de pesquisa de caráter bibliográfico cujo objetivo é “inventariar e sistematizar a produção em determinada área do conhecimento” (SOARES; MACIEL, 2000, p. 9). Logo, pesquisas como esta tem a função de “mapear e de discutir uma certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares” (FERREIRA, 2002, p. 258). Mapear as produções de um campo específico pode contribuir para ter uma visão macro do que acontece nele e perceber quais são os movimentos e tendências que perpassam. Além disso, Romanowski e Ens ressaltam que

Estados da arte podem significar uma contribuição importante na constituição do campo teórico de uma área de conhecimento, pois procuram identificar os aportes significativos da construção da teoria e prática pedagógica, apontar as restrições sobre o campo em que se move a pesquisa, as suas lacunas de disseminação, identificar experiências inovadoras investigadas que apontem alternativas de solução para os problemas da prática e reconhecer as contribuições da pesquisa na constituição de propostas na área focalizada (2006, p. 36).

Para isso é necessário analisar o campo como um todo, ou seja, não apenas um tipo de produção acadêmica. Pesquisas que analisam apenas um tipo de produção acadêmica podem ser denominadas de Estado do Conhecimento (ROMANOWSKI; ENS, 2006). Dessa forma, pretende-se investigar o campo da Robótica Educacional relacionado ao ensino de matemática em diversos tipos de publicações. Os objetos da análise serão teses, dissertações, artigos de periódicos e artigos de eventos, caso contrário poderá não caracterizar devidamente o campo,

¹⁰ Escolhemos esse *software* devido a possibilidade de acesso. O *ATLAS.ti* é um *software* não gratuito, é preciso licença para o seu uso. Estamos inseridos em um programa de pós-graduação que fez a aquisição desse produto.

deixando a análise incompleta. Entretanto, é importante ressaltar que pesquisas do tipo Estado da Arte são

[...] sempre inconclusas, uma vez que não podem ser finitas (ter término), levando-se em consideração, principalmente, o movimento ininterrupto da ciência, que se vai construindo ao longo do tempo, privilegiando, ora um aspecto, ora outro, em constante movimento. E nesse interlúdio, os conceitos sofrem mutações, devido às intervenções do próprio conceito de campo e, conseqüentemente, dos autores nele inseridos (TEIXEIRA, 2006).

Assim, buscaremos realizar uma compreensão do panorama dos principais trabalhos que existem na área identificando a “amplitude, tendências teóricas, vertentes metodológicas” (SOARES; MACIEL, 2000, p. 9). Para isso, serão lidos e analisados todos os trabalhos na íntegra. Vale ressaltar, também, que

Não há indicações que determinam que um Estado da Arte necessite partir de pré-conceitos – postura que adotamos –, direcionando o olhar do investigador para um fenômeno em investigação. Tem-se, necessariamente, um foco, contudo, isso não implica uma única forma de investigá-lo. Inclusive, assumimos que adotar uma pesquisa do tipo Estado da Arte pressupondo o que irá se encontrar, estabelecendo categorias prévias de significação, pode induzir a encontrar um resultado que, às vezes, ali não está (FERREIRA, 2016, p. 114).

Nesta pesquisa não partimos de categorias pré-elaboradas, ou seja, categorias *a priori*, mas utilizamos categorias de natureza de informações técnicas, que são:

- Status: Dissertação, Tese, Artigo de Periódico ou Artigo de Evento;
- Nome do pesquisador;
- Nome do orientador;
- Título do trabalho;
- Ano da defesa;
- Instituição onde o trabalho foi realizado;
- Palavras-chave;
- Sujeitos da pesquisa: Alunos, professores, coordenação escolar e outros;
- Níveis de escolaridade dos sujeitos: Anos Iniciais, Anos Finais, Ensino Médio, Educação de Jovens e Adultos, Ensino Técnico e Ensino Superior;
- Conteúdos matemáticos explorados no trabalho;
- Temáticas;
- Abordagem metodológica da pesquisa: qualitativo ou quantitativo;

- Técnicas de coletas de dados;
- Utilização de quais recursos tecnológicos;
- Instrumentos de coleta de dados;
- Contribuições dos trabalhos para a área;
- Limitações e dificuldades apresentadas nos trabalhos.

Para compreender melhor como será abordado o trabalho iremos descrever o que se pretende com cada um desses aspectos listados acima.

Com *Status, Nome Do Pesquisador, Nome do Orientador e Título do trabalho*, pretendemos identificar quem são os pesquisadores e orientadores para, a partir disso, ter uma melhor compreensão dos principais autores da área investigando o *Currículo Lattes*¹¹ e suas respectivas publicações. Também será compreendido qual a formação acadêmica que antecede a realização do trabalho analisado, para compreender quem são esses pesquisadores. Dessa forma, poderemos compreender melhor quais são os tipos de publicações que estão sendo realizadas e quem são os principais pesquisadores.

Os aspectos referentes a *Ano da defesa, Instituição onde o trabalho foi realizado, Palavras-Chave* visam identificar onde e quando está sendo pesquisado a área da robótica no ensino de matemática, ou seja, pretendemos compreender a cronologia das publicações, identificando as principais instituições de ensino superior que produzem trabalhos na área e verificado quais são as variações para esse tema a partir das palavra-chave – caso existam.

Em “*Sujeitos da pesquisa, Conteúdos, Temas, Metodologia, Coleta de dados, Recurso tecnológico, Instrumento de coleta de dados*” serão apresentadas as características gerais dos trabalhos analisados compreendendo quem são os sujeitos da pesquisa (nível de escolaridade) e onde a pesquisa foi realizada (escola de educação básica ou instituição ensino superior nas modalidades público ou privado). Além disso, iremos apontar como os trabalhos foram conduzidos, quais conteúdos curriculares de matemática estão presentes, quais temáticas foram desenvolvidas para se trabalhar com robótica, que tipo de instrumentos tecnológicos (*hardware* e *software*) foram utilizados, como Lego Mindstorm EV3, Arduino, *Scratch*¹²; e quais os instrumentos de coleta de dados o pesquisador costuma utilizar na busca de evidenciar algum tipo de tendência que eles expõem com trabalhos sobre robótica no ensino.

¹¹ É uma plataforma online que apresenta o registro do percurso acadêmico dos pesquisadores que se tornou padrão nacional. Mais informações disponíveis em: < <http://lattes.cnpq.br/> >.

¹² O primeiro é um kit de robótica fabricado pela empresa Lego; o segundo trata-se de uma plataforma de prototipagem eletrônica com código aberto; e a terceira é uma linguagem de programação baseada em blocos desenvolvida para ensinar programação.

Por fim, faremos um estudo mais aprofundado das categorias *Contribuições dos trabalhos para a área e Limitações e dificuldades apresentadas nos trabalhos* buscando uma melhor compreensão a partir das produções componentes do *corpus*.

Dessa forma, será possível realizar uma “síntese do conhecimento produzido, evidenciando contribuições e questões ou temáticas em aberto e que demandam investigações” (GEPFPM, 2018, p. 241) a partir dos trabalhos selecionados, denominado de *corpus*, que serão apresentados no próximo tópico.

3.2 CORPUS

O *corpus* dessa pesquisa é composto por teses e dissertações produzidas no Brasil sobre Robótica Educacional na Educação Matemática. Escolhemos o Banco de Teses e Dissertações da CAPES¹³ e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)¹⁴ para encontrar esses trabalhos. Nessa busca, utilizamos os termos *robótica* e *matemática* simultaneamente que são filtrados automaticamente pela plataforma e podem constar no título do trabalho ou no resumo. Essa busca foi realizada em setembro de 2019 e delimitamos inicialmente a seleção de trabalhos defendidos até o ano de 2018.

Na Tabela 1 temos a quantidade de trabalhos encontrados, denotada pela coluna “indexadores”, e a quantidade de trabalhos selecionados para o *corpus* na segunda coluna em seus respectivos repositórios.

Tabela 1 - Quantidade de trabalhos nos repositórios online até o ano de 2018

Repositório	Indexadores	Selecionados
Banco de Teses e Dissertações da CAPES	271	61
BDTD	279	

Fonte: O Autor

A partir desses resultados percebemos que as teses e dissertações encontradas eram de áreas do conhecimento variadas, mas com essa quantidade de trabalhos foi possível realizar o levantamento de quais iriam fazer parte do *corpus* a partir de uma leitura prévia dos títulos.

¹³ Mais informações em: < <https://catalogodeteses.capes.gov.br/> >.

¹⁴ Mais informações em: < <http://bdtb.ibict.br/> >.

Caso os títulos deixassem dúvidas de que o referente trabalho se enquadraria no *corpus*, seguimos para uma leitura prévia do resumo com o objetivo de definir ou não a sua inserção. Se, mesmo com a leitura do resumo, a dúvida permanecesse, o trabalho seria adicionado no *corpus* e posteriormente no momento da análise julgaríamos novamente a sua permanência na pesquisa.

Percebemos que existe uma divergência de oito trabalhos encontrados entre os dois repositórios, e isso nos mostra a importância de verificar em ambos para um melhor levantamento do *corpus*. Para alguns trabalhos, foi necessário realizar a busca no site do programa de pós-graduação¹⁵ específico e quando não encontrado entramos em contato com o autor.

Até o respectivo momento, que antecede a análise do *corpus*, temos um total de 61 trabalhos selecionados. Para o texto de Qualificação de Mestrado, fizemos um recorte para uma primeira análise do *corpus* que corresponde a um total de 21 dissertações e 1 tese, que são referentes a trabalhos dos anos de 2017 e 2018 – denominamos este de *corpus* do Projeto Piloto.

Entretanto, após essa análise inicial, de 21 dissertações e 1 tese, correspondente ao *corpus* do Projeto Piloto, averiguou-se que 4 dissertações não se enquadram nos temas desta pesquisa e dessa forma foram descartados¹⁶. Estas foram removidas, pois não estão relacionadas com a Educação Matemática e possuem foco em: ensino de informática; ensino de robótica; ou ensino de programação.

Vale ressaltar que, quando utilizarmos a expressão “*corpus*” estaremos fazendo menção a todos os trabalhos que se enquadram nos critérios que elaboramos na nossa pesquisa e que não foram descartados após a análise

Após a Qualificação de Mestrado, decidimos ampliar o *corpus* para trabalhos defendidos até o ano de 2020. Portanto em março de 2021 realizamos uma nova busca nos mesmos repositórios online mencionados anteriormente, conforme consta na Tabela 2.

¹⁵ Isso se deve ao fato que o Banco de Teses e Dissertações da CAPES não disponibiliza a versão digital de todos os trabalhos e estes também não foram encontrados no BDTD.

¹⁶ Esses trabalhos descartados foram selecionados inicialmente para compor o *corpus*, pois não identificamos a área de concentração. Dessa forma, decidimos verificar a permanência desses trabalhos através de uma leitura na íntegra.

Tabela 2 - Quantidade de trabalhos nos repositórios online até o ano de 2020

Repositório	Indexadores	Selecionados
Banco de Teses e Dissertações da CAPES	259	71
BDTD	333	

Fonte: O Autor

Nessa nova busca encontramos 12 novos trabalhos, sendo 11 dissertações e 1 tese correspondente ao período de 2017 a 2020. Vale ressaltar que as quatro dissertações removidos anteriormente, após a leitura na íntegra para o texto de Qualificação de Mestrado, estão contabilizadas na Tabela 2 – optamos por contabilizar esses trabalhos para expor ao leitor a quantidade total de trabalhos selecionados inicialmente e posteriormente verificar quantos serão removidos. Dessa forma, temos um total de 71 trabalhos selecionados, 67 dissertações e 4 teses, defendidas entre 2005 e 2020.

Para essa pesquisa de mestrado, delimitamos como *corpus* de análise as teses e dissertações defendidas entre 2017 e 2020¹⁷. Essa pesquisa é uma adaptação do Estado da Arte porque possui um recorte temporal e entendemos que o Estado da Arte abrange a área completa sem nenhum recorte temporal. Dessa forma, justificamos o recorte temporal dessa pesquisa (adaptação do Estado da Arte) devido a existência da dissertação de mestrado profissional produzida por Braz (2019) que realizou uma metassíntese de dissertações e teses, no período de 2007 a 2017, na área do ensino e aprendizagem de matemática com robótica educacional afim de identificar na literatura suas principais contribuições. Além disso, Barbosa (2016) realizou uma revisão de literatura de teses e dissertações até o ano de 2013 sobre robótica educacional apresentando as principais possibilidades e limitações. Dado esses dois trabalhos, analisamos os dados obtidos em ambas as pesquisas e concluímos que ampliar o *corpus* da nossa pesquisa para teses e dissertações anteriores ao ano de 2017 não obteríamos novas informações que destoam das que já encontramos e que serão apresentadas nos próximos capítulos.

Assim, a segunda busca por teses e dissertações entre os anos de 2017 e 2020 resultou em 34 trabalhos. Após a análise e leitura na íntegra desses trabalhos, removemos 6 dissertações que não se enquadravam como pesquisas na área de Educação Matemática. Portanto o *corpus* dessa pesquisa é composto por 28 trabalhos, 26 dissertações e 2 teses, conforme a Tabela 3.

¹⁷ Com base na última busca realizada nos repositórios em março de 2021.

Tabela 3 - Trabalhos que compõem o *Corpus*

Tipo	Selecionados Inicialmente	<i>Corpus</i>	Total
Dissertação	34	26	28
Tese	2	2	

Fonte: O Autor

Para realizar uma adaptação do Estado da Arte sobre Robótica Educacional no ensino de matemática, a partir dos trabalhos arrolados no *corpus* apresentado, será utilizado o *software ATLAS.ti* como uma ferramenta auxiliadora desse processo.

3.3 ATLAS.TI

O *ATLAS.ti*¹⁸ é um *software* de gerenciamento de dados qualitativos (textuais, gráficos, dados, áudio e vídeo) que garante maior sistematicidade para o nosso trabalho de análise nessa pesquisa. Vale ressaltar que o *software* não realiza a interpretação dos dados, ele apenas é uma ferramenta, mas sim o pesquisador é quem realiza a análise.

Esse programa contém alguns elementos importantes para compreensão das análises futuras, são eles:

Quadro 1 - Nomenclatura de elementos do *ATLAS.ti*

Elemento	Descrição
Unidade hermenêutica (<i>Hermeneutic unit</i>)	Reúne todos os dados e os demais elementos.
Documentos primários (<i>Primary documents</i>)	São os dados primários coletados. Em geral, são transcrições de entrevistas e notas de campo e de checagem. São denominados de Px, onde x é o número de ordem.
Citações (<i>Quotes</i>)	Trechos relevantes das entrevistas que geralmente estão ligados a um código. Sua referência é formada pelo número do documento primário onde está localizada, seguido do seu número de ordem dentro do documento. Também constam da referência as linhas, inicial e final.
Códigos (<i>Codes</i>)	São os conceitos gerados pelas interpretações do pesquisador. Podem estar associados a uma citação ou a outros códigos e são indexados pelo nome. Apresentam dois números na referência; o primeiro se refere ao número de citações ligadas a ele, e o segundo, ao número de códigos. Os dois números representam, respectivamente, o grau de fundamentação (<i>groundedness</i>) e o de densidade (<i>density</i>) do código.

¹⁸ Esse *software* é disponibilizado pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT), cujo estou inserido, que pode ser acessado pelos alunos.

Notas de análise (<i>Memos</i>)	Descrevem o histórico da interpretação do pesquisador e os resultados das codificações até a elaboração final da teoria.
Esquemas (<i>Netview</i>)	São os elementos mais poderosos para exposição da teoria. São representações gráficas das associações entre os códigos (categorias e subcategorias). O tipo das relações entre os códigos é representado por símbolos.
Comentário (<i>Comment</i>)	Todos os elementos podem e devem ser comentados, principalmente os códigos, fornecendo informações sobre seu significado.

Fonte: Adaptada de Bandeira-de-Mello e Cunha (2003, p. 6)

Dessa forma, inserimos o *corpus* na unidade hermenêutica e a partir disso iniciamos o processo de leitura dos trabalhos e a codificação. Na figura abaixo é possível visualizar um exemplo de codificação, em que selecionamos um trecho do texto (*quote*), o qual está destacado, e atribuímos alguns códigos (*codes*). A codificação é um processo de conceituar os dados.

Figura 7 - Exemplo de codificação

com base nos conceitos curriculares que se pretende trabalhar; os testes e a conclusão dos projetos; a apresentação dos projetos para os colegas participante da oficina e demais convidados.

Na perspectiva exposta, considera-se oportuno salientar que, mesmo sendo um instrumento dinâmico, a robótica educacional, assim como qualquer outra tecnologia aplicada à educação, deve ser utilizada com critério e planejamento para que não ocorra um ensino tecnicista desprovido de elementos facilitadores da autonomia e, por sua vez da aprendizagem significativa.

Ao analisar os dados foi possível identificar o caráter dinâmico e integrado do sistema das atividades educativas realizadas, estando estas no contexto do curso piloto de cada escola. Estes cursos têm uma característica de aprendizagem para os

- ⚙️ aprendizagem significativa
- 📋 necessário um planejamento
- ⚙️ ensino tecnicista

Fonte: O Autor

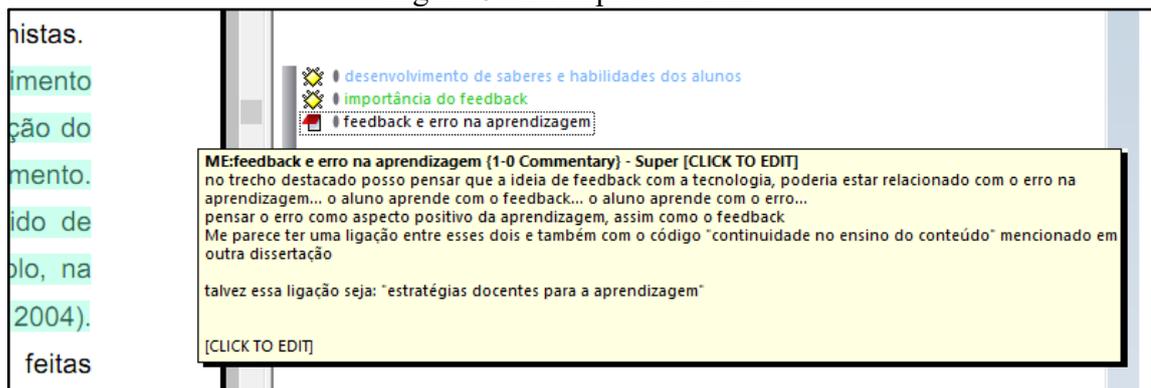
O trecho destacado é representado pela barra vertical de cor cinza do lado direito e seguido pelos seus códigos. Nessa codificação, buscamos evidenciar a partir de códigos as características do parágrafo destacado procurando resumir as principais ideias que o autor expôs. Assim, temos três códigos representados por ícones em amarelo para cada um, que são: “*aprendizagem significativa*”, “*necessário um planejamento*” e “*ensino tecnicista*”. O código “*necessário um planejamento*” destaca a essência desse texto, pois o autor ressalta que as atividades com tecnologia, em particular com a Robótica Educacional, devem ter um planejamento e não devem ser realizadas de qualquer forma. Já os códigos “*aprendizagem significativa*” e “*ensino tecnicista*” foram considerados como códigos conceituais que ajudam a entender a codificação do trecho selecionado. Esses dois últimos códigos podem demonstrar

algum outro padrão ou tendência, mas só será possível perceber isto na leitura das demais citações dos trabalhos do *corpus*.

Além disso, nesse *software* é possível destacar uma citação, que o pesquisador julga ser importante, e não atribuir nenhum código, nesse caso apenas seria possível visualizar uma barra vertical na cor cinza. Mesmo sem nenhum código, essa citação destacada pode ser facilmente encontrada futuramente durante a análise e atribuída a algum código, se necessário.

Já os Memorandos (*Memos*) constituem outro recurso interessante do *software*, pois eles servem como um tipo de “bloco de notas” ou até mesmo um “rascunho de ideias”. Seu objetivo é guardar anotações importante do pesquisador podendo estar vinculados às citações ou não haver nenhuma atribuição específica. Na figura abaixo, observa-se um exemplo de um *Memo* que está vinculado a uma citação e possui um ícone de cor branca e vermelho.

Figura 8 - Exemplo de Memo.

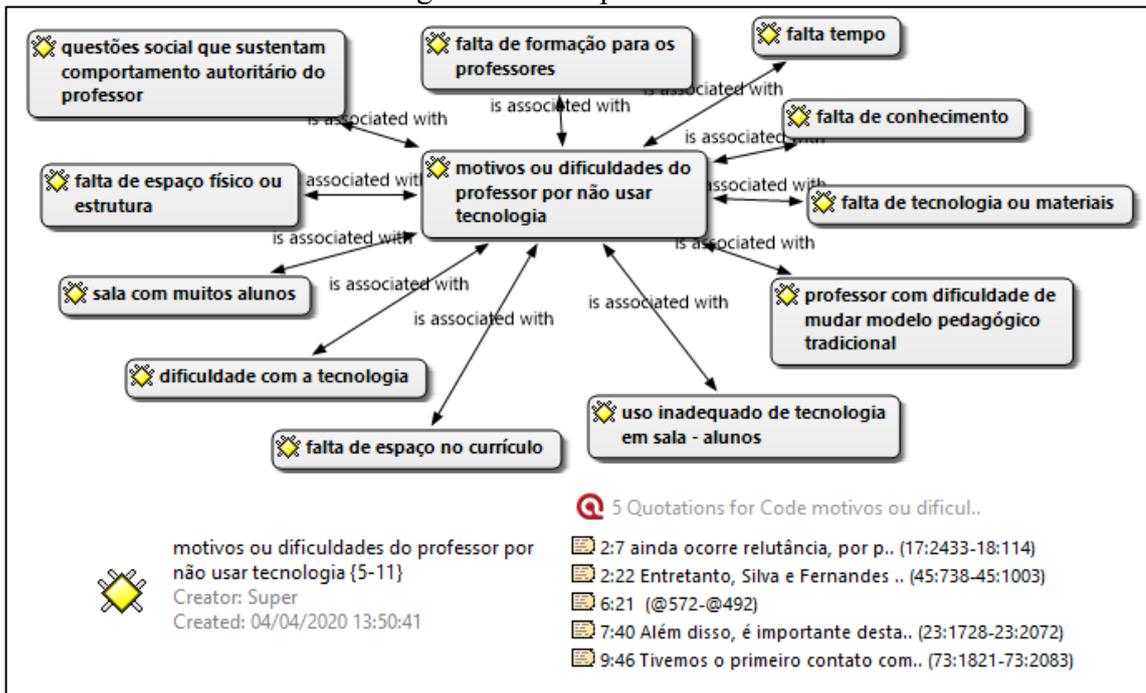


Fonte: O Autor.

O *Memo* nomeado de “*feedback e erro na aprendizagem*” apresenta abaixo uma caixa que compreende as anotações do pesquisador que, naquele momento de análise, percebeu uma possível conexão entre alguns códigos de dissertações diferentes podendo ser útil para posteriormente no momento de comparar códigos e criação das Redes.

As Redes (*Networks* ou *Netview*), são uma ferramenta muito útil no processo de análise, que será utilizado nessa pesquisa a qual possibilita ao pesquisador uma melhor compreensão, organização e sistematização de seus dados e códigos. Na figura abaixo temos um compilado de imagens que exemplifica uma rede com o código “*motivos ou dificuldades do professor por não usar tecnologia*” e quais outros códigos que se relacionam.

Figura 9 - Exemplo de Rede.



Fonte: O Autor.

Na parte inferior a direita desse compilado de imagens temos uma lista de citações onde o código “*motivos ou dificuldades do professor por não usar tecnologia*” se relaciona e do lado oposto temos esse código expresso com “4 – 9”. O primeiro número dentro da chave, refere-se a coluna “*Grounded*”, significa a quantidade de citações que estão relacionadas a esse código e o segundo número, corresponde a coluna “*Density*”, indica a quantidade de ligações que esse código tem com outros códigos. Portanto, como se percebe na figura acima, o código “*motivos ou dificuldades do professor por não usar tecnologia*” possui quatro (4) citações e está associado a nove (9) códigos.

O processo de codificação pode ser dividido em duas partes. A primeira tem o objetivo de explorar fragmentos do texto e conceituar as principais ideias, podendo ser uma codificação linha por linha ou trecho por trecho. Nesse processo buscamos utilizar inicialmente códigos que preservassem os significados das palavras dos autores. A segunda, trata-se de uma compilação de códigos a partir de uma organização sistemática, ou seja, a criação de macrocategorias e categorias que organizam os códigos e identificam os seus nexos e suas relações. Um exemplo de sistematização é o código “*motivos ou dificuldades do professor por não usar tecnologia*”, que reúne e interliga com diversos outros códigos.

O *corpus* que será analisado, foi delimitado para os seguintes trabalhos citados no quadro abaixo:

Quadro 2 - *Corpus* com identificação do *ATLAS.ti*

PD¹⁹	Autor(a)	Título	Tipo
P1	(SANTOS, 2017)	Contribuição da robótica como ferramenta pedagógica no ensino da matemática no terceiro ano do Ensino Fundamental	Mestrado Profissional
P2	(ALMEIDA, 2017)	A arte de aprender para ensinar: discutindo a capacitação de robótica com Arduino® para professores de ciências e matemática do município de Paracambi/RJ	Mestrado Profissional
P3	(AZEVEDO, 2017)	Robótica educacional dos Anos Finais do Ensino Fundamental: um estudo de caso	Mestrado Acadêmico
P4	(ALEXANDRINO, 2017)	Uma discussão sobre robótica educacional no contexto do modelo TPACK para professores que ensinam matemática.	Mestrado Profissional
P5	(MEDEIROS NETO, 2017)	Protótipo robótico de baixo custo utilizando como ferramenta para o ensino da matemática	Mestrado Profissional
P6	(OLIVEIRA, A. D. D., 2017)	Robótica nas aulas de matemática: uma perspectiva tecnológica associada ao ensino de funções	Mestrado Profissional
P7	(DELFINO, 2017)	Campeonatos de robótica na escola: constituição de um ambiente de aprendizagem	Mestrado Profissional
P8	(OLIVEIRA, R. B. D., 2017)	Conhecimento geométrico de professores do Ensino Fundamental - anos iniciais: um estudo a partir do observatório da educação	Mestrado Acadêmico
P9	(MAHMUD, 2017)	O uso de robótica educacional como motivação a aprendizagem de matemática	Mestrado Profissional
P10	(PASSOS, 2017)	Curso semipresencial de formação docente em robótica educacional para suplementação curricular de matemática para alunos com altas habilidades ou superdotação do Ensino Fundamental II	Mestrado Profissional
P11	(MAFFI, 2018)	Inserção da robótica educacional nas aulas de matemática: desafios e possibilidades	Mestrado Acadêmico
P12	(SILVA, 2018)	Pensamento computacional e a formação de conceitos matemáticos nos Anos Finais do Ensino Fundamental: uma possibilidade com kits de robótica	Mestrado Acadêmico

¹⁹ No Software *ATLAS.ti*, PD é a sigla de *Primary Documents* (Documentos Primários). Todo documento adicionado ao software recebe uma identificação com a letra "P" seguida de um número referente a ordem que foi adicionado ou organizado.

P13	(ANDRADE, 2018)	Robótica educacional: uma proposta para a Educação Básica	Mestrado Profissional
P14	(MARQUES, 2018)	Robótica no ensino da função afim para alunos da EJA baseada no construcionismo de Papert	Mestrado Profissional
P15	(GALVÃO, 2018)	Robótica educacional e o ensino de matemática: um experimento educacional em desenvolvimento no Ensino Fundamental	Mestrado Acadêmico
P16	(ARMÃO, 2018)	Uma aplicação da robótica educacional no estudo do número irracional π utilizando Lego Mindstorm EV3	Mestrado Profissional
P17	(SANTOS, 2018)	A Robótica Educacional como recurso de mobilização e explicitação de invariantes operatórios na resolução de problemas	Doutorado
P18	(MACIEL JUNIOR, 2017)	Uma proposta de estudo da autonomia docente de professores de ciências e de matemática em exercício	Mestrado Profissional
P19	(CASAGRANDE, 2017)	Função polinomial do 2º grau: uma sequência didática apoiada nas tecnologias digitais	Mestrado Profissional
P20	(SILVA, 2019)	O estudo de funções afins e seus gráficos de maneira interdisciplinar utilizando a modelagem em robótica como instrumento de aprendizagem	Mestrado Profissional
P21	(BRAZ, 2019)	A Robótica Educacional no ensino-aprendizagem da Matemática na educação básica: metassíntese qualitativa de pesquisas brasileiras entre 2007 e 2017	Mestrado Profissional
P22	(RÜEDEL, 2019)	Assimilação de conceitos relacionados a triângulos e quadriláteros através da robótica educativa	Mestrado Profissional
P23	(PAULINO, 2019)	O sentido que alunos do Ensino Médio atribuem à atividades de ensino mediadas por Robótica Educacional	Mestrado Profissional
P24	(BARBOSA, 2019)	Matemática com tecnologias: cubo de Rubik e Robótica	Mestrado Profissional
P25	(ARAGÃO, 2019)	Robótica Educativa na construção do pensamento matemático	Mestrado Profissional
P26	(ZILIO, 2020)	Robótica Educacional no Ensino Fundamental I: perspectivas e práticas voltadas para a aprendizagem da Matemática	Mestrado Acadêmico
P27	(SILVA, 2020)	Experiência com Robótica Educacional no estágio-docência: uma	Doutorado

		perspectiva inventiva para formação inicial dos professores de matemática	
P28	(PROVIN, 2020)	Interfaces da Robótica Educativa na ensinagem de alguns elementos de Geometria Plana no Ensino Fundamental	Mestrado Profissional

Fonte: O Autor.

Por fim, destacamos que esse *software* também é utilizado para “promover um espaço para a aplicação de múltiplas teorias: análise de conteúdo, análise do discurso, *grounded theory*, correntes mais fenomenológicas, etc” (BARBOSA, 2006, p. 4), porém, esse não é o caso dessa pesquisa.

4 MAPEAMENTO DO *CORPUS*

Para melhor compreender aspectos gerais das produções brasileiras sobre robótica no ensino de matemática, no primeiro subcapítulo iremos mapear e descrever algumas características técnicas de todas as dissertações e teses encontradas nos repositórios (sem a utilização de recorte temporal). Entretanto, no segundo subcapítulo, iremos apresentar características técnicas mais aprofundadas dos trabalhos do *corpus*, desta vez entre o período de 2017 e 2020, que é um recorte do universo total de trabalhos existentes, afim de ter uma noção de como andam as pesquisas no atual momento, a partir de uma leitura na integra.

4.1 DISSERTAÇÕES E TESES

Nessa sessão iremos apresentar um mapeamento de características técnica de todas as dissertações e teses existentes nos repositórios, que mencionamos anteriormente, considerando os trabalhos fora do *corpus* dessa pesquisa, para compreender melhor a área. Dessa forma, realizamos uma sistematização de todas as teses e dissertações existentes, sobre Robótica Educacional na Educação Matemática referente ao seu ano de defesa.

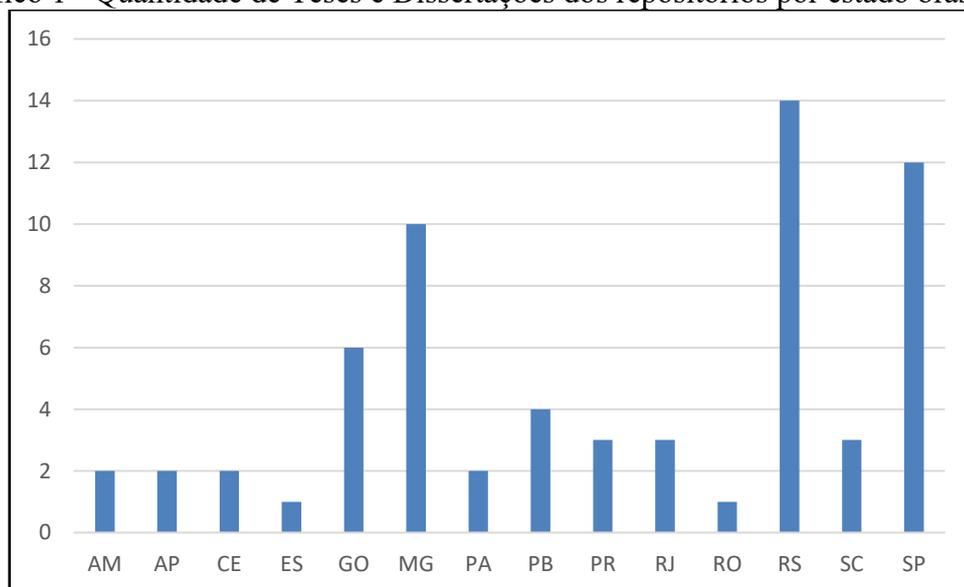
Tabela 4 - Quantidade de Teses e Dissertações defendidas por ano dos repositórios

Ano de Publicação	Quantidade
2020	3
2019	6
2018	7
2017	12
2016	6
2015	6
2014	9
2013	1
2012	2
2011	2
2010	4
2009	4
2008	0
2007	1
2006	0
2005	1

Fonte: O Autor.

A tabela confirma que nos últimos anos a produção de pesquisas, realizadas nas Instituições de Ensino Superior (IES), sobre Robótica Educacional na área de Educação Matemática vem crescendo. A partir de 2014 a quantidade de trabalho defendidos aumentou significativamente, porém nos anos entre 2018 e 2020 percebemos uma diminuição na produção desses trabalhos. Um dos possíveis motivos que pode ter ocasionado essa situação é a demora para enviar os trabalhos defendidos para os repositórios. No ano de 2020, podemos supor que a pandemia do Covid-19 possa ter dificultado a conclusão de diversos trabalhos, resultando nessa baixa quantidade de trabalhos defendidos. Por conseguinte, em busca de localizar os principais estados do Brasil que produzem essas pesquisas, evidencia-se o gráfico abaixo com a quantidade total de teses e dissertações encontradas em cada estado brasileiro:

Gráfico 1 - Quantidade de Teses e Dissertações dos repositórios por estado brasileiro

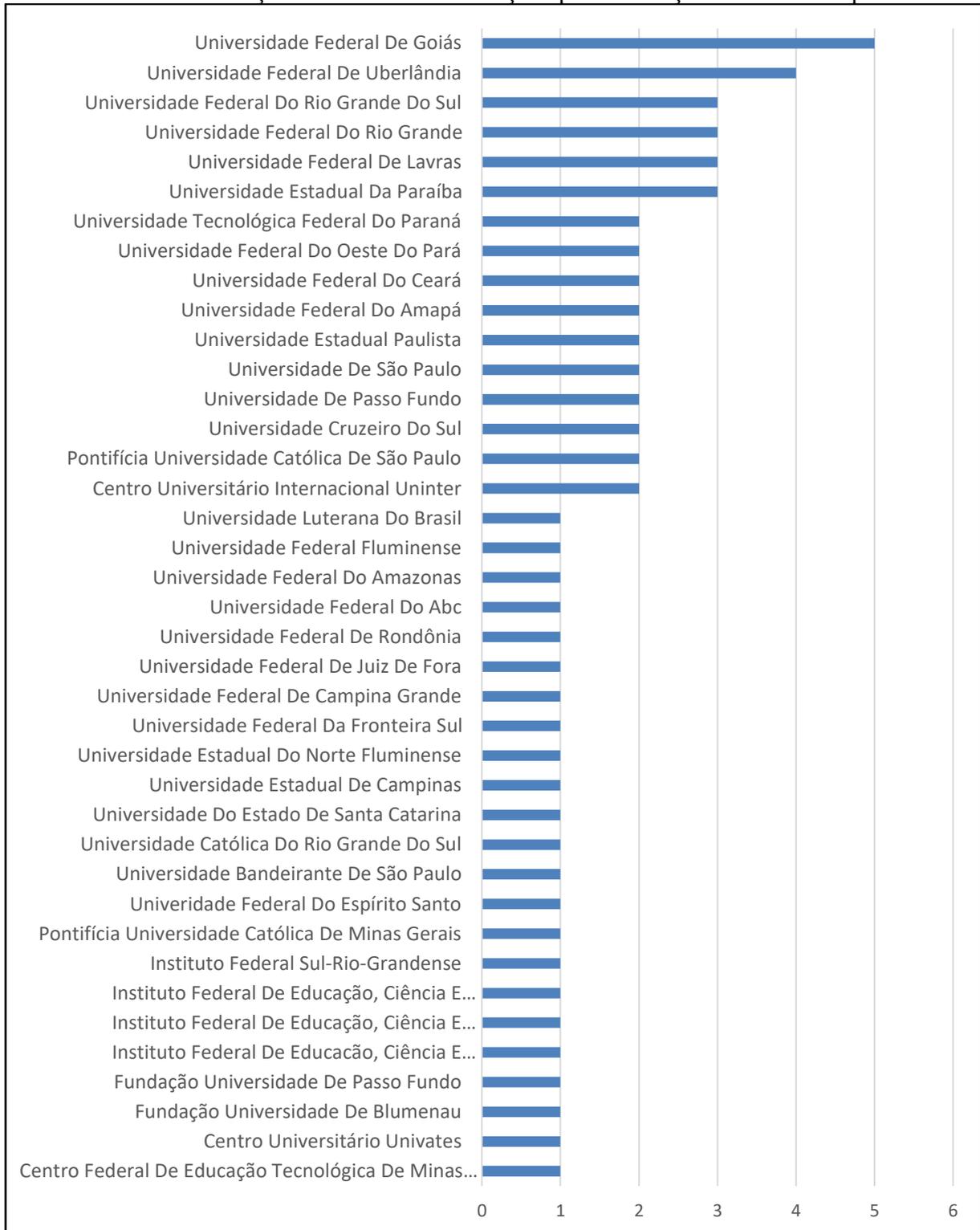


Fonte: O Autor.

A partir de todos os trabalhos existentes nos repositórios, percebemos maior quantidade de publicações nas regiões sul (20) e sudeste (26) do país totalizando quarenta e seis (46) trabalhos – mais da metade das teses e dissertações da área de Robótica Educacional na Educação Matemática. Desse total de pesquisas acadêmicas, composto por 61 dissertações e 4 teses totalizando 65 trabalhos, 31 deles são oriundos de programas de pós-graduação acadêmicos e 34 são oriundos de programas de pós-graduação profissionalizante.

Logo, com o intuito de encontrar as principais universidades que produzem esses trabalhos, elaboramos o gráfico abaixo contabilizando a quantidade de teses e dissertações com suas respectivas instituições de ensino superior.

Gráfico 2 - Produções de Teses e Dissertações por Instituição de Ensino Superior



Fonte: O Autor.

Comparando os dois gráficos anteriores, percebemos que os estados de São Paulo e Rio Grande do Sul possuem a maior quantidade de trabalhos publicados, entretanto, estes foram produzidos em diversas IES exibindo que não existe uma área de concentração específica em pesquisas desse tipo, pois o máximo de trabalhos publicados são apenas dois.

Seguindo os dados dos gráficos, observamos que os próximos estados com mais publicações são, respectivamente, Minas Gerais com dez trabalhos, Goiás com seis trabalhos e Paraíba com quatro trabalhos. Analisando esses estados, percebe-se que as instituições de ensino superior que mais se destacam em publicações são: a Universidade Federal de Goiás, com cinco dissertações; e a Universidade Federal de Uberlândia, com um total de duas dissertações e duas teses. Nessas universidades é possível perceber uma maior concentração de publicações, o que possivelmente nos leva a cogitar a existência efetivamente de grupos de pesquisa ou de pesquisadores em Robótica Educacional na área da Educação Matemática.

Para encontrar os principais pesquisadores dessa área e verificar a possibilidade de orientação interinstitucionais, elaboramos um quadro que consta no Apêndice A - que apresenta o título de todas as teses e dissertações, que compõem nosso *corpus*, com seus respectivos autores, orientadores e coorientadores²⁰.

Esse quadro apresenta o destaque dos professores Dr. Arlindo José de Souza Júnior, na Universidade Federal de Uberlândia (MG) e da Dra. Siobhan Victoria Healy, na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo e Universidade Bandeirante de São Paulo (SP), quanto ao número de orientações.

Devido à baixa quantidade de trabalhos orientados por um mesmo pesquisador, sentimos a necessidade de conhecer e investigar o currículo desses orientadores e coorientadores para verificar se eles realizam orientações de pesquisas sobre Robótica Educacional em outras áreas, para além da Educação Matemática (Exemplo: Física, Biologia, Computação e outros). A tabela abaixo explicita os principais pesquisadores do quadro anterior que orientaram ou possuem orientações em andamento²¹.

²⁰ Todos os pesquisadores desse quadro abaixo possuem um *hiperlink* para seus respectivos *Currículo Lattes* ou outra plataforma de currículo online.

²¹ Essas informações foram verificadas em maio de 2020 através do *Currículo Lattes* ou outra plataforma de currículo online.

Tabela 5 - Quantidade de orientações realizadas na área de Educação Matemática e outras

Orientador(a)	Educação Matemática		Outras áreas	
	Concluído	Em andamento	Concluído	Em andamento
Siobhan Victoria Healy	4	0	0	0
Arlindo José de Souza Júnior	4	3	0	1
Ronei Ximenes Martins	3	0	0	0
José Ricardo e Souza Mafra	2	1	0	0
Fernando Kennedy da Silva	2	0	0	0
Marcelo Henrique Stoppa	2	0	1	0
Luciano Frontino de Medeiros	2	0	3	0

Fonte: O Autor

Ao analisar os currículos dos orientadores, encontramos dissertações ou teses sobre Robótica Educacional cujos títulos não possibilitavam a distinção da área de concentração. Dessa maneira, investigamos os currículos dos autores desses trabalhos, e com a informação sobre a sua formação (graduação), preenchemos os dados da tabela acima. Além disso, percebemos que a maioria dos orientadores da área da Educação Matemática concentram as orientações na própria área.

A Robótica é uma área multidisciplinar, assim, investigamos também a formação de cada autor (orientando) citado na tabela 5 para poder compreender quem são eles. Nessa investigação, encontramos uma variedade de formações acadêmicas entre esses autores, mas dentre os 64 autores investigados, percebemos que: 44 possuem formação no curso de Matemática na modalidade Licenciatura ou Bacharelado; 6 autores possuem formação em Pedagogia; 4 autores possuem formação em Engenharia Elétrica; 4 autores possuem formação em Sistemas de Informação; 2 autores possuem formação em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas; 2 autores eram formados em Tecnologia em Redes de Computadores; 2 autores eram formados em Física e o restante possuía outras graduações variadas (de áreas da Administração, Computação, Engenharia e outros).

Portanto, dentre os 65 trabalhos mapeados, referente ao total de teses e dissertações encontradas nos repositórios, 64 autores²² que realizaram dissertação ou tese sobre robótica no ensino da Matemática, apenas 69% possuem formação em matemática e os 31% restantes, vinte e um autores, possuem uma formação em outra área, o que confirma a existência de uma variedade de pesquisadores de distintas áreas.

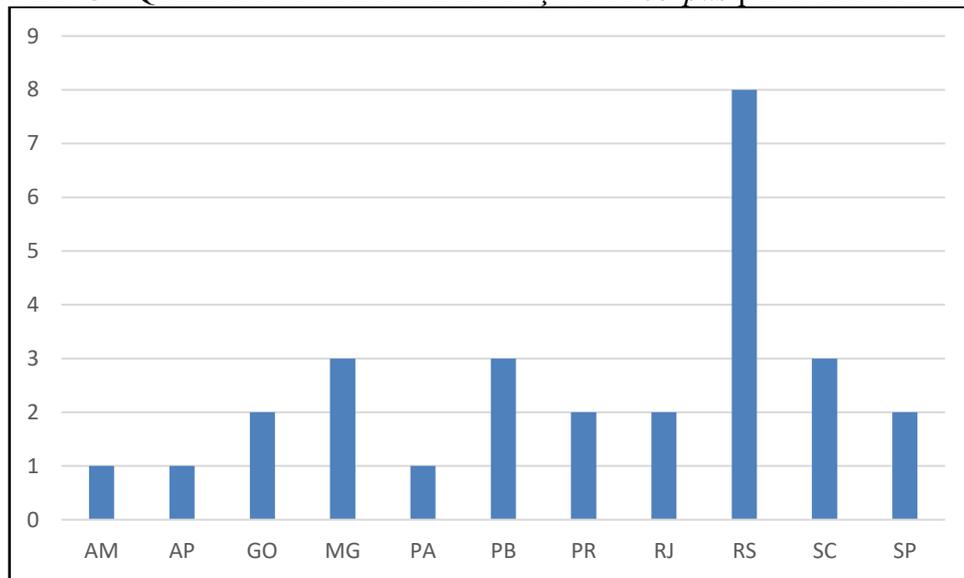
²² Contabilizamos 64 autores para 65 trabalhos, pois um desses autores elaborou uma tese e uma dissertação sobre Robótica Educacional na Educação Matemática.

Apesar dessa pesquisa ser uma adaptação do Estado da Arte, que possui um recorte temporal, decidimos realizar o mapeamento de todos os trabalhos existentes do campo para identificar os principais pesquisadores da área, a quantidade de trabalhos e as principais universidades envolvidas em pesquisas sobre Robótica Educacional na Educação Matemática.

4.1.1 *CORPUS* DA PESQUISA

Nessa sessão iremos apresentar um mapeamento de características técnica de dissertações e teses do *corpus* dessa pesquisa, ou seja, iremos analisar 28 trabalhos, correspondente a 26 dissertações e 2 teses, que foram defendidas entre o período de 2017 e 2020, conforme o gráfico abaixo.

Gráfico 3 - Quantidade de Teses e Dissertações do *corpus* por estado brasileiro



Fonte: O Autor

Desses trabalhos, é importante ressaltar que as produções de dissertações estão divididas entre 8 pesquisas oriundas de programas de pós-graduação acadêmicos e 20 de programas profissionais. Na seção anterior percebemos uma equivalência na quantidade de pesquisas acadêmicas e profissionais, mas quando observamos o recorte temporal entre 2017 e 2020, a quantidade de pesquisas oriundas de programas de pós-graduação profissional é maior. Além disso, esses trabalhos estão representando quatro regiões do Brasil, que são: três da região norte, dois da região nordeste, sete da região sudeste e treze da região sul.

Encontramos a dissertação de mestrado de Edino Ramos da Silva (2017) e com a leitura, *a priori*, do resumo, este trabalho possivelmente se enquadraria no nosso *corpus* de análise²³. Entretanto, a versão disponibilizada digitalmente estava incompleta pois o autor não autorizou a publicação. Tentamos contato com o autor através de e-mail, mas até a data de finalização deste trabalho, não conseguimos retorno. Dessa forma, a respectiva dissertação não foi incluída no *corpus* para análise.

Quanto à generalidade das metodologias utilizadas nos trabalhos, segundo os autores, das 28 pesquisas, 15 seriam qualitativas, 6 seriam quali-quantitativas, 1 seria quantitativa e em 6 trabalhos a categoria geral da metodologia não foi especificada. Dessas seis, vale a pena ressaltar que cinco não especificaram os seus procedimentos metodológicos. A tabela abaixo representa quais metodologias foram abordados nos trabalhos analisados – alguns trabalhos utilizaram duas metodologias diferentes.

Tabela 6 – Metodologia das Pesquisas

Metodologia	Quantidade Utilizada	Percentual
“Não Especificou”	7	23%
Estudo De Caso	5	17%
Pesquisa-Ação	3	10%
Experimental	2	7%
Observação Participante	2	7%
Exploratória	2	7%
Pesquisa Participante	2	7%
Sequência Didática	2	7%
Experimento De Ensino	1	3%
Análise Documental	1	3%
Intervenção Pedagógica	1	3%
Metassíntese	1	3%
Pesquisa Intervenção	1	3%

Fonte: O Autor

Os trabalhos, na maioria das vezes, apresentam mais de um instrumento de coleta de dados. Dessa forma, observa-se na tabela abaixo os instrumentos de coleta de dados mais utilizados pelos pesquisadores:

²³ Só poderíamos afirmar com total certeza se o trabalho pertenceria ao *corpus* dessa pesquisa com uma leitura na íntegra, assim como foi feito com todos os trabalhos analisados dessa pesquisa.

Tabela 7– Instrumento utilizados na coleta de dados

Instrumento De Coleta De Dados	Número De Utilizações	Percentual
Entrevista	11	18%
Questionário	10	16%
Documentos produzidos pelos alunos	9	14%
Fotos	9	14%
Gravação de áudio	6	10%
Gravação de vídeo	6	10%
Avaliação	4	7%
Diário de bordo do pesquisador	4	7%
Anotações de campo	3	4%

Fonte: O Autor

A tabela abaixo apresenta a quantidade de pesquisas que investigaram sujeitos de pesquisa específicos no ambiente escolar dividido por seu nível de escolaridade:

Tabela 8 - Sujeitos das Pesquisas e Nível de Escolaridade

Sujeito da Pesquisa	Nível de Escolaridade	Quantidade	Percentual
Alunos	Anos Iniciais do Ensino Fundamental	3	8%
	Anos Finais do Ensino Fundamental	13	35%
	Ensino Médio	5	13%
	EJA ²⁴	1	3%
Professores	Ensino Superior	13	35%
Coordenação Escolar	-	2	6%

Fonte: O Autor

Na tabela 8, consideramos os estudantes de graduação como sujeitos pertencentes ao grupo de “Professores”, pois eles estão no processo formativo e as atividades de Robótica Educacional desenvolvidas fazem parte dessa formação – seja ela uma formação inicial ou continuada. A expressão “Coordenação Escolar” refere-se a qualquer funcionário da escola, como diretor, coordenador, secretário e outros.

A partir da tabela 8, percebemos que existem poucas pesquisas sendo realizadas nos Anos Iniciais e na EJA, entretanto, a robótica não possui necessariamente uma idade mínima para se trabalhar com os alunos – existem kits e torneios de robótica²⁵ voltados para alunos dos

²⁴ Educação de Jovens e Adultos é uma modalidade de ensino criada pelo Governo Federal destinado a jovens, adultos e idosos, que não tiveram acesso à educação na escola convencional na idade apropriada.

²⁵ Um exemplo é o torneio *First Lego League Jr.* que é destinado para crianças de idade de 6 à 10 anos (FLLJR).

Anos Iniciais. Na tabela 9 é possível visualizar os principais conteúdos matemáticos abordados nas pesquisas analisadas.

Tabela 9 - Conteúdos da Matemática utilizados em atividades de Robótica Educacional

Conteúdo da Matemática	Total
Geometria	17
Funções	7
Lógica	2
Trigonometria	1
Estatística	1
Sequências	1

Fonte: O Autor

Constatamos, ao estudar as dissertações e teses, a descrição de diversas atividades com robótica que envolviam o ensino e aprendizado da matemática enfocando diversos conteúdos específicos diferentes. Dessa maneira, buscamos classificar, na tabela 9, os conteúdos de forma mais sucinta para compreender em qual grande área da Matemática as atividades de Robótica estão mais presentes e, assim, constatamos que a Geometria é a mais abordada. Outros conteúdos específicos abordados nessas atividades foram: grandezas e medidas, função afim, raciocínio lógico, conjuntos numéricos, grandezas e medidas, sistema numérico, plano cartesiano, triângulo retângulo, teorema de Pitágoras, teorema de Tales, resto da divisão euclidiana em módulo, razão e proporção, regra de três e fração. Isso mostra uma variedade e aplicabilidade da Robótica Educacional para o ensino da matemática, principalmente no campo da geometria. A origem dos estudos sobre robótica, realizado por Papert (1980; 1994), foi com o uso da geometria e o que pode explicar o motivo da maioria das pesquisas investigarem esse conteúdo.

Na tabela 10 apresentamos os nomes dos principais kits ou tecnologias utilizados ou mencionados nas pesquisas do *corpus*.

Tabela 10 - *Hardware e Software* utilizados nas pesquisas de Robótica Educacional

Tecnologia (<i>Hardware</i>)	<i>Software</i> de Programação	Quantidade
Kits Lego Mindstorms	<i>Software</i> da Lego	15
	Linguagem C	3
Arduino	“não especificou”	3
	<i>Scratch</i> for Arduino	2
	<i>Python</i>	1
Robótica Livre ou de sucata	“não especificou”	3
Kits Brink Mobil	<i>Software</i> Brink Mobil	1
Kits MakeBlock	<i>Software</i> MakeBlock	1
Robótica Atto	Ardublock	1

Fonte: O Autor

Na tabela 10, algumas pesquisas tiveram caráter investigativo das concepções dos professores ou alunos sobre a utilização de robótica, não envolvendo uma prática diretamente com projeto de robótica. Mesmo assim, foi contabilizado na tabela o kit de robótica ou material de robótica livre cuja utilização foi mencionada nessas pesquisas. Portanto, as informações referentes a essa tabela não relatam necessariamente apenas aplicações com determinados *hardwares* e *softwares*. Já as pesquisas que não realizam análises ou utilizam determinado kit de robótica ou *software* foram desconsiderados na tabela 10 – alguns trabalhos mencionavam o nome de diversos kits de robótica, mas não utilizava-os em aplicações ou realizavam qualquer tipo de investigação.

Assim, é possível perceber quais são os kits de robótica e seus respectivos *softwares* de programação mais utilizados nos trabalhos. Temos 18 menções de uso de kits de robótica não-livre e 12 de uso de materiais da robótica livre. Alguns dos materiais de robótica utilizados nessas pesquisas eram de propriedade das escolas ou emprestado de outra instituição ou ainda o pesquisador adquiria o material para realizar a pesquisa.

Algumas pesquisas utilizaram mais de um kit de robótica. Já, outras pesquisas abordaram o uso de *Scrath*, não como linguagem de programação de um robô, mas para fins de programação dentro do próprio *software* e sinalizaram a utilização da linguagem Logo. Além disso, o kit de montagem da Makeblock, mencionado na tabela 10, é baseado na plataforma Arduino e seu *software* de programação é semelhante ao *Scratch*.

Durante a leitura na íntegra desses trabalhos percebe-se que, dos 28 trabalhos, 8 propõem ou investigam a robótica como uma atividade extracurricular, 18 propõem ou investigam a robótica como uma atividade dentro da sala de aula ou da disciplina de matemática e em dois deles não foi classificado. Dessa forma, verificamos nas pesquisas que existe uma

tendência em utilizar a robótica na disciplina de matemática como um instrumento que contribuirá no processo de ensino e aprendizagem de determinados conteúdos – a característica de experimentação que a robótica possui proporciona a articulação entre teoria e prática possibilitando mais uma aplicação para os conteúdos da matemática em que os alunos podem ver e experimentar.

No Mestrado Profissional tem-se um foco voltado para o campo profissional com uma pesquisa aplicada, sendo produzida uma dissertação e um Produto Educacional. O Produto Educacional é um objeto que pode variar de acordo com a área do mestrado, ele pode ser: *software*, simulações, hiper mídias, textos didáticos para alunos, vídeos, equipamentos educacionais, textos de apoio aos professores, experimentos laboratoriais, entre outros. Nessa pesquisa, as dissertações provenientes de mestrado profissional possuem uma natureza educacional. Assim, identificamos os seguintes produtos educacionais no *corpus* listados na tabela 11:

Tabela 11 - Tipos de produto educacional

Produto Educacional	Total
Sequência de Atividades	13
Formação Docente	6
Material Didático	1

Fonte: O Autor

Os Produtos Educacionais foram classificados segundo as categorias de análises de Souza et al (2015), que são: sequência de atividades; proposta de formação docente; instrumento avaliativo; e material didático. Não encontramos nenhum trabalho na categoria instrumento avaliativo. Essas categorias possuem as seguintes características:

[...] **sequência de atividades** são aqueles que analisam ou desenvolvem e analisam, atividades de ensino que devem ser realizadas em dada sequência. Incluíram-se, nesta categoria, aqueles autodenominados: guia de práticas pedagógicas, guia de práticas didáticas, guia pedagógico, metodologia de aula, metodologia de ensino, proposta de ensino, proposta de prática pedagógica, proposta pedagógica, proposta didática, sequência didática, sequência de ensino. A segunda categoria, proposta de **formação docente**, refere-se a trabalhos que têm como sujeitos, professores ou futuros professores, e apresentam propostas de cursos de formação inicial e continuada. Já os produtos classificados como **instrumento avaliativo** apresentam propostas para avaliação da aprendizagem. Por fim, como **material didático**, classificou-se a produção que tem a finalidade de proporcionar a aprendizagem de um determinado conteúdo, bem como servir de apoio ao professor no processo de ensino-aprendizagem. Pode ser material concreto, audiovisual ou novas mídias que utilizam de tecnologia, como por exemplo, computadores e internet (SOUZA; MELO; VILELA; RIBEIRO *et al.*, 2015, p. 4-5).

Algumas dessas dissertações não especificaram no corpo do texto o produto elaborado. Portanto, a partir de uma leitura na íntegra de todos os trabalhos, optamos por inferir a categoria de produto educacional que mais se enquadravam essas dissertações.

Na tabela 12 consta informações sobre o local da realização das pesquisas do *corpus*, sendo elas aplicações práticas ou investigações com sujeitos vinculados a essas instituições de ensino.

Tabela 12 - Local da pesquisa

Local	Total
Escola Pública	15
Escola Particular	4
Escola Pública & Escola Particular	5

Fonte: O Autor

Dos vinte oito trabalhos analisados, quatro deles não fazem menção ou especificam a instituição de ensino. A partir dessa tabela percebemos uma quantidade grande de pesquisas sendo realizadas em escola pública, mesmo sendo uma instituição de ensino com dificuldades para adquirir o material de robótica.

A tabela 13 apresenta as palavras-chave usadas nos trabalhos, segundo o número de aparições.

Tabela 13 - Lista de palavras-chave

Palavra-Chave	Número de Citações
Robótica Educacional	14
Matemática	7
Robótica Educativa	4
Construcionismo	3
Educação Matemática	3
Formação de Professores	3
Tecnologia	3
Aprendizagem Matemática	2
Aprendizagem Significativa	2
Arduino	2
Ensino de Matemática	2
Escola Pública	2
Produto Educacional	2
Robótica	2
Tecnologias	2

Altas Habilidades ou Superdotação	1
Ambientes de Aprendizagem	1
aprendizagem de funções	1
Aprendizagem inventiva	1
arcos de circunferência	1
Ardublock	1
Autonomia docente	1
Autopoiese	1
Blog	1
circunferência	1
Competições de Robótica	1
Congruência entre dois números inteiros (módulo n)	1
Conhecimento Computacional	1
Cubo de Rubik	1
Educação	1
Educação Básica	1
Educação Inclusiva	1
Educação Matemática Inventiva	1
EJA	1
Enriquecimento Curricular	1
Ensinaem de elementos geométricos	1
Ensino	1
Ensino e Aprendizagem	1
Ensino Fundamental – Anos Iniciais	1
Ensino-Aprendizagem	1
Ferramenta Pedagógica	1
Formação Continuada de professores de Ciências e Matemática	1
Formação Inventiva	1
Função	1
Função afim	1
Função polinomial do 2º grau	1
Geometria plana	1
Gráfico de função afim	1

Fonte: O Autor

A partir da tabela 13, nota-se uma variedade de palavras chaves utilizadas para nomear a Robótica no ensino, dentre elas: Robótica Educacional, Robótica Pedagógica e Robótica Educativa. Essa variedade de nomes é apresentada com mais predominância no corpo dos trabalhos, mas percebe-se que o termo “Robótica Educacional” é mais utilizado nas palavras chaves e na discussão interior das pesquisas analisadas. As demais palavras-chave se restringem a utilização de algum kit de robótica, *software* de programação, *hardware*, conteúdo curricular de matemática e outros.

No próximo capítulo será abordada a análise dos dados do *corpus* com o auxílio do software *ATLAS.ti*.

5 ANÁLISE DE DADOS COM BASE NAS REDES (NETWORKS)

Nesse capítulo apresentamos as análises e as categorizações das tendências e movimentos das pesquisas acadêmicas brasileiras sobre Robótica Educacional no ensino de Matemática segundo o *corpus* por nós delimitado. Durante a realização desse processo, codificamos as informações contidas nos trabalhos, como explicado no capítulo 3, e criamos categorias e subcategorias que evidenciaram nexos e as principais informações entre os trabalhos. Nesse processo utilizaremos o *software ATLAS.ti* como instrumento de análise.

Na análise foram utilizados 28 trabalhos (*Primary Documents*), que são identificados iniciando com a letra “P” seguido de um número que indica a ordem que foi adicionado no *ATLAS.ti*. A identificação dos trabalhos pode ser conferida no Quadro 2.

Durante o processo de codificação percebemos inúmeras relações da Robótica Educacional com os alunos, os professores e a escola. A partir destas relações criamos Redes como uma forma de guiar as principais subcategorias e assim, definimos as seguintes categorias:

- Teorias que fundamentam e se relacionam com a Robótica Educacional;
- A escola e sua relação com a Robótica Educacional;
- Benefícios e Limitações da Robótica Educacional;
- O professor e sua relação com a Robótica Educacional;
- O aluno e sua relação com a Robótica Educacional.

Para compreender melhor cada uma dessas categorias, serão apresentadas, nos próximos subcapítulos, as subcategorias e as respectivas Redes que as originaram.

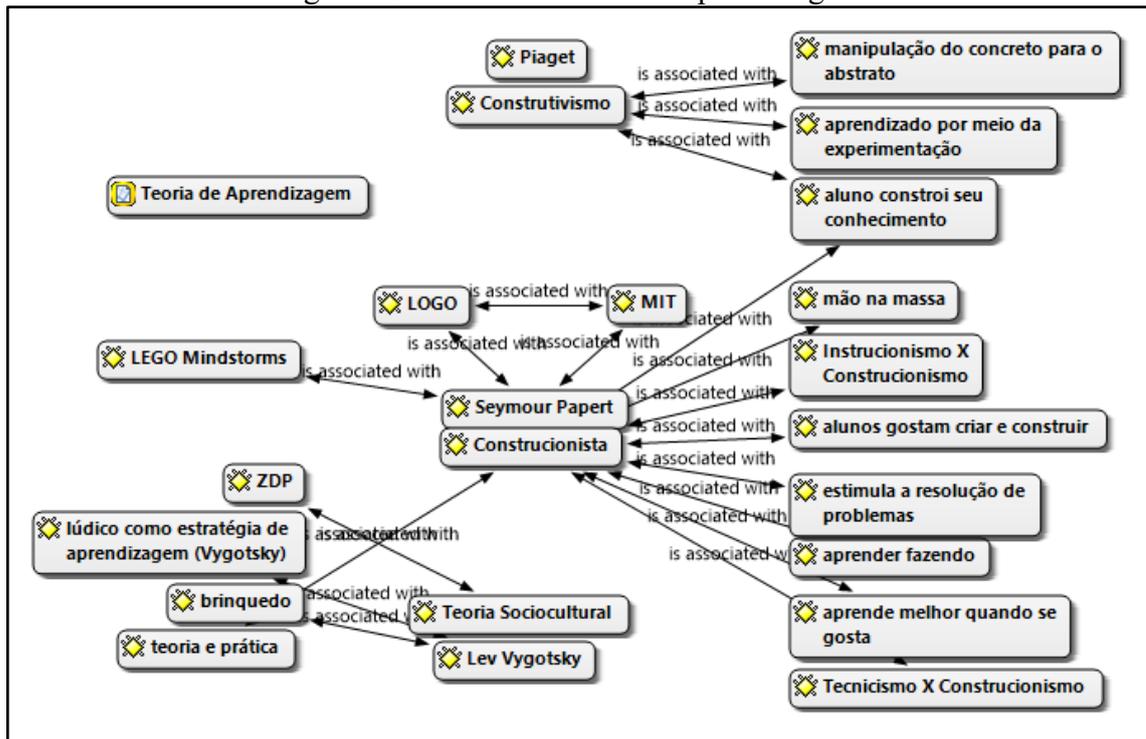
5.1 TEORIAS QUE FUNDAMENTAM E SE RELACIONAM COM A ROBÓTICA EDUCACIONAL

Destacaremos três teorias que tratam do desenvolvimento cognitivo do indivíduo – que é “um processo resultante da interação do indivíduo com o ambiente e como o conhecimento se constrói durante este” (P7, p. 34). Essas teorias estão presentes na fundamentação teórica da

maioria dos trabalhos do *corpus* e se relacionam com a Robótica Educacional, elas são: a Teoria do Construtivismo, a Teoria Sociocultural e a Teoria do Construcionismo.

Na Rede 1 (Figura 10) é apresentada, em forma de código (*Codes*), as relações entre as teorias com a Robótica Educacional. Esses códigos serão melhores explicados na sequência.

Figura 10 - Rede 1 “Teorias de aprendizagem”



Fonte: O Autor

A teoria do **construtivismo**, se faz presente nas pesquisas de P1, P2, P3, P5, P7, P8, P9, P11, P13, P14, P17, P19 e P22 (13 trabalhos de um total de 28). Esta propõe que o sujeito constrói seu próprio saber a partir da interação com o ambiente, como uma relação de troca com o meio, ou seja, trata-se de um aprender de experimentação em que o seu jeito é colocado como um agente ativo da própria aprendizagem (P9). Portanto, trata-se “[...] de como o sujeito passa de um estado de menor conhecimento para um outro de maior conhecimento, relacionando assim o desenvolvimento pessoal do indivíduo” (UCHÔA, 2003 apud P14, p. 7)²⁶.

É importante ressaltar, também, que

O cerne do construtivismo é a ideia da contínua produção do conhecimento por meio da interação que se estabelece entre os dois elementos, sujeito e objeto, no ato de conhecer, descaracterizando a ideia que ele se encontra forma absoluta no sujeito e no

²⁶ Todas as citações que possuem *apud* nessa pesquisa são colocadas em respeito aos autores que apresentaram essas leituras, mas nós temos acesso a todos esses materiais e realizamos uma leitura deles.

objeto. Dessa forma, a produção do conhecimento extrapola fatores genéticos e ambientais, alcançando também fatores culturais e emocionais, os quais contextualizam a relação sujeito-objeto (P7, p. 35).

Jean Piaget construiu essa teoria, por volta de 1920. Para ele, as habilidades do sujeito não surgem inesperadamente, pois “o intelecto desenvolve-se por partes, passando do pensamento intuitivo para o lógico.” (P13, p. 27), ou seja, do concreto ao abstrato. Segundo o autor, a experiência concreta começa com os sentidos, como o contato físico, a partir da curiosidade do ser, o que ele comenta ser uma “manipulação curiosa”. À medida que acontecem as experiências, é possível identificar conceitos ligados às semelhanças e classificações entre elas. Na sequência, conforme Piaget (P13, p. 27), “manifesta-se a capacidade de descrever, comparar, representar graficamente e, por fim, de equacionar e demonstrar.”

Desse modo, o conhecimento não resulta de um processo meramente transmissivo, mas “de vários fatores que levam a modificação das estruturas cognitivas do sujeito, que se origina na relação dele com o meio, não de um sobre o outro isoladamente, mas sim da interação de ambos” (P7, p. 35). O construtivismo, por exemplo, foi estudado por diversos autores originando novas teorias. Dentre elas, destaca-se o Construcionismo de Seymour Papert e a Teoria Sociocultural de Lev Vygotsky (P14, p. 8).

A **Teoria Sociocultural** criada por Lev Vygotsky, apresenta os conceitos de Nível de Desenvolvimento Real e Nível de Desenvolvimento Potencial, sendo que a primeira é a zona de conhecimento a qual o sujeito já possui e a segunda é a zona de conhecimentos que podem ser aprendidos a partir de uma mediação sujeito-mundo com influências socioculturais, as quais determinam o desenvolvimento de sua aprendizagem (P15). Vygotsky, no entanto, rompe essa ideia de aprendizagem linear e propõe uma aprendizagem passado-presente-futuro a qual essas duas zonas estão se articulando ao mesmo tempo gerando a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZPD). As pesquisas de P1, P3, P5, P7, P12, P13, P14 e P15 (8 trabalhos de um total de 28) fazem menção ou utilizam-se dessa teoria para fundamentar seus trabalhos relacionando com a Robótica Educacional. Nas pesquisas, percebe-se que

[...] a aprendizagem pode ser favorecida utilizando a Robótica como ferramenta pedagógica, pois o conteúdo, contextualizado com a Robótica, torna-se mais interessante, trazendo a atenção do aluno, fazendo com que o assunto abordado seja potencialmente mais significativo. Ainda nessa perspectiva, segundo Vygotsky, o professor, ao utilizar a Robótica como ferramenta pedagógica, assume o papel de mediador entre o conhecimento real e o proximal, sendo essa a facilitadora do aprendizado (P1, p. 44).

Além disso, as pesquisas abordam questões sobre brinquedo e ludicidade discutidas por Vygotsky, tornando os robôs “os novos brinquedos” que as crianças já conhecem, e, através desses brinquedos, o professor pode ensinar ao aluno algum conteúdo. Portanto, “[...] o lúdico pode ser utilizado como estratégia de aprendizado pelos professores, justamente isto é que defende Vygotsky (1988), onde ele afirma que mesmo antes de ir para a escola, a criança já aprende e se desenvolve desde os primeiros dias de vida” (P3, p. 26). Nesse contexto de ensino e Robótica Educacional, P5 afirma que essa pode despertar nos estudantes a necessidade de colocar em prática o que foi aprendido. Causando, dessa maneira, potencial interação com o mundo real. Nessa perspectiva, aponta-se duas metodologias de sustentação para a organização das “interrelações existentes entre o abstrato e o concreto: o Construtivismo (Piaget) e o Interacionismo (Vygotsky).” (P5, p. 3). Por isso, percebe-se que esses dois alicerces, que P5 evidencia ser importantes, são os mais presentes na fundamentação das pesquisas do *corpus*.

O **Construcionismo** é uma teoria criada por Seymour Papert que “[...] têm os princípios norteadores do construtivismo cognitivo de Piaget e o construtivismo interacionista de Vygotsky” (P14, p. 9). Esta é mencionada, ou utilizada na fundamentação teórica, em todas as pesquisas do *corpus* exceto em P16, P18, P20, P24 e P27 (23 trabalhos de um total de 28).

O Construcionismo postula que o aprendizado ocorre especialmente quando o aprendiz está engajado em construir um produto de significado pessoal (por exemplo, um poema, uma maquete ou um website), que possa ser mostrado a outras pessoas. Portanto, ao conceito de que se aprende melhor fazendo, o Construcionismo acrescenta: aprende-se melhor ainda quando se gosta, pensa e conversa sobre o que se faz. (MALTEMPI, 2005, p. 3 apud P4, p. 28)

Portanto, a grande inovação dessa teoria diante do Construtivismo é a “[...] valorização do papel das construções físicas como suporte das construções intelectuais. Talvez a principal diferença das duas teorias seja essa: a necessidade das construções físicas como auxílio às construções mentais” (P7, p. 42). Logo, ele “[...] visa o fazer, o ‘colocar a mão na massa’” (P1, p. 37), resolver problemas, e não um processo transmissivo de aprendizagem, mas sim, analisar “a construção ativa do conhecimento através da interação entre o sujeito, objeto de aprendizagem e os indivíduos no seu contexto sociocultural” (P14, p. 9).

Seymour Papert pode trabalhar em conjunto a Piaget por cerca de cinco anos, no Centro Internacional de Epistemologia Genética na Universidade de Genebra, Suíça (P7, p. 35). Ele defendia, em sua teoria, “[...] o uso do computador nas escolas, como um recurso atrativo para as crianças” (GOMES et al., 2010 apud P2, p. 10), pois este consistia “[...] em uma ferramenta a ser programada pelo aprendiz e não o contrário, como era posto pela perspectiva

da pedagogia tecnicista, das décadas de 1960 e 1970” (BALADELI; ALTOÉ, 2009 apud P2, p. 19) gerando autonomia intelectual e protagonismo para os alunos. Em vista disso, Papert propôs uma mudança de paradigma das escolas e professores, do Tecnicismo para o Construcionismo com auxílio de computadores e linguagem de programação (Logo).

Posteriormente, “[...] Papert firmou parceria com a empresa Lego que passou a desenvolver sistematicamente conjuntos de peças que pudessem ser utilizados em escolas e que permitissem uma conexão ao computador e a execução de movimentos programados”. (MARTINS, 2012, p. 24 apud P11, p. 22). Com a contribuição dessa teoria, a Robótica Educacional baseia-se em oportunizar ambientes de aprendizagem embasados na construção de dispositivos robóticos controlados ou autônomos. Esses dispositivos, segundo Papert (1986), possibilitam a montagem do conhecimento em diferentes áreas das ciências. Dessa maneira, conforme D’ABREU (1999); ZILLI (2004); BACAROGLO (2005) *apud* P3 (p. 21), os estudantes fazem uso desses artefatos cognitivos expandir e experimentar suas ideias e pensamentos. O que, por consequência, contribui, baseado em um elemento lúdico, no estímulo à criatividade e experimentação.

Assim, a Robótica Educacional possui uma perspectiva construcionista, pois as crianças produzem conhecimento a partir da relação delas com a prática, ou seja, através da experimentação, e essa perspectiva está presente desde sua origem com a programação da tartaruga robô e a linguagem de programação Logo (FREIMAN, 2020, p. 853).

5.2 A ESCOLA E SUA RELAÇÃO COM A ROBÓTICA EDUCACIONAL

Nessa seção, apresentaremos como são descritas e percebidas as atividades com Robótica Educacional e suas relações na escola.

5.2.1 ESCOLA E CURRÍCULO

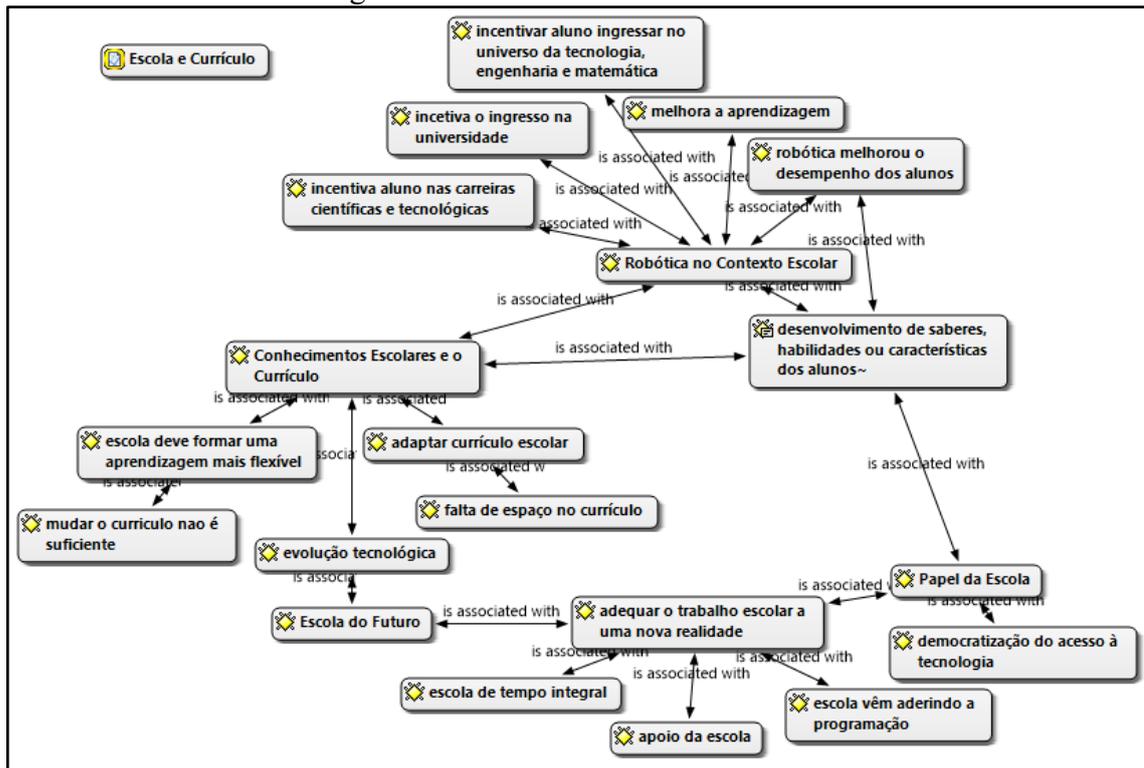
O currículo é a construção do conhecimento através de uma sistematização, é uma organização do conhecimento escolar. Para além das questões de conteúdo, o currículo envolve também as relações professor-aluno que perpassam no ambiente escolar.

De acordo com o documento “Indagações sobre currículo: currículo, conhecimento e cultura” do MEC (Ministério da Educação) deve-se ter a consciência que os “[...] currículos não são conteúdos prontos a serem passados aos alunos. São uma construção e seleção de

conhecimentos e práticas produzidas em contextos concretos e em dinâmicas sociais, políticas e culturais, intelectuais e pedagógicas” (BRASIL, 2007, p. 9)

Na Rede 2 (Figura 11) se apresenta, em forma de código, as relações entre escola e currículo com a Robótica Educacional. Esses códigos serão mais bem explicados na sequência.

Figura 11 - Rede 2 “Escola e currículo”



Fonte: O Autor

A escola é um dos cenários onde a Robótica aparece, mesmo que vista por outra perspectiva. Nesse contexto, a robótica não é entendida somente com finalidade única de produção de robôs, mas começa a se estabelecer como um tipo de “mediador no processo de ensino-aprendizagem” (P7, p. 25), o que possibilita a esse recurso tecnológico uma perspectiva pedagógica. Uma de suas várias ferramentas seria a Lego-Logo, que quando utilizada, “[...] faz com que o professor procure estabelecer conexões com os conteúdos escolares, discutindo fundamentos e construindo relações entre conceitos e a prática para resolução e problemas” (MORAES, 2010, p.19 apud P11, p. 22).

Essa nova perspectiva de ensino, utilizando a Robótica Educacional, apresenta melhoras na aprendizagem dos alunos segundo P1, P2, P6, P7, P8, P9, P11 e P24 (8 trabalhos de um total de 28). Em uma das pesquisas analisadas, a autora afirma que “uma das possíveis justificativas para tal avanço pode ser a aprendizagem significativa, [...] pois o material

utilizado (robô) foi potencialmente significativo para o aluno” (P1, p. 114). Dessa forma o aluno obtém um melhor desempenho escolar e isso pode ser observado em uma transcrição da fala de um professor: “PC2: A robótica contribui para a relação aluno-professor, e reflete positivamente na forma de pensar e agir do aluno (...). Notei que o rendimento dos alunos melhorou e tivemos um trabalho pela primeira vez aprovado e apresentado na FECTI²⁷” (P2, p. 55-56). Sua utilização perpassa para além dos rendimentos escolares e relação professor-aluno. Trata-se, também, do “desenvolvimento de saberes, habilidades ou características dos alunos”, um código muito presente nas redes que será melhor explanado posteriormente.

Vale ressaltar que a Robótica contribui para o contexto escolar podendo “[...] elevar o nível de aprendizagem das ciências exatas por parte educando, assim como incentivar os estudos para carreiras de engenharias e demais ciências exatas” (P9, p. 20-21). Com isso, instiga aos estudantes o desejo de acessar à universidade e buscar mais experiências com a robótica por perceberem esta como uma possibilidade de estudo.

Os “Conhecimentos Escolares e o Currículo” são discutidos nas pesquisas de P2, P10 e P11 (3 trabalhos de um total de 28), que propõem uma adaptação do currículo, em que a construção do mesmo é feita em conjunto, aluno e professor. Ao aluno caberia o papel de investigador e, ao professor, o papel de mediador. Para essas discussões, o robô é visto como “um elemento tecnológico que possui conceitos científicos com princípios básicos abordados em conteúdos escolares, oriundos de sua natureza transdisciplinar e, além disso, tem um caráter lúdico que trabalha a imaginação da criança” (P7, p. 25). Dessa forma, ressalta-se que

Há de se considerar que existe uma certa urgência em desenvolver práticas educativas com abordagem interdisciplinar. Historicamente, os currículos escolares têm priorizado a fragmentação do conhecimento, organizando-se por meio de disciplinas, desenvolvidas, na maioria das vezes, de forma isolada, não possibilitando assim o entendimento de que todo conhecimento é complexo (P11, p. 63)

Logo, a robótica está presente na escola como mais uma ferramenta para a aprendizagem e proporciona a interdisciplinaridade com os conteúdos curriculares devido a sua natureza transdisciplinar, articulando a teoria com a prática. Para isso, é necessário que o ambiente de ensino seja “um espaço fundamental e necessário às relações pessoais e cognitivas, que oferece condições para a construção de um currículo em perspectiva horizontal, com diálogo permanente” (P2, p. 53). Essa construção de um currículo horizontal com diálogo trata-

²⁷ Feira de Ciências do Estado do Rio de Janeiro.

se da relação professor-aluno, visto ser importante à elaboração desse currículo flexível a escola estar atenta às demandas dos alunos sem deixar de lado os papéis desempenhados pelo professor (mediador e desafiador), estudante (protagonista). Caso contrário, haverá uma

[...] passividade na construção dos saberes, por parte dos alunos, que tendem a transferir total responsabilidade de suas formações aos professores, rotulando autoridade e arbitrariedade nesses profissionais, quanto ao conteúdo e ao modo de ensino, o que mina a habilidade de opinião (FELÍCIO; OLIVEIRA, 2006 apud P2, p. 53)

Todavia, não é apenas uma mudança no currículo que vai mudar o ensino e a aprendizagem, “é necessário haver pessoal qualificado para utilizar a tecnologia; a universidade precisa preparar os educadores, capacitando-os a elaborar planos, programas e projetos; implantar sistemas e produzir *software* educacional” (OLIVEIRA, 2003, p. 99 apud P7, p. 22).

A questão de adaptar o currículo e usar a robótica também é mencionada na pesquisa de P10, que utiliza a Robótica Educacional com alunos com Altas Habilidades ou Superdotação (AH/SD) em uma formação de professores, como forma de suplementação curricular de matemática. Esta proposta, de flexibilização e adaptação, apoia-se na Resolução CNE/CEB Nº 2/2001 que objetiva “atender melhor esses alunos” (P10, p. 18).

A evolução tecnológica vem para o contexto escolar e “a inserção das tecnologias [...] podem ser uma importante ferramenta para qualificar os processos de ensino e de aprendizagem” (P11, p. 14). Além disso, os pesquisadores destacam a importância do papel da escola, de ensinar os alunos a refletir e tecer críticas, ou seja, “[...] é preciso trazer para a escola o processo de transformação social proporcionado pelas novas tecnologias, especialmente para que seja submetido a uma reflexão crítica, para que seja objeto de debate e instrumento de construção de conhecimento” (P17, p. 30-31). Como papel político e social da escola “é importante que a instituição escolar preserve seu compromisso de estimular a reflexão e a análise aprofundada e contribua para o desenvolvimento, no estudante, de uma atitude crítica em relação ao conteúdo e à multiplicidade de ofertas midiáticas e digitais” (MEC, 2017, p. 58 apud P11, p. 18).

Segundo P11, a interdisciplinaridade, junto com a contextualização, é vista, também, como o papel da escola, pois dessa forma irá “[...] abrir novas perspectivas, favorecendo um ambiente escolar que forme sujeitos ativos, criativos e mais conscientes de seu papel no mundo contemporâneo” (CASTANHA; CASTRO, 2010, p. 37 apud P11, p. 16).

Por fim, outra atribuição para a escola, percebida no *corpus*, é “[...] democratizar o acesso às tecnologias como forma de promover a inclusão sociodigital dos alunos” (P13, p. 21), mas

O problema é que, além das dificuldades de produção tecnológica e da desigualdade social brasileira, o que as escolas deveriam resolver sendo facilitadoras de acesso às novas tecnologias, pelas comunidades carentes (PRETTO, 1999); ainda ocorre relutância, por parte de muitos profissionais, em aceitarem a inserção tecnológica na prática de ensino. Alguns motivos tornam compreensíveis estes preconceitos devido a problemas diários que docentes enfrentam em sala de aula, com o mau uso da tecnologia (P2, p. 16-17).

Percebe-se que as tecnologias na escola, e em particular a Robótica Educacional, demandam diversos fatores entre currículo, professores e formação de professores. Os PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais)²⁸ reiteram que “as discussões no âmbito da Educação [...] que acontecem no Brasil e em outros países apontam a necessidade de adequar o trabalho escolar a uma nova realidade, [...]. Tais discussões têm influenciado análises e revisões nos currículos [...] no ensino fundamental” (BRASIL, 1998, p. 19 apud P3, p. 17).

Dessa forma, P7 acredita que inserir esses recursos tecnológicos ao contexto escolar é inevitável e necessário, bem como entender que “trabalhar com robótica é mais que desenvolver protótipos, é um estímulo a criatividade, é desenvolver novos hábitos que, até então, a escola pouco tem contribuído” (BARBOSA, 2011, p. 152 apud P7, p. 40).

Atualmente, esse cenário vem mudando. A exemplo disso P11 relata que “as iniciativas em relação ao ensino de programação têm crescido” (p. 78). Assim, têm aumentado a quantidade de escolas a aderirem o ensino de linguagem programação em seu currículo, ensino este que, por consequência, está vinculado à robótica educacional. Um exemplo é o Programa Mais Educação²⁹, que ofereceu, mediante a escolha da escola, projetos de robótica e assim reforçar a concepção de escola de tempo integral, já que “ambos têm condições de estimular a permanência dos alunos no contraturno oportunizando o aluno explorar as diversas funções das ferramentas utilizadas, dos métodos de aprendizagem e solução de problemas” (P7, p. 49).

²⁸ Atualmente o PCN é um documento não oficial com normas orientadoras e não obrigatórias. Este documento pode ser utilizado como orientações nos currículos, mas o documento normativo vigente atual é a BNCC.

²⁹ Esse programa teve origem a partir da Portaria Interministerial nº 17/2007 e regulamentada pelo Decreto 7.083/10, que constitui como estratégia do Ministério da Educação para indução da construção da agenda de educação integral nas redes estaduais e municipais de ensino, ampliando a jornada escolar nas escolas públicas.

Entretanto, o Programa Mais Educação vigorou entre 2007 e 2016 e atendeu prioritariamente “escolas que apresentam baixo Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), situadas em capitais e regiões metropolitanas, [...] localizadas em zonas de vulnerabilidade social” (BRASIL, 2021). Posteriormente ele foi substituído por outro programa intitulado de Novo Mais Educação. Dessa forma, para a “adequação do trabalho da escola” tem-se a criação de Políticas Públicas ou Programas de Governo, resultando em concepções de “escola em tempo integral”.

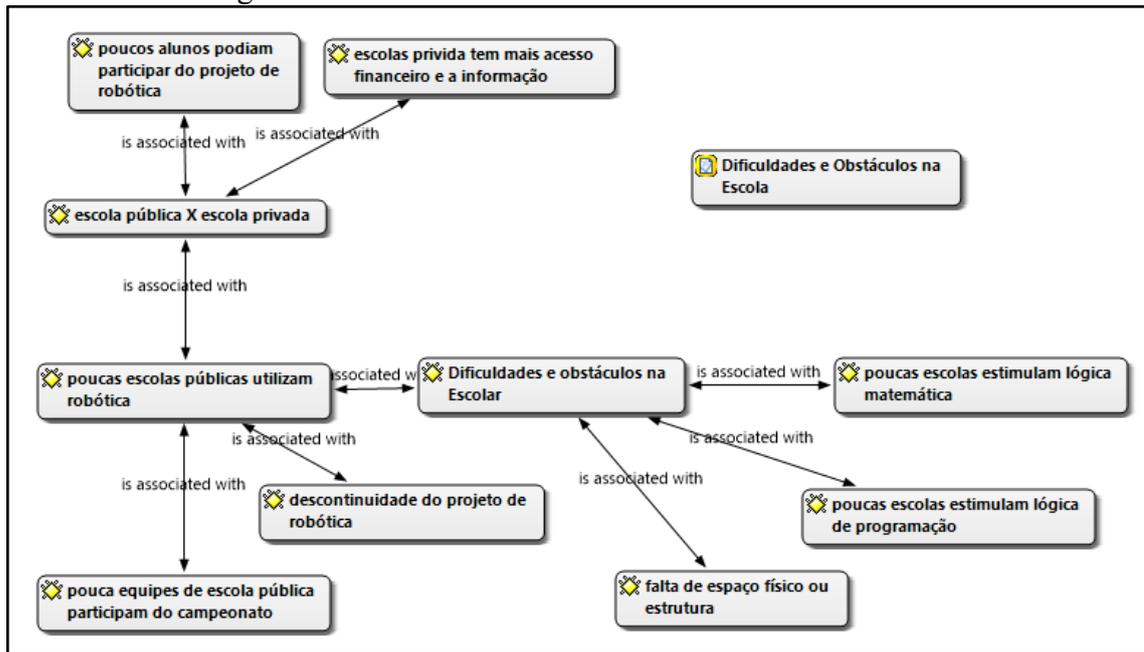
Alguns resultados, com a implementação da robótica na escola, podem ser percebidos na pesquisa de P9, em que afirma que a robótica pode motivar um melhor aprendizado. Reitera ainda que ela contribui no desenvolvimento das ciências exatas, sendo também uma maneira do estudante desenvolver a cultura da pesquisa. Para além de aprendizagem curriculares, percebe-se em um trecho de entrevista com um aluno, na pesquisa de P7, a importância do envolvimento dos pais, do instrutor, da escola e dos patrocinadores para a realização das atividades com robótica – mais especificamente nesse caso, para um Torneio de Robótica (p. 81).

Portanto, a Robótica Educacional pode proporcionar a conexão entre as disciplinas curriculares articulando teoria e prática. Para isso, percebemos que é necessária uma construção de um currículo com atividades interdisciplinares em uma perspectiva horizontal entre aluno e professor, em que o aluno possa desenvolver o protagonismo e o professor seja o mediador. Por conseguinte, é possível criar atividades que promovam maior interesse e melhor aprendizagem dos alunos. Todavia, para que isso aconteça, é necessário que as escolas possuam esse material tecnológico e os professores tenham formações continuadas para estarem preparados. Assim, faz-se necessário políticas públicas ou programas de governo que proponham formação de professores e auxiliem as escolas na aquisição desses materiais.

5.2.2 DIFICULDADES E OBSTÁCULOS NA ESCOLA

Na Rede 3 (Figura 12) tem-se uma associação de códigos que representam as dificuldades e obstáculos presentes na escola com a Robótica Educacional, segundo o *corpus*. Esses códigos serão detalhados abaixo.

Figura 12 - Rede 3 “Dificuldades e obstáculos na escola”



Fonte: O Autor

As pesquisas destacam a existência de dificuldades no uso da tecnologia aplicada ao ensino, como ajustar o tempo de uso, ter apoio da escola e pessoas qualificadas para execução do trabalho e acesso devido aos materiais. Isso faz com que as atividades ligadas às tecnologias contemporâneas sejam um desafio ao professor. Apesar das iniciativas a partir de políticas públicas de implementação de tecnologia na escola, ainda há muito a se fazer para que ocorra a devida incorporação das TIC. Algumas dessas dificuldades estavam presentes na realização das próprias pesquisas do *corpus*, em que o pesquisador constata, por exemplo, espaço físico inadequado e insuficiência de computadores para o desenvolvimento da programação dos Kits ou a falta de kits de robótica na escola (P7; P3). Como a programação do robô depende de um computador ou de um tablet, devido a necessidade do *software*, sua falta inviabiliza atividades desse tipo. Vale ressaltar que “[...] não é muito comum a inserção nas escolas de disciplinas ou atividades que estimulem a lógica matemática e a lógica para programação de computadores” (P10, p. 68).

No entanto, segundo algumas pesquisas (P9; P17), existe certa falta de estrutura ou espaço físico nas escolas, pois estas constataam a ausência, ou mal funcionamento, da internet, a “[...] falta de manutenção além de problemas internos dos laboratórios de Informática que disponibilizam poucos computadores para trabalho com muitos alunos principalmente pela falta de atualização dos programas instalados” (MODROW; SILVA, 2013, p.17 apud P17, p. 23).

Portanto, as dificuldades que permeiam na escola em relação as tecnologias também afetam o desempenho com atividades de robótica.

Atualmente, a Robótica Educacional no Brasil “não é utilizada de forma ampla e democrática, principalmente em escolas públicas, por questões de acesso aos materiais e falta de preparo por parte dos professores, mas é uma ferramenta pedagógica de grande valor para o ensino de ciências como a matemática” (P10, p. 29). A ausência das escolas públicas em torneios de robótica também é percebida na pesquisa de P7 destacando “que não é usual equipes com alunos de escolas públicas participarem das competições, visto os investimentos e a organização que esses demandam” (P7, p. 63). Além disso, na mesma pesquisa, através de uma entrevista, percebe-se desigualdades no acesso financeiro e a informação entre escolas públicas e privadas, resultando em uma disparidade na tecnologia utilizada com os robôs pelas equipes (P7, p. 63-64).

A pesquisa de P7 foi realizada em uma escola pública e a autora comenta diferença entre rede pública e privada de ensino, sendo que “nem todos os alunos da escola foram contemplados pelo projeto, enquanto nas instituições privadas, que já integraram a robótica em sua grade horária, todos os alunos têm a oportunidade de participação” (P7, p. 110). Entretanto, cabe ressaltar, não é toda escola particular que possui a robótica como uma disciplina em sua grade de horário. Em uma análise das entrevistas realizadas com duas escolas, uma pública e outra particular, na pesquisa de P9, o autor salienta que

[...] a oferta da robótica educacional ainda é limitada a um número reduzido de alunos em ambas as instituições pesquisadas e ainda não contempla turmas regulares inteiras, isto porque na escola privada a oferta é destinada através de um curso pago ofertado no contraturno e na escola pública, também é uma atividade extracurricular voltada a um público pequeno interessado (P9, p. 57-58).

Logo, mesmo as escolas particulares ofertando cursos de robótica, estes podem ficar restritos apenas a alunos que tem condição de pagar um valor além da mensalidade escolar. Porém, apesar das diferenças de infraestrutura entre as escolas públicas e particulares, não são todas as escolas particulares que possuem um curso de robótica na grade de horário, as que possuem, muitas vezes é como um projeto extracurricular.

Diante a essas dificuldades que a escola pública enfrenta para poder proporcionar um ambiente de ensino com o auxílio da robótica, evidencia-se a preocupação de P7 afirmando que

[...] uma vez que é feito o investimento em projetos, é fundamental que esse tenha continuidade, permitindo que mais crianças possam ser contempladas, oportunizando outras experiências e criando novos saberes.

Entretanto, quando não há essa continuidade, e o projeto no fim seja reduzido a um depósito dos materiais, o resultado é, além de um desperdício financeiro, a impossibilidade da concretização de sonhos, expectativas, conhecimentos e experiências. Tive esse sentimento quando retornei à escola Roxa para realizar as entrevistas com os alunos e me deparei com o laboratório de ciências da mesma maneira de quando o vimos pela primeira vez, retornando, assim, a sua função de origem. A robótica se resumiu a um espaço dentro dos armários presente no laboratório (P7, p. 109)

Portanto, além de um investimento financeiro, estrutural e material para essas atividades de robótica, é importante que exista uma manutenção do projeto que viabilize sua continuidade.

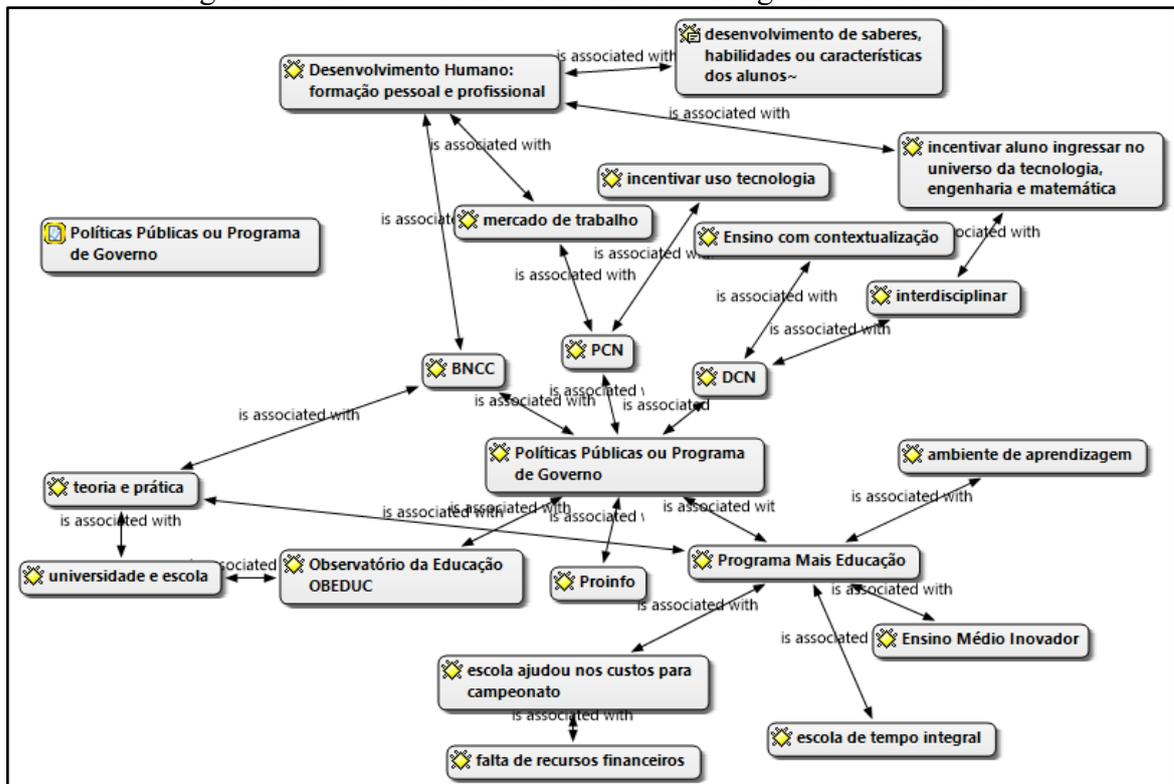
5.2.3 POLÍTICAS PÚBLICAS E DOCUMENTOS PARAMETRIZADORES DA EDUCAÇÃO

Na Rede 4 (Figura 13) tem-se uma associação de códigos sobre Políticas Públicas ou Programa de Governo relacionadas com a Robótica Educacional. Esses códigos serão detalhados abaixo e trarão a compreensão de quais pesquisas se originaram ou utilizaram dessas ações governamentais.

Os investimentos na escola pública, mencionados anteriormente, partem de políticas públicas que são programas e ações do governo que têm por objetivo, nesse caso em específico, proporcionar aos alunos o acesso à tecnologia. Segundo P17, as políticas públicas do governo federal funcionam para que o uso de tecnologias nas escolas públicas aconteça desde a década de 1990. Comenta-se que essas políticas surgem após definidas as necessidades sociais, finalidades e objetivos a serem atingidos pelo sistema educacional que possam contribuir para o desenvolvimento e melhoria do ensino e aprendizagem, tanto de alunos, quanto de professores.

Dentre elas, se pode mencionar o ProInfo, instituído em 1997, que “[...] possibilitou às escolas o acesso à tecnologia computacional. O resultado dessas políticas públicas pode ser constatado pela presença de diversos recursos tecnológicos nas escolas públicas brasileiras” (P17, p. 28).

Figura 13 - Rede 4 “Políticas Públicas ou Programa de Governo”



Fonte: O Autor

As Políticas Públicas ou Programas de Governo tendem a aparecer nas pesquisas analisadas, pois

[...] no contexto de Brasil, desde o ano de 2013, é finalidade o incentivo a carreira de exatas nas instituições de ensino superior. Para tanto, tem-se desenvolvido programas para retorno do educando a instituições no contraturno, para uma aprendizagem extracurricular focado na prática de atividades, pois o país encontra-se com um quantitativo pequeno de engenheiros existindo a necessidade urgente da preparação dos jovens para o futuro. Nesse intuito, várias medidas vêm sendo tomadas para que esse objetivo seja alcançado, dentre as quais destacam-se os Programas Mais Educação e Ensino Médio Inovador, que oportunizam várias linhas de estudos, priorizando o caráter multidisciplinar. Todavia, há uma linha de pesquisa diretamente ligada às novas tecnologias, que tendem a gerar oportunidades de aquisição de material e kits de robótica, além de contrato de pessoas especializadas na área para o treinamento do uso deste recurso (P9, p. 27-28).

A pesquisa de P7 é situada em um contexto escolar que foi beneficiado com os kits de robótica através do Programa Mais Educação. Esse programa teve origem em 2007 pelo Governo Federal, o qual ampliou a jornada escolar das escolas públicas para 7 horas diárias e oportunizou “a articulação de ambientes formais e não formais, com sua proposta de [...] tempo integral” (P7, p. 53). Dessa forma, a proposta da pesquisa mencionada anteriormente, foi analisar o ambiente de aprendizagem constituído pela preparação dos alunos para torneio de

robótica. Vale ressaltar que, apesar do investimento financeiro feito pelo programa, nem todos os custos com a aquisição do kit de robótica mais atual ou com as viagens dos alunos para os torneios são supridos, tornando assim, necessário obter fundos de outras formas (P7).

Outra ação pública, originada em 2006, que contribuiu para a difusão do conhecimento sobre robótica nas escolas, foi o Observatório da Educação (OBEDUC),

um projeto do governo federal brasileiro, financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), visando à aproximação entre as Universidades e Escolas Públicas. Surgiu em virtude da necessidade do compartilhamento de novos conhecimentos e de práticas inovadoras, integrar o que tem sido produzido na Universidade com a realidade dos sistemas públicos escolares, permitir, não somente esse diálogo, mas proporcionar garantias na constituição de grupos específicos, destinados ao desenvolvimento de pesquisas relacionando os diferentes níveis e modalidades de ensino (P8, p. 20-21).

A pesquisa de P8 ocorre em um “grupo específico” proveniente do OBEDUC investigando professores que atuam com robótica. Esses grupos, semelhantes a ideia de grupos colaborativos, buscam proporcionar um ambiente rico de conhecimento teóricos e práticos. A “participação em grupos colaborativos, como nos moldes do OBEDUC, constitui, para o professor, uma oportunidade de reflexão de sua prática pedagógica, propiciando a superação de obstáculos e proporcionando mudanças em sua prática de sala de aula” (P8, p. 22).

P21 afirma que a Robótica Educacional não está acessível para todos que queira utiliza-la devido a seu alto custo para adquiri-la, ou seja, é necessário políticas públicas que permitam implementar seu uso nas escolas.

Para fundamentar ou justificar as pesquisas, documentos como as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e Base Nacional Curricular Comum (BNCC) são utilizados em uma articulação com a Robótica Educacional. Questões relacionadas a interdisciplinaridade, contextualização, importância do uso da tecnologia e preparação para o mercado de trabalho foram mencionadas pelos documentos supracitados.

A importância da interdisciplinaridade e contextualização presente no currículo é destacada na pesquisa de P11, com auxílio do DCN, que justifica como uma forma de proporcionar “[...] a interlocução entre os diferentes campos do conhecimento e a transversalidade do conhecimento de diferentes disciplinas, bem como o estudo e o desenvolvimento de projetos referidos a temas concretos da realidade dos estudantes” (BRASIL, 2013, p. 34 apud P11, p. 64).

Para embasar a pesquisa de P3, referente ao uso de tecnologias na educação, menciona-se o PCN que tem como um de seus objetivos principais para o Ensino Fundamental, incentivar aos alunos a fazer uso de diferentes fontes de recursos tecnológicos para contribuir em sua construção do conhecimento.

Segundo P7, as tecnologias vêm trazendo novas formas de trabalho e de ensino-aprendizagem. Dessa maneira, é necessário preparar os alunos e os professores, pois,

[...] uma característica contemporânea marcante no mundo do trabalho, exigem-se trabalhadores mais criativos e versáteis, capazes de entender o processo de trabalho como um todo, dotados de autonomia e iniciativa para resolver problemas em equipe e para utilizar diferentes tecnologias e linguagens (que vão além da comunicação oral e escrita). Isso faz com que os profissionais tenham de estar num contínuo processo de formação e, portanto, aprender a aprender torna-se cada vez mais fundamental (BRASIL, 1998, p.27).

As pesquisas P11, P14, P16 e P17 fazem menção sobre a BNCC. De modo geral, essas pesquisas, evidenciam competências da BNCC³⁰ através de atividades com Robótica Educacional. Alguns exemplos dessas competências seriam: o trabalho em grupo, a autonomia, a cooperação, e outros. A BNCC, é um documento normativo direcionado para as redes de ensino, em que

[...] no campo específico da Matemática, busca aproximar a disciplina do contexto do aluno, ampliando as habilidades centradas nos estudantes e inserindo a tecnologia como meio natural de aprendizagem. Segundo o documento, as tecnologias digitais são importantes ferramentas na modelagem e na resolução de problemas matemáticos (P16, p. 13).

Uma das competências desse documento está relacionada a importância do uso de tecnologias. O aluno deverá, então,

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (MEC, 2017, p.9 apud P11, p. 18).

³⁰ Define-se as competências “[...] como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BRASIL, 2018, p. 8).

A BNCC, assim como os outros documentos, são referências para a elaboração do currículo escolar e para as propostas pedagógicas. Portanto, elas envolvem o desenvolvimento do aluno – pessoal e profissional.

Na próxima Rede, será evidenciado quais são as competências da BNCC presentes nas pesquisas com robótica educacional. Além disso, serão contempladas possibilidades e características que a robótica apresenta nas pesquisas.

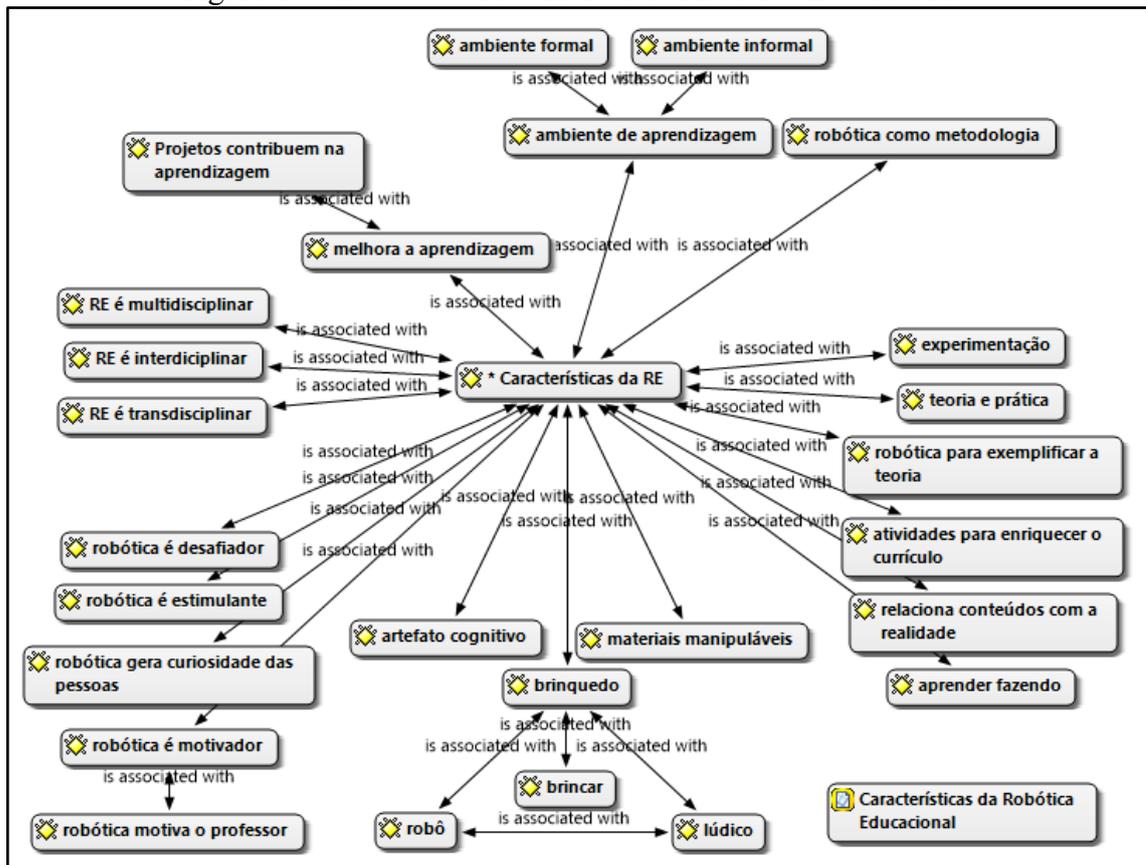
5.3 BENEFÍCIOS E LIMITAÇÕES DA ROBÓTICA EDUCACIONAL

Nessa seção, apresentaremos como são descritas e percebidas as atividades com Robótica Educacional, segundo o *corpus*. Descreveremos, por exemplo: como o robô pode ser compreendido pelo aluno e pelo professor (brinquedo, material manipulável, artefato cognitivo); quais as características metodológicas presentes nas atividades com robótica educacional (experimentação, teoria e prática, aprendizagem com erro, interdisciplinaridade e outros); quais habilidades ou competências (trabalho em equipe, autonomia, senso crítico, criatividade e outros) essas atividades podem proporcionar; e quais as limitações ou dificuldades.

5.3.1 CARACTERÍSTICAS DA ROBÓTICA EDUCACIONAL

Na Rede 5 (Figura 14) tem-se uma associação de códigos sobre as características da Robótica Educacional. Esses códigos serão detalhados abaixo.

Figura 14 - Rede 5 “Características da Robótica Educacional”

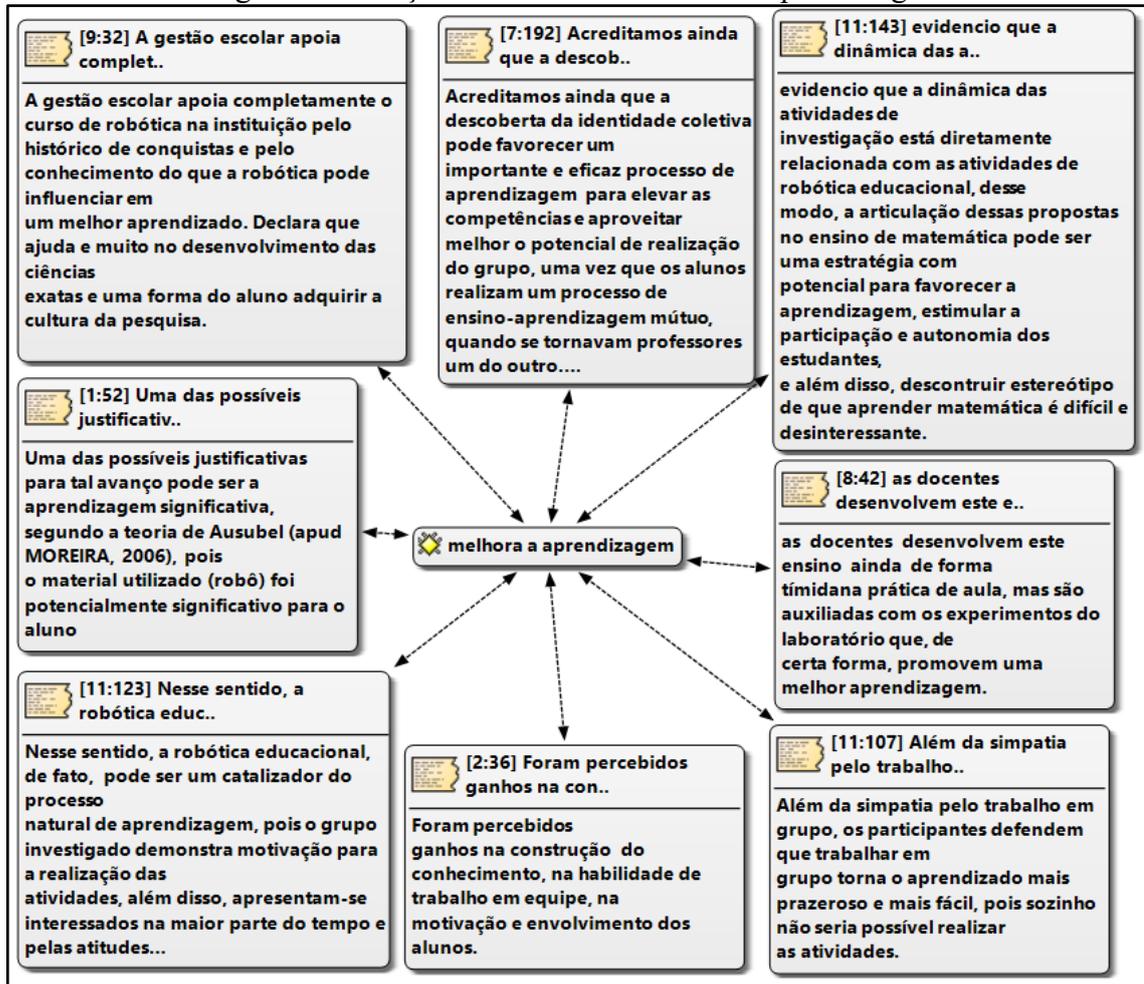


Fonte: O Autor

Como já mencionado na Rede 2 *Escola e currículo* o código *melhora a aprendizagem* aparece novamente nessa atual rede como uma das características da Robótica Educacional, conforme pode ser observado da figura³¹ abaixo (figura 15).

³¹ Os autores das citações da Figura 15 podem ser identificadas pelo primeiro número que aparece no título, ou seja, na primeira citação da esquerda temos “[9:32]”, esta corresponde a autora P9.

Figura 15- Citações referente a melhora da aprendizagem



Fonte: P1, P2, P7, P8, P9, P11

Dessas citações percebe-se uma grande ênfase de como a Robótica Educacional proporciona espaços de aprendizagem em grupos, resultando em um maior envolvimento e motivação entre os alunos. Corroborando com a ideia de envolvimento e foco dos alunos, na pesquisa de P15

A professora de Informática relata que durante o projeto de jornalismo, os alunos acabam compreendendo o português de forma mais eficaz, comparado com a sala. Ela cita que existe na sala alto índice de conversa entre os colegas, e no laboratório existe alto índice de concentração. O mesmo ocorre com o projeto de robótica, quando estão montando os protótipos, existe uma grande concentração para diminuir ao máximo a taxa de erros (P15, p. 64).

Algumas pesquisas também denominam esses espaços de *ambientes de aprendizagem*. Um ambiente de aprendizagem é entendido por Bragança et.al. (2008, apud P7) como

[...] um espaço onde determinado indivíduo está sujeito às oportunidades de aprendizagem. Contudo, o conceito extrapola a ideia de espaço físico, pois abrange o conjunto formado por sujeitos, objetos, recursos e condições, os quais interagem potencializando a construção de conhecimentos, contribuindo, assim, para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, no trabalho, na escola e no lazer (p. 52).

Este, possui “[...] um embasamento pedagógico que faça um verdadeiro diálogo entre a teoria estudada nas aulas e a prática dessas teorias” (P10, p. 21), gerando “um ambiente de aprendizagem lúdico e criativo que oportuniza ao aluno desenvolver a autonomia e a autoria, mediante a produção do conhecimento e produção coletiva” (P7, p. 111). Os autores de P1, P3, P4, P7, P8, P9, P10, P11, P13 e P14, utilizam-se do termo *ambiente de aprendizagem* para embasar suas pesquisas relacionando com a Robótica Educacional.

Assim sendo, “uso de robôs na educação, como um auxiliar do professor, pode promover um ambiente de aprendizagem onde o aluno aprende a pesquisar novos conhecimentos despertando seu potencial criativo, principalmente quanto ao aprendizado para o futuro” (SILVA et al., 2008 apud P1, p. 19-20). Vale ressaltar que, os ambientes de aprendizagem podem ser classificados em dois tipos: o ambiente formal; e o ambiente informal. Temos que,

Em um ambiente formal de aprendizagem o professor tem um papel fundamental, pois ele é o responsável pelo planejamento e preparação do ambiente e pela avaliação e certificação do processo. Ele também faz parte dos contratos assumidos entre os sujeitos que participam desse processo. Um ambiente não formal de aprendizagem posicionado no extremo da linha seria totalmente fora de um espaço escolar, onde o aprendiz (normalmente descaracterizado do papel de aluno) estivesse por vontade própria, ou até inconscientemente, aprendendo através de observação, discussão, interação com pessoas e/ou objetos e que ao final não se preocupasse em ser avaliado por aquilo que viu, ouviu e participou (BRAGANÇA et.al., 2008, p.4 apud P7, p. 53).

Portanto, ambos se complementam e se definem pelo grau de sistematização e autonomia. O trabalho de P7 é um exemplo de pesquisa que analisa um ambiente de aprendizagem constituído pela preparação e participação dos alunos nos campeonatos de robótica. Além disso, essa mesma pesquisa afirma que “o Programa Mais Educação oportuniza a articulação de ambientes formais e não formais, com sua proposta de escola em tempo integral” (P7, p. 53).

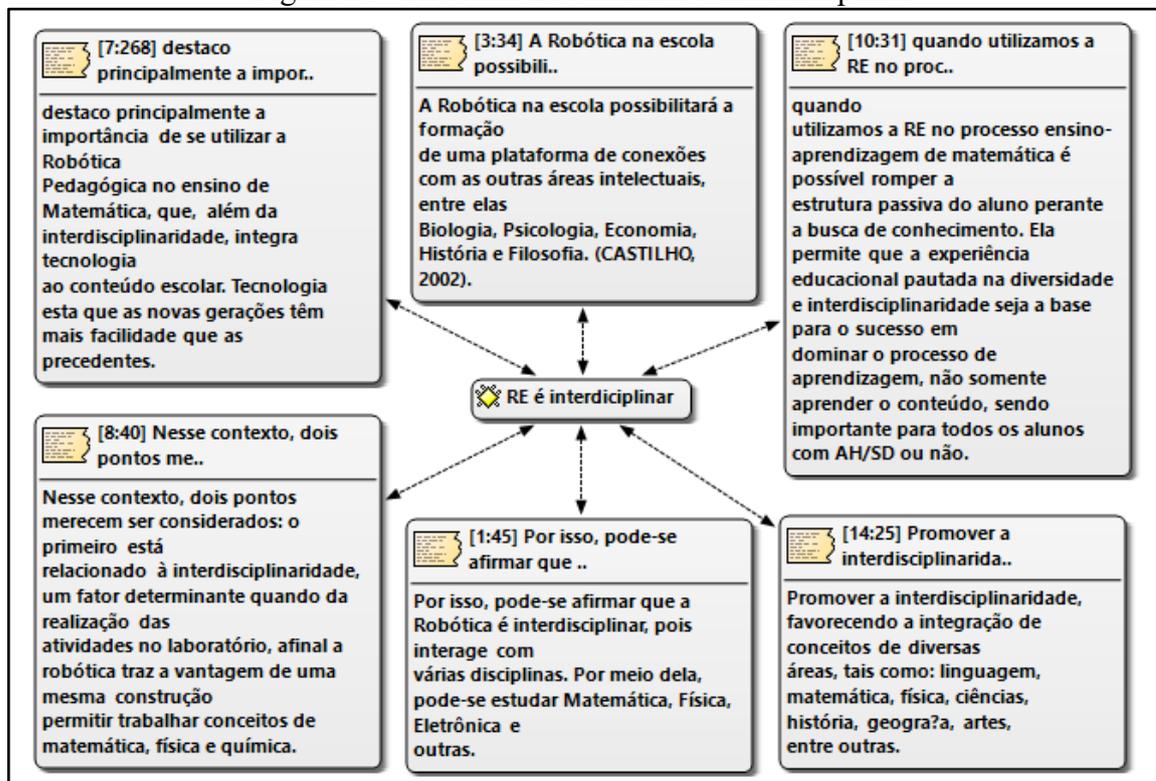
No entanto, a Robótica Educacional não é vista apenas como um ambiente de aprendizagem, pois

ora encontramos o termo Robótica Pedagógica relacionado aos dispositivos robóticos, as máquinas (ao hardware), ora relaciona-se ao espaço físico, ao laboratório ou ao ambiente de aprendizagem; e, por vezes, o termo aparece como sinônimo de Robótica Educativa, do projeto em desenvolvimento ou mesmo como a metodologia em si (CÉSAR, 2009, p.25 apud P7, p. 27)

Logo, tem-se uma variação tanto no nome, quanto na perspectiva que se pode analisar.

As atividades com Robótica Educacional proporcionam uma experiência multidisciplinar, visto que estas abrangem conceito de química, física e de matemática em sua construção. A Robótica Educacional também é caracterizada como interdisciplinar, como se percebe na figura abaixo (figura 16).

Figura 16 - Robótica Educacional é interdisciplinar



Fonte: P1, P3, P7, P8, P10, P14

Para além disso, P7 e P11 afirmam que a Robótica Educacional é transdisciplinar, ou seja, “projetos com robótica pedagógica oportunizam situações de aprendizagem pela resolução de problemas inter ou transdisciplinares, e que podem ser mais simples ou mais complexos, dependendo do nível de ensino em que for aplicado” (MILL; CÉSAR, 2009, p. 222 apud P11, p. 21). Logo, a Robótica Educacional é caracterizada, segundo o *corpus*, como multidisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar, em vista de:

Multidisciplinaridade: refere-se a reunião de várias disciplinas que, não necessariamente, analisam um mesmo objeto de estudo ou que partilham qualquer relação ou informação entre si, ou seja, um estudo segmentado que não há a preocupação de interliga-las (SILVA; TAVARES, 2005, p. 8). A exemplo disso na Robótica Educacional, tem-se a matemática (com estudo da geometria), a Física (com estudo do movimento do robô), a microeletrônica (com estudo dos componentes eletrônicos do robô) e outros;

Interdisciplinaridade: envolve disciplinas que analisam um mesmo objeto de estudo e compartilham informações e relações entre si através de um planejamento em conjunto (SILVA; TAVARES, 2005, p. 9). Um exemplo na Robótica Educacional é a Física (com estudo do movimento do robô) e a Matemática (com estudo de funções) realizando uma articulação do trajeto que o robô desempenha de acordo com o estudo de funções;

Transdisciplinaridade: é um nível de integração entre as disciplinas mais alto que a interdisciplinaridade. Nesta, o tema pesquisado passa por diversas disciplinas sem a preocupação ou delimitação para cada área, ou seja, não deve existir fronteiras entre as disciplinas (SILVA; TAVARES, 2005, p. 10).

Outra característica presente nas pesquisas é o aspecto motivador que a Robótica Educacional proporciona. Por exemplo, na pesquisa de P3 destaca-se “[...] a alegria, a empolgação e a motivação dos alunos ao se depararem com os Kits de robótica, refletindo numa vontade de compreender os aspectos envolvidos na montagem e programação dos robôs” (P3, p. 69). Essa motivação aparece também nas falas de professores que se sentem incentivados ao utilizar esse material, como no trabalho de P2 em que um professor afirma: “trabalhar com robótica nos incentiva; (...) reafirma meus conteúdos de física, porque vemos na prática acontecendo alguns fenômenos. Melhora meus valores como professor de física, muda a minha perspectiva, o meu conhecimento” (P2, p. 55). Isto se deve por ser um material manipulável e lúdico, o qual proporciona unir aprendizado e prazer (P3, p. 19). Na dissertação de P11 se menciona que “uma estratégia para motivar os estudantes, defendida por Jesus e Fini (2005, p.144) é a utilização de materiais de manipulação, como os Kits de Robótica” (P11, p. 61). P7 afirma que “o seu lado lúdico leva os alunos a aprenderem pelo desafio de dominar os recursos e construir seu próprio conhecimento. Por essa razão se configura uma forte aliada ao processo de ensino-aprendizagem da Matemática” (P7, p. 110). Portanto, a Robótica Educacional “transforma a aprendizagem em algo motivador, tornando acessível os princípios de ciência e tecnologia” (POZZEBON; FRIGO, 2013 apud P14, p. 17) a partir de sua característica de material manipulável e lúdica desafiando e motivando quem à utiliza.

O robô além de ser classificado por alguns autores como material manipulável, também é chamado, por outros autores, de brinquedo tecnológico ou brinquedo. Assim, pode-se classificar os robôs como

brinquedos educativos (jogos educativos), pois ensina, desenvolve e educa de forma prazerosa. Sendo brinquedos/jogos educativos, eles assumem: função lúdica: o brinquedo propicia diversão, prazer e até desprazer, quando escolhido voluntariamente; e função educativa: o brinquedo ensina qualquer coisa que complete o indivíduo em seu saber, seus conhecimentos e sua apreensão do mundo (BARBOSA, 2011, p.131 apud P7, p. 40).

Dessa maneira, os “benefícios do brincar devem ser reforçados no meio escolar, pois facilita o aprendizado e ativa a criatividade. Faz com que a própria criança construa seu conhecimento” (P3, p. 28).

O robô também pode ser entendido como um artefato cognitivo que os alunos utilizam para desenvolver e expressar suas próprias ideias, bem como “um objeto-para-pensar-com”, nas palavras de Papert, Valente e Bitelman (1980) citadas por P5. Por isso, os robôs podem ser classificados como brinquedos, material manipulável ou artefato cognitivo.

Na maioria das pesquisas, os autores trazem a Robótica Educacional como uma possibilitadora da relação “teoria e prática” através da experimentação, isto é,

[...] a robótica educacional é uma proposta de educação tecnológica que possibilita a aplicação e a verificação de conceitos tecnológicos e científicos, de maneira prática e divertida por meio da construção dos protótipos. Além disso, os estudantes têm a oportunidade de resolver problemas por meio de experimentos, representar e interpretar modelos físicos que descrevem fenômenos e situações da realidade (P11, p. 23).

A partir disso, temos a ideia de “aprender na prática”, a dita experimentação, que contribui para o aprendizado das teorias e possibilita uma parceria professor-aluno propiciando determinadas condições para o aluno manusear, experimentar e tirar conclusões, conseqüentemente, ocupar o papel de protagonista, pois “quando o estudante entende o significado da atividade que foi planejada e o porquê do assunto a ser estudado, torna-se mais fácil fazer relações entre conceitos e interpretar informações com criticidade” (P11, p. 58). Logo, “conhecer essas tecnologias e saber utilizá-las adequadamente pode fazer diferença na suplementação e enriquecimento curricular dos alunos” (P10, p. 68).

Por fim, apesar da Robótica Educacional possuir uma característica lúdica (P5; P7; P17; P21), a qual motiva alunos e professores a utilizá-la proporcionando um aprendizado para várias áreas do conhecimento (P1; P9), é importante destacar a reflexão de Furman que

[...] se somente a representação de situações cotidianas por meio dos robôs não garante aprendizagem, tampouco explicitar definições e os conceitos, com o intuito informativo ao introduzir a montagem, não promove o desenvolvimento de competências científicas. Sendo assim, a aprendizagem dos conceitos científicos, no decorrer de uma atividade de robótica, precisa emergir da curiosidade, do interesse, ou seja, de um processo de investigação criativa do sujeito com o objeto. “Porque o pensamento científico é um pensamento sistemático, mas, ao mesmo tempo, criativo, que requer olhar além do evidente” (FURMAN, 2009, p.12 apud P11, p. 68).

A Robótica Educacional não trata apenas de experimentações com robôs, de exemplos do cotidiano, de teoria e prática ou de “aprender fazendo”, mas, para além disso, como aspecto motivacional ao questionamento (P11). A autora reitera que

[...] é imprescindível articular a robótica educacional com uma proposta metodológica que inclua especialmente processos de investigação por meio da manipulação e exploração de um objeto concreto. Desse modo, é fundamental ir além do construir, manusear e programar um robô. É preciso que o estudante pergunte: *por quê? como? quando? de que modo?* o fenômeno ou a situação acontece, ou seja, um processo de investigação requer a superação da superficialidade (P11, p. 72).

Portanto, é necessário um bom planejamento das atividades, articulado com uma metodologia de investigação, estimulando, dessa maneira, o desenvolvimento do senso crítico e investigativo dos alunos. Caso contrário será apenas “monta, faz andar e desmonta robô”.

5.3.2 COMPETÊNCIAS QUE A ROBÓTICA EDUCACIONAL MOBILIZA

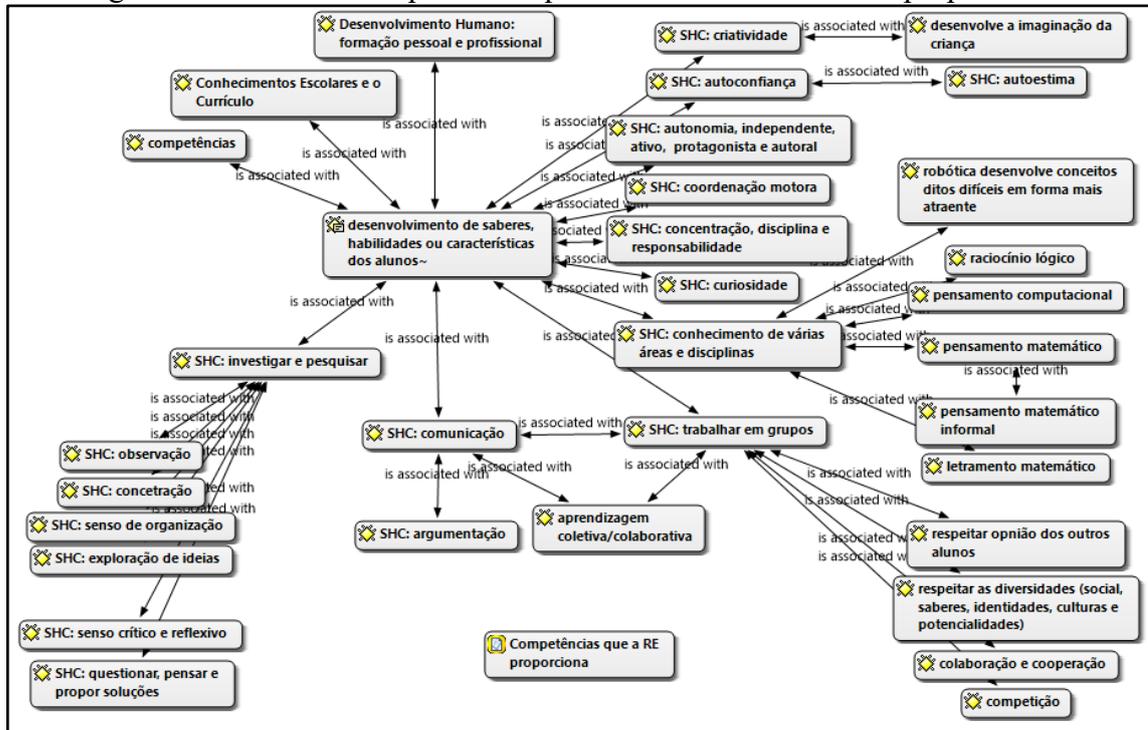
As menções feitas anteriormente referentes à “interpretação de informações com criticidade” e à “utilização da tecnologia de forma crítica” são competências mencionadas em alguns trabalhos do *corpus*.

P11 destaca que a Robótica Educacional possui diversas potencialidades, sendo elas:

a motivação dos estudantes; a resolução de problemas por meio de experimento oportunizando o desenvolvimento de competências; percepção sobre a importância dos modelos físicos que descrevem fenômenos da realidade; realização de previsões sobre o comportamento do robô, oportunizando o desenvolvimento de competências relacionadas com a abstração; desenvolvimento do espírito investigativo, trabalho em grupo, colaboração e comunicação” (P11, p. 21).

A partir disso, na Rede 6 (Figura 17) tem-se uma associação de códigos sobre as competências que a Robótica Educacional proporciona, segundo os trabalhos do *corpus*.

Figura 17 - Rede 6 “Competências que a Robótica Educacional proporciona”



Fonte: O Autor

De acordo com os trabalhos do *corpus*, percebemos diversos tipos de saberes, habilidades e características que a Robótica Educacional proporciona, que são:

- A *criatividade*: é estimulada “no momento das concepções das ideias, como durante o processo de realização dos problemas” (P5, p. 3). Também é provocada na montagem e manipulação do robô (P7, p. 58);
- A *autoconfiança* e a *autoestima*: são provenientes de trabalhos em grupos (P6, p. 40) e de momentos em que o aluno consegue construir um robô e resolver problemas (P1, p. 85);
- A *autonomia* e o *protagonismo*: é a “autossuficiência na busca e obtenção de conhecimentos” (P5, p. 2), ou seja, o aluno desempenha um papel ativo nas atividades de robótica e no processo de aprendizagem obtendo mais responsabilidades para si. P7 afirma que “[...] é importante o incentivo dos professores para os alunos tomarem decisões acerca dos métodos requisitados em

uma pesquisa educacional³²” (p. 83) ou nas demais atividades, pois “a orientação para os primeiros passos é fundamental, e o acompanhamento também, de modo que os alunos criem o hábito de pesquisar autonomamente” (P7, p. 83). Dessa forma, a autonomia pode ser mais bem estimulada com atividades em grupos (P11, p. 55);

- *A coordenação motora*: são os trabalhos manuais que se realiza na manipulação do robô e seus componentes ou com o computador (P12, P13, P24);
- *A concentração e o comprometimento*: é percebida nos alunos “quando estão montando os protótipos [...] para diminuir ao máximo a taxa de erros” (P15, p. 64) ou realizando outras atividades relacionadas a robótica;
- *A curiosidade*: pode ocorrer devido a robótica estar relacionada com as tecnologias, causando interesse nos alunos (P2, p. 56);
- *O conhecimento específico*: é o aprendizado de saberes de diversas áreas do conhecimento (disciplinas como: Matemática, Física, Português e outros), devido a sua característica interdisciplinar, que pode ser produzido através de projetos envolvendo robôs. Nessa aprendizagem, é possível explorar conhecimentos sobre eletrônica, programação, raciocínio lógico, pensamento computacional, pensamento matemático, letramento matemático e outros. Além disso, é possível também trabalhar a formulação do pensamento matemático informal para o formal com o auxílio da Robótica Educacional realizando a construção de conceitos (P7, p. 106). Logo, é possível desenvolver os conceitos de difícil transmissão e entendimento de forma mais fácil (P2; P4);
- *O trabalho em grupo*: é muito presente em atividades com a Robótica Educacional. Ele explora o respeito a diversas opiniões, saberes e culturas possibilitando uma troca de ideia entre os alunos. É comum o surgimento da competitividade entre os alunos, em que um grupo deseja se destacar mais que o outro (P12, p. 235), porém é possível contornar esse sentimento de rivalidade para que haja cooperação mediante a proposta de trabalho (P6, p. 54) ou de acordo com as intervenções realizadas por parte do professor. Assim, essas atividades com robótica, possibilitam a compreensão de “coletivo” e do trabalho colaborativo (P7,

³² Nesse contexto, o autor menciona o termo ‘pesquisa educacional’ que pode ser compreendida, também, como um projeto escrito realizado pelos alunos sendo uma das avaliações em um Torneio de Robótica – semelhante ao Projeto de Inovação, mencionado na introdução do nosso trabalho.

p. 72-74), pois “trabalhar em grupo torna o aprendizado mais prazeroso e mais fácil” (P11, p. 56);

- A *comunicação*: é essencial nas atividades com robótica, que geralmente são realizadas em grupos, pois permite que o aluno “verbalize seus conhecimentos, e seja capaz de argumentar e contra-argumentar (POZZEBON; FRIGO, 2013 apud P14, p. 17), ou seja, permite o desenvolvimento da maturidade dos alunos de articular e expor suas ideias (P7, p. 94). Através do trabalho em grupo é possível a descoberta de identidade coletiva dos alunos de modo que potencialize o processo de ensino-aprendizagem e eles se tornem professores um dos outros (P7, p. 78);
- A *investigação e a pesquisa*: aparecem nas atividades com Robótica Educacional como uma exploração de ideias, pois nesses espaços, como um Laboratório de Robótica, acontece “o compartilhamento de diferentes estratégias, desencadeiam ideias criativas e fomentam a resolução de problemas, possibilitando a exploração de várias respostas a um mesmo questionamento e não a uma única solução” (P8, p. 47). Espaços proporcionam um incentivo a investigação científica “estimulando a capacidade de pensar e encontrar soluções aos desafios propostos” (P9, p. 56). O estímulo a essas atividades contribui para o desenvolvimento do senso de organização, observação e concentração;
- O *senso crítico e reflexivo*: pode ser desenvolvido nas atividades de robótica que os alunos realizam, permitindo explorarem e questionarem o que estão pesquisando, ou aprendendo, relacionando com seu dia a dia e suas vivências. P11 afirma que a Robótica Educacional proporciona o “aprender fazendo”, mas ressalta que é preciso ir além de uma representação ou observação de um fenômeno do cotidiano, pois isto não garante a aprendizagem (P11, p. 72).

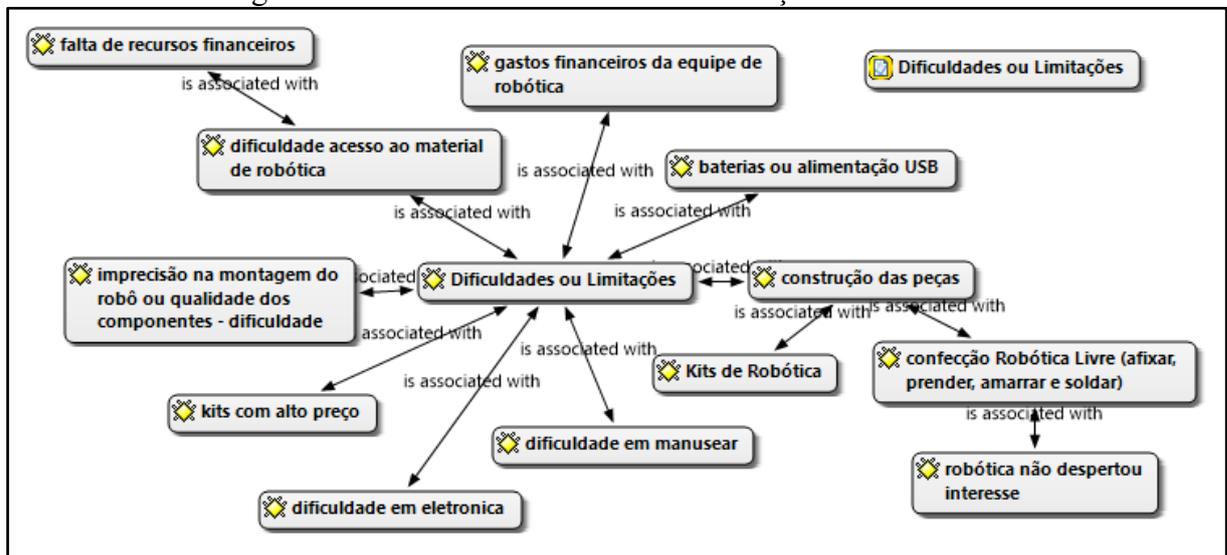
As competências supracitadas são percebidas em atividades com Robótica Educacional e mencionadas nos trabalhos do *corpus*. Essas atividades promovem a interlocução com diversas áreas do conhecimento potencializando habilidades e aprendizagem dos alunos.

5.3.3 LIMITAÇÕES E DIFICULDADES COM O MATERIAL DE ROBÓTICA

A Robótica Educacional pode proporcionar aprendizagens de diversas áreas do conhecimento e desenvolver algumas habilidades (competências), como mencionadas anteriormente, mas existem algumas limitações ou dificuldades presentes nessas atividades, que serão exploradas nessa seção.

Na Rede 7 (Figura 18), ilustrada abaixo, tem-se uma associação de códigos sobre as limitações ou dificuldades que o material da Robótica Educacional pode proporcionar, segundo os trabalhos do *corpus*.

Figura 18 - Rede 7 “Dificuldades ou limitações do material”



Fonte: O Autor

A utilização dos materiais de robótica nas escolas pode ser, em algumas situações, inviável, pois estes geralmente possuem um custo financeiro relativamente alto para aquisição, principalmente quando trata-se de Kits de Robótica³³. As pesquisas de P3, P7, P9 e P17 relatam essa dificuldade de se obter o material de robótica. Como forma de contornar esse problema, algumas pesquisas relatam ter realizado um empréstimo desses kits através de outras instituições, obtido apoio financeiro do governo através do Programa Mais Educação, ou até mesmo o próprio pesquisador ter realizado a compra do material.

Na pesquisa de P7, relata-se outro obstáculo financeiro envolvendo a Robótica Educacional, que são as despesas relacionadas à participação dos alunos em Campeonatos de Robótica, como transporte, comida, diária do quarto de hotel, taxa de inscrição no torneio e outros. Contudo, os alunos dessa pesquisa “[...] tiveram a oportunidade de participar de suas

³³ Materiais de sucata, da Robótica Livre, podem ser uma alternativa com melhor custo financeiro, porém o material possui características diferentes dos Kits de Robótica.

competições graças aos investimentos que foram feitos através de patrocínios” (P7, p. 70) e da venda de rifas.

O uso de materiais da Robótica Livre, sucata eletrônica e *hardware* e *software* livre, é uma solução para os obstáculos financeiros que as escolas podem ter para essas atividades. Entretanto, em relação aos alunos, “[...] afixar, prender, amarrar e, principalmente, soldar, pode fazer com que nem todos se sintam confortáveis no desempenho desta atividade, já que as montagens exigem mais no trabalho de confecção” (P7, p. 56). O trabalho de manufatura na robótica livre ou na robótica não-livre, pode ser prazeroso para alguns alunos, mas não tão interessante para outros.

A manipulação das peças do material de robótica pode ser difícil para quem a utiliza em um primeiro contato, pois estas possuem um tamanho pequeno e detalhes minúsculos em sua construção, podendo tornar a atividade laboriosa, como é relatado na pesquisa de P13 (p. 47). Entretanto, essa experiência pode variar de acordo com o kit de robótica ou o material que é utilizado. A qualidade do componente eletrônico ou mecânico é uma outra limitação presente no material da robótica, resultando em um mau alinhamento no robô ou até realizar sua movimentação ou função de forma não desejada (P22, p. 62; P28, p. 101).

A bateria conectada ao robô pode ser outra questão limitadora em suas ações, pois caso ela não esteja totalmente carregada pode resultar em performances diferentes de um robô que está conectado diretamente a um cabo de energia, ou seja, a programação necessária para esses dois tipos de robôs serão diferentes para que desempenhem o mesmo papel – devido à falta de potência (P22, p. 62-63).

Vale ressaltar também que, para além desse trabalho de manipular e confeccionar, atividades com o material da Robótica Livre exigem um determinado conhecimento em eletrônica, como P17 percebe em sua pesquisa (p. 73). Já a o material da Robótica Não-Livre, ou seja, os Kits de Robótica, possuem seus componentes com uma estética mais organizada e pode exigir um nível de conhecimento menor em eletrônica, devido a forma de construção e composição que é produzido o material, facilitando o processo de montagem.

Portanto, a dificuldade no manuseio dos pequenos componentes de robótica, a falta de recursos financeiros e a necessidade de um conhecimento em eletrônica para o uso dos materiais da Robótica Livre, são algumas das dificuldades ou limitações que envolvem o material utilizado nas pesquisas.

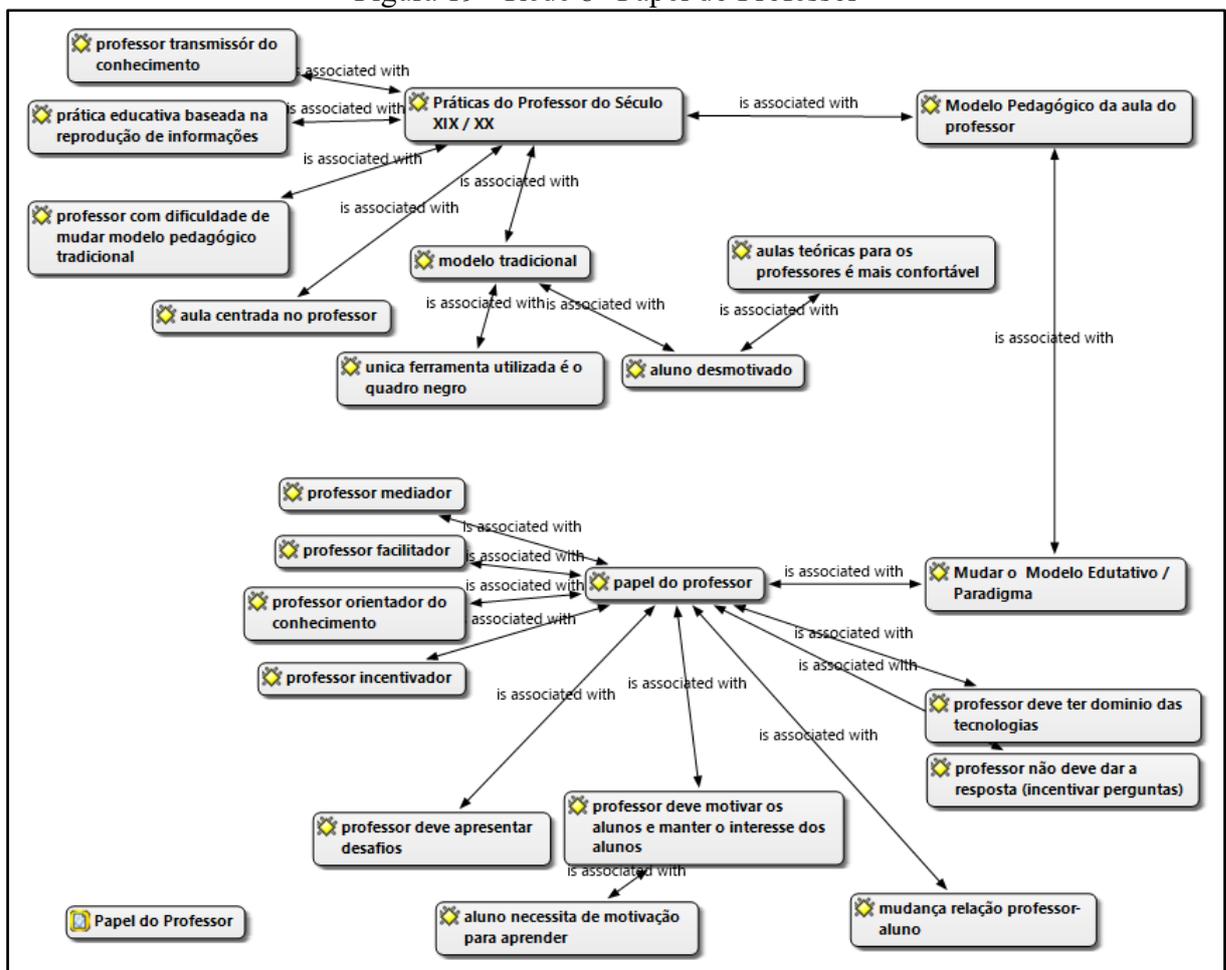
5.4 O PROFESSOR E SUA RELAÇÃO COM A ROBÓTICA EDUCACIONAL

Nessa seção, apresentaremos as principais questões sobre a relação do professor com a Robótica Educacional, segundo o *corpus*.

5.4.1 PAPEL DO PROFESSOR

Um dos papéis do professor, mencionado no *corpus*, está relacionado ao modelo pedagógico de sua aula e este é um cenário que necessita de mudanças segundo o *corpus*. Na Figura 19 (Rede 8) temos uma associação de códigos referente ao Papel do Professor.

Figura 19 - Rede 8 “Papel do Professor”



Fonte: O Autor

Becker (2008) aponta a existência de três modelos pedagógicos diferentes para representar a relação ensino e aprendizagem na sala de aula, são eles:

Modelo Diretivo: “o professor acredita que o conhecimento pode ser transmitido e o estudante é uma tábula rasa frente a cada conteúdo estudado em aula. Nessa concepção, o estudante submete-se à fala do professor, fica em silêncio e reproduz o que lhe foi transmitido” (BECKER, 2008 apud P11, p. 30).

Modelo Não Diretivo: “o professor tem papel de auxiliar, de facilitador e deve interferir o mínimo possível, somente para ajudar a despertar o conhecimento que o estudante já possui. O processo é centrado no estudante, que aprende por si mesmo” (BECKER, 2008 apud P11, p. 30-31).

Modelo Relacional: “o estudante construirá conhecimentos se agir e problematizar a própria ação. Além disso, a “[...] aprendizagem é por excelência, construção; ação e tomada de consciência da coordenação das ações, portanto professor e aluno determinam-se mutuamente.” (BECKER, 2008, p. 50 apud P11, p. 31).

Este último modelo se assemelha com as ideias defendidas nos trabalhos do *corpus*, ou seja, “em vez de uma relação verticalizada, na qual o professor surge como detentor do conhecimento e o aluno um mero receptor, propõe-se uma relação mais horizontalizada, baseada na parceria e na troca de saberes e experiências” (P17, p. 24). O modelo pedagógico defendido nos trabalhos do *corpus* busca ir no sentido contrário das práticas mecanizadas, da reprodução de informações e da aula centrada no professor (P7; P9; P10; P11; P17; P27). Trata-se da relação ‘aluno-professor-conhecimento’, em que os dois sujeitos são parceiros no desenvolvimento das atividades, da aprendizagem, e o professor atua como um mediador nesse processo estimulando o protagonismo do aluno.

O modelo tradicional de ensino, ainda muito vigente em sala de aula, é o modelo transmissivo, em que “a função do professor é transmitir informação e a dos estudantes é a reprodução dessas informações” (P11, p. 52). Um modelo de ensino que apresenta o professor como uma figura que detém o conhecimento, tendo o papel de transmissor, e muitas vezes torna o quadro negro como a única ferramenta utilizada em suas aulas (P6, p. 15-16). No modelo tradicional de ensino se utiliza apenas quadro, giz e livro didático.

Percebemos na pesquisa de P7 que os alunos, que participaram de um ambiente de aprendizagem para a preparação e participação em campeonatos de robótica, sentiram dificuldades em determinadas atividades, que era necessário sair desse modelo tradicional de reprodução de informação (P7. P. 83). P25 também relata essa mesma dificuldade por parte dos alunos, pois eles não estão acostumados com abordagens diferentes de aulas. Entretanto, não são apenas os alunos que sentem dificuldades para sair desse modelo tradicional, na pesquisa

de P10 os professores participantes, da formação de professores em Robótica Educacional para Suplementação Curricular de Matemática para Alunos com AH/SD, também “não conseguiam deixar de pensar de forma tão linear quanto ao processo de ensino-aprendizagem, adotando e seguindo modelos pedagógicos muitas vezes antiquados e ultrapassados” (P10, p. 69).

Outro papel destacado nos trabalhos do *corpus* é o papel de professor mediador. P11 ressalta no fim de seu trabalho que “[...] é imprescindível o papel do professor como mediador no desenvolvimento das atividades de robótica educacional” (P11, p. 90), também afirma que “a tarefa do professor não é ensinar tudo e dar as respostas, pelo contrário é incentivar e fazer perguntas. O estudante é que deve buscar as repostas, vivenciando momentos de descoberta” (P11, 89).

Já na pesquisa de P1, “o professor, ao utilizar a Robótica como ferramenta pedagógica, posiciona-se como um facilitador da aprendizagem e o aluno como construtor ativo da aprendizagem” (P1, p. 81).

Dessa forma, percebemos uma atribuição do “papel do professor” nos trabalhos do *corpus*: o professor é mencionado como um sujeito que deve ser mediador, facilitador, orientador e incentivador do conhecimento para os alunos em atividades com Robótica Educacional.

Para além do papel de mediador, outra função do professor é de “motivador”, aquele que desafia e motiva os alunos no processo de aprendizagem (P2, p.14). P1 vai ao encontro com a afirmação mencionada anteriormente e complementa afirmando que algumas técnicas, métodos e procedimentos podem auxiliar o professor nesse percurso (P1, p. 33). No trabalho de P14, temos um exemplo que corrobora, concluindo que

A motivação é ponto de partida para uma aprendizagem mais significativa. Para uma boa aprendizagem foi necessário fornecer um motivo, ou seja, dar aos estudantes a energia para que eles se motivem. A partir dessa concepção foi verificado que os alunos se sentiram mais estimulados a participarem das aulas de matemática associados a robótica, uma vez que, a partir destas, eles foram provocados a buscarem resultados; interpretando-os em diferentes objetos matemáticos, tais como: tabela de correspondência, gráfico e proporcionalidade direta (P14, p. 52).

Logo, as estratégias de ensino do professor podem ser um fator que auxiliem na motivação e interesses dos alunos pela aprendizagem.

Por fim, P7 evidencia outra atribuição ao papel do professor afirmando que “os professores devem estar preparados para relacionar as novas exigências que as tecnologias

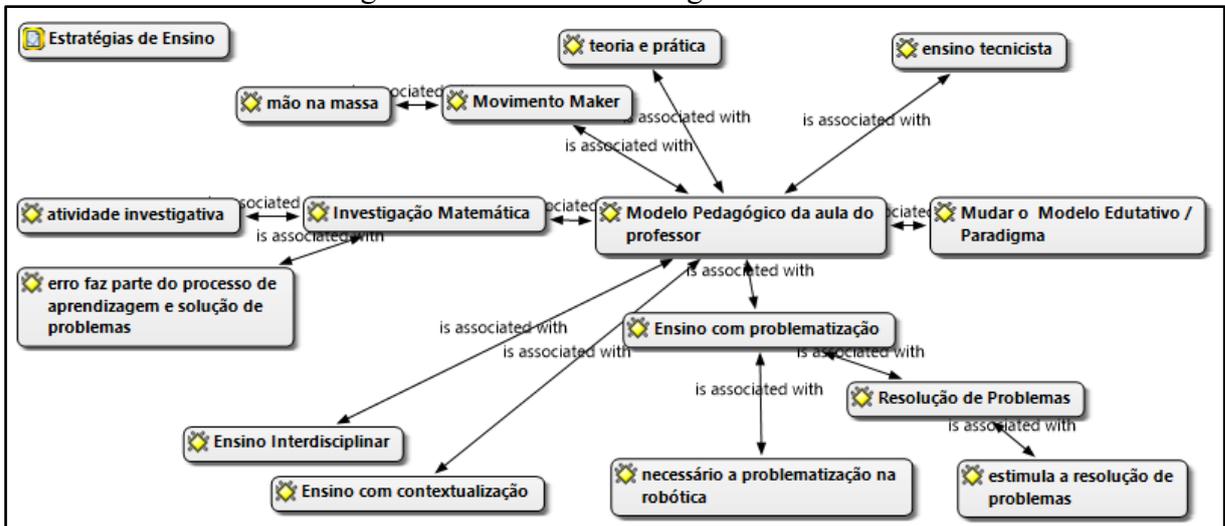
contemporâneas têm trazido para o nosso cotidiano, proporcionando novas formas de trabalho, bem como, do processo de ensino-aprendizagem” (P7, p. 21).

Portanto, as pesquisas ressaltam diversas posturas (mediador, facilitador, orientador e incentivador) ou atribuem papéis para o professor afim de melhorar o ensino e a aprendizagem. Um desses caminhos ressaltados é a mudança do modelo tradicional de aula, ou seja, a busca por outros tipos de estratégias de ensino que mencionaremos com mais detalhes no próximo subcapítulo.

5.4.2 ESTRATÉGIAS DE ENSINO

A Matemática é tradicionalmente ensinada a partir de definições, regras e algoritmos sem contextualização e “para superar as dificuldades na disciplina, é preciso repensar o modelo de ensino tradicional, valorizar o raciocínio investigativo e oportunizar o fazer Matemática em sala de aula” (P11, p. 10). A partir disso, na Rede 9 (Figura 20) tem-se uma associação de códigos sobre as estratégias de ensino que estão relacionadas com a Robótica Educacional.

Figura 20 - Rede 9 “Estratégias de Ensino”



Fonte: O Autor

Os trabalhos do *corpus* relacionam a Robótica Educacional com as seguintes estratégias de ensino:

Investigação matemática: proporciona experiências em que o aluno é estimulado a utilizar a matemática em atividades de modo que formule hipóteses, refutações e realize

discussões dos resultados obtidos (PONTE; BROCADO; OLIVEIRA, 2013 apud P11, p. 70). Além disso, P11 ressalta que “a dinâmica das atividades de investigação está diretamente relacionada com as atividades de robótica educacional, desse modo, a articulação dessas propostas no ensino de matemática pode ser uma estratégia com potencial para favorecer a aprendizagem” (p. 70). No ambiente de investigação, o ‘erro’ é compreendido pelos alunos como parte do processo, possibilitando criar novas estratégias e realizar testes. Entretanto, é importante destacar que o papel do ‘erro’ envolve uma análise do problema e não simplesmente uma perspectiva de tentativa e erro sem reflexão do que estavam fazendo, como é relatado na pesquisa de P12 (p. 141). Portanto, é necessário questionar e analisar todo o processo realizado na atividade, ou seja, realizar uma investigação.

Resolução de problemas e Problematização: A resolução de problemas é uma tendência de ensino “ligada à percepção de situações que podem ser problematizadas, de forma a proporcionar um vislumbre da forma como um cientista trabalha” (P17, p. 8). É um processo que o aluno constrói soluções para problemas mobilizando os conhecimentos que ele possui. A Robótica Educacional possui caráter de aprendizagem com foco na resolução de problemas (P13, p. 51) possibilitando ao estudante “a exploração, a investigação, o questionamento, a argumentação, a comunicação e a construção de conhecimentos científicos, especialmente, conhecimentos matemáticos” (P11, p. 86). A resolução de problemas está presente em situações que o estudante precise programar o robô, como por exemplo: o robô precisa levar um objeto a um determinado local, o robô necessita realizar um percurso específico, o robô deve lançar um objeto, o robô deve ter um sensor para desviar de um objeto e outros.

P11 ressalta que,

[...] para que a robótica de fato se torne uma aliada do professor no desenvolvimento das aulas e motive os estudantes para aprender, as atividades precisam ser desenvolvidas com objetivos definidos, tendo a problematização como eixo estruturador da atividade docente. Neste sentido, é imprescindível que o estudante seja desafiado a mobilizar diferentes conhecimentos para encontrar a solução para o problema que será proposto, seja ele real ou simulado (P11, p. 82).

Portanto, é importante a presença da problematização para a realização dessas atividades, visto que é necessário que os alunos sejam desafiados a pensar, analisar e criar, pois a simples reprodução de modelos não estimula interesse. Segundo P11, o modelo de aula ‘monta robô, faz andar e desmonta’ não explora as potencialidades da Robótica Educacional e não proporciona aprendizagens (p. 83). A problematização “[...] emerge como estratégia

pedagógica para o desenvolvimento das aulas de robótica bem como pode ser o eixo organizador do planejamento e da prática” (P11, p. 83-84).

Contextualização e Interdisciplinaridade: Em situações de aprendizagem, a contextualização pode ser “uma estratégia para estimular a participação crítica e ativa dos estudantes frente aos problemas existentes em sua realidade social” (P11, p. 65). A Robótica Educacional possibilita a contextualização de conceitos estudados (P8, p. 89) permitindo uma continuidade e uma conexão de várias disciplinas, rompendo a cultura escolar de conteúdos fragmentados por disciplinas (P11). No DCN, temos que a contextualização e a interdisciplinaridade devem ser “[...] constantes em todo o currículo, propiciando a interlocução entre os diferentes campos do conhecimento e a transversalidade do conhecimento de diferentes disciplinas, bem como o estudo e o desenvolvimento de projetos referidos a temas concretos da realidade dos estudantes” (BRASIL, 2013, p.34 apud P11, p. 64).

Experimentação: A Robótica Educacional possibilita a aplicação da teoria na prática, através da experimentação, sendo uma forma de construir a aprendizagem do aluno. P8 conclui em sua pesquisa, a partir de entrevistas sobre a prática de professores, que atividades com robótica acompanham “o currículo escolar e os conteúdos teóricos desenvolvidos [...], pois o experimento complementa o trabalho teórico desenvolvido na sala de aula” (P8, p. 78). A experimentação possibilita reafirmar conteúdos para alunos e professores de maneira que se apropriem do conhecimento de forma empírica, realizando testes nos protótipos construídos e analisando seu funcionamento. Além disso, menciona-se na pesquisa de P8 a relação da robótica como uma atividade “mão na massa”, o que é característico do *Movimento Maker*³⁴.

P18 ressalta que “atualmente existem diversos movimentos que compartilham, intencionalmente ou não, dar continuidade e ampliar as ideias de Papert sobre uma aprendizagem na qual o aprendiz seja o principal condutor na construção de seu próprio conhecimento” (P18, p. 57). Dentre eles, podemos citar

[...] O movimento *Maker* representado pela rede mundial de *FabLabs*. Neles a tecnologia é colocada à disposição do aprendiz para que dê asas a sua criatividade. Mesas de corte a laser, impressoras 3D, fresas CNC, softwares de modelagem 3D,

³⁴ O Movimento Maker está relacionado com a “ideia de criar, construir, fazer, remete àquele que faz algo, que coloca a “mão na massa”, pode ser entendido como uma extensão da cultura “Faça Você Mesmo” (Do It Yourself)” (MANNRICH, 2019, p. 2). Essa extensão são ações de coletivas, ou seja, a “constituição de grupos de sujeitos, amadores e / ou profissionais atuando nas diferentes áreas ligadas a ciência e a tecnologia, que se organizam com o objetivo de suportar mutuamente o desenvolvimento dos projetos dos seus membros” (SAMAGAIA; NETO, 2015, p. 2). O produto dessas ações coletivas pode ser encontrado em plataformas físicas de prototipagem como o Arduino e Raspberry Pi, cortadoras a laser, impressora 3D e outros (BLIKSTEIN, 2013; SAMAGAIA; NETO, 2015).

ferramentas de marcenaria e dispositivos eletrônicos para robótica são as tecnologias mais comuns empregues nessa dinâmica de aprendizagem (P18, p. 57-58).

[...] *Project Bloks*, uma parceria entre a Google, a empresa de design norte americana IDEO e o professor brasileiro da Universidade de Stanford, Paulo Blickstein. Neste projeto busca-se o desenvolvimento do que podemos denominar por programação tangível, uma forma de ensinar programação para crianças por meio da interação entre brinquedos (blocos) que se conectam eletronicamente, podendo a programação ser feita pela própria disposição dos blocos ou ainda por meio de uma interface visual de programação icônica no computador ou no tablet. Essa programação é comunicada via wireless a um pequeno robô, controlando assim seu comportamento (P18, p. 57).

Portanto, é possível utilizar a investigação matemática, resolução de problemas, problematização e contextualização em atividades com Robótica Educacional como estratégias para motivar e envolver os alunos criando um melhor planejamento e aplicação dessas aulas.

5.4.3 FORMAÇÃO DE PROFESSORES

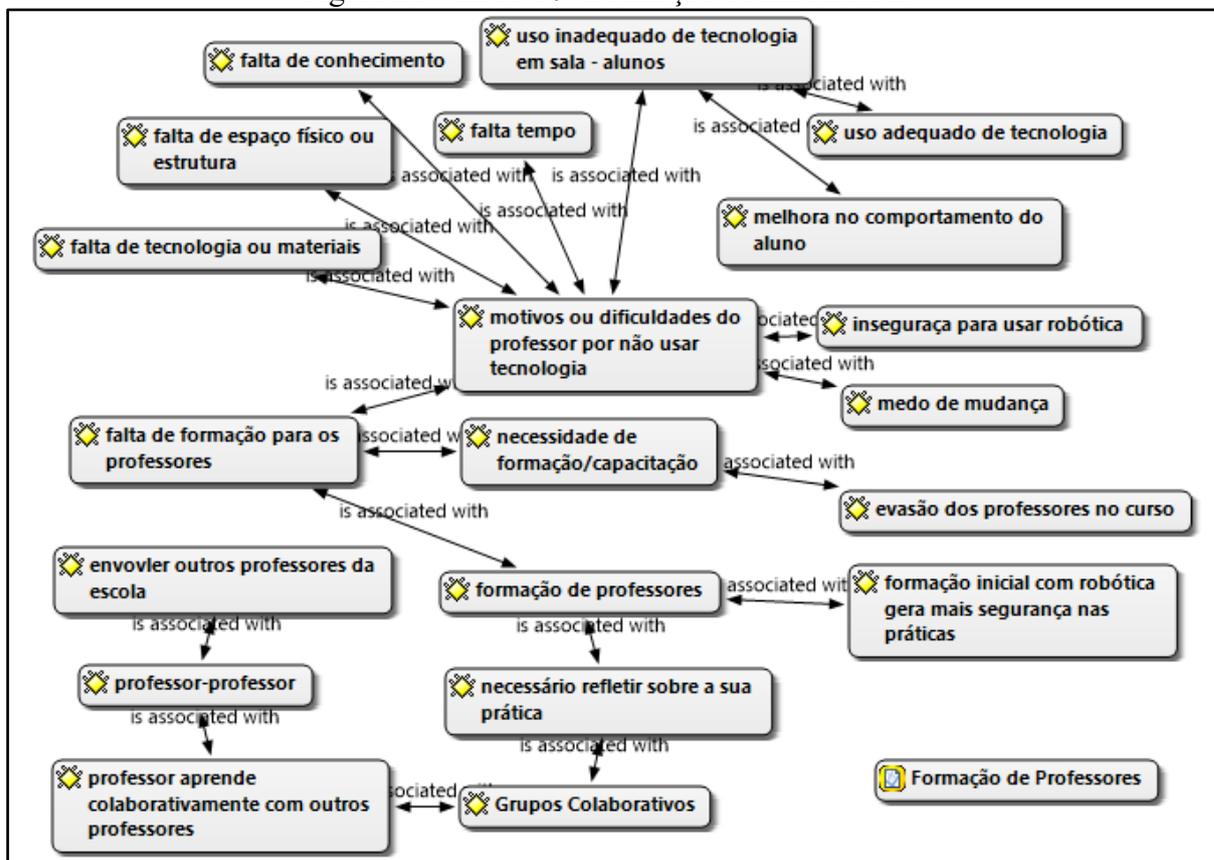
Os trabalhos pertencentes ao *corpus* relatam a existência de dificuldades ou motivos para os professores não utilizarem tecnologia em sala de aula, mais especificamente a robótica educacional. Essas dificuldades e questões referentes à formação de professores são explicitados na Rede 10 (Figura 21) a partir de uma associação de códigos.

Uma primeira dificuldade está relacionada à falta de tecnologia nas escolas. P17 relata que “é enorme a diferença de disponibilidade dessas ferramentas nas escolas, ou seja, algumas estão adequadamente supridas e outras nem sequer possuem um laboratório de informática disponível para os estudantes e professores” (P17, p. 28). Conseqüentemente isto influencia na realização de atividades de robótica na escola, pois muitas vezes é necessário haver conexão à internet (para realizar pesquisas) e computadores ou tablets (para realizar a programação).

P7 pontua outras dificuldades como o “tempo, apoio da escola e pessoas qualificadas para o desenvolvimento do trabalho” (P7, p. 22), tornando as atividades com tecnologia um desafio para o professor. As atividades realizadas com Robótica Educacional apresentam dificuldades semelhantes àquelas surgentes no trabalho com tecnologia de modo geral. Na pesquisa de P8 é relatado que os materiais oferecidos pela escola para as atividades de robótica são insuficientes (P8, p. 81). A pesquisa de P9 corrobora essa afirmação mostrando relatos de professores que tiveram dificuldades na aquisição de kits de robótica para desenvolver as atividades. P10 enfatiza que a Robótica Educacional no Brasil “não é utilizada de forma ampla e democrática, principalmente em escolas públicas, por questões de acesso aos materiais e falta

de preparo por parte dos professores, mas é uma ferramenta pedagógica de grande valor para o ensino de ciências como a matemática” (P10, p. 29).

Figura 21 – Rede 10 “Formação de Professores”



Fonte: O Autor

A falta de espaço físico ou estrutura é outra dificuldade apontada nos trabalhos. P3 relata a “falta de salas amplas com computadores para o desenvolvimento da programação dos Kits” (P3, p. 21). Já no trabalho de P15 as limitações eram no espaço do laboratório, pois existia mesa com desníveis, não sendo apropriada para a aplicação da robótica (P15, p. 97).

O tempo e a dificuldade com uso de tecnologia é outro fator abordado como obstáculo em atividades com robótica. P2 realiza um curso semipresencial, com a plataforma Arduino, para professores, entretanto percebe-se que os participantes têm dificuldade com o nível técnico das tarefas do curso ou não possuem muito tempo para participar (p. 53-53). O trabalho de P17 apresenta um curso de formação de professores na forma de Clube de Robótica (vinculado como projeto de extensão) e uma dificuldade relatada foi a falta de tempo dos participantes para permanecerem no curso, causando uma grande evasão. P18 realizou um curso de robótica com

professores e teve a mesma dificuldade, pois a maioria dos participantes já possuía uma carga horária de 40 horas por semana, o que tornava difícil a participação deles no curso.

A robótica envolve conhecimentos de diversas áreas e conseqüentemente demanda um conhecimento mais abrangente para os professores especialistas em uma única área. Como já mencionado anteriormente, a robótica envolve questões de programação, matemática, física, eletrônica e outros, ou seja, é necessário ter um conhecimento para além do que é fornecido nas licenciaturas. No trabalho de P2, os professores demonstram não terem conhecimento suficiente para trabalhar com robótica. P15 pontua dois obstáculos, o “[...] desconhecimento da plataforma Arduino e aplicação da robótica e as ferramentas tecnológicas para a disciplina tanto pelo professor de Matemática quanto a professora de Informática” (P15, p. 97) posteriormente menciona que foi necessário mais tempo para que os professores compreendessem a aplicação da robótica. Percebe-se que os professores necessitam de formação para utilizar os materiais da Robótica Educacional.

P2 afirma que algumas das relutâncias, por parte dos professores, em usar tecnologia se deve a problemas diários pelo mau uso da tecnologia, ou seja, entendem que os celulares atrapalham mais as aulas do que podem contribuir (P2, p. 16-17). Entretanto, nas entrevistas realizadas nessa mesma pesquisa, os professores relatam que alunos com comportamentos complicados passam a mudar sua postura a partir da convivência com grupo de alunos em atividades de robótica (P2, p. 56). Já na tese de doutorado de P27, é relatado que os alunos utilizam o celular com foco para o desenvolvimento das atividades, ou seja, como um instrumento de apoio (P27, p. 106). Portanto, percebe-se que o celular ou as tecnologias em geral podem possibilitar diversos tipos de experiências, mas isso depende do foco e da motivação dos alunos nas atividades.

O receio com o uso das tecnologias também é outro fator destacado na pesquisa de P18, que exhibe a possibilidade de uma insegurança no uso da robótica como ferramenta didática, pois a eletrônica pode ser um conhecimento de difícil domínio (P18, p. 74-75), ou até mesmo pelo medo da mudança de suas práticas (P21, p. 52-53).

Portanto, os motivos ou as dificuldades para ao professor não realizar atividades com robótica são diversas, desde questões envolvendo o espaço físico e materiais até concepções, falta de tempo ou falta de conhecimento. Dessa forma, percebe-se a falta de formação continuada para os professores, de modo a suprir a falta de conhecimento sobre essas tecnologias e serem mais uma ferramenta para auxiliar em suas aulas.

Os trabalhos de P2, P10, P13, P17, P18 e P27 realizam cursos ou atividades com perspectiva para a formação de professores com Robótica Educacional. Dentre esses cursos percebemos a importância de uma formação que seja além de uma “instrumentalização”³⁵, ou seja, procure discutir estratégias de ensino para essas atividades e que envolva os professores em uma sequência de atividades para aplicar com seus alunos e retornar para a formação com reflexões e assim compartilhar experiências. Esse tipo de formação, que possui a aplicação do que foi aprendido na formação de professores e posteriormente o compartilhamento com os demais professores se torna mais rica do que uma simples instrumentalização. P7 corrobora com essa ideia destacando que

A ausência de uma formação e/ou capacitação pedagógica configura-se como uma lacuna para os professores, os quais vêm de cursos que enfocam essencialmente a parte específica da robótica ou de sua área do ensino [...]. Por isso, é preciso uma maior especialização em ambas as áreas. Mas não basta que sejam oferecidos cursos de formação e/ou capacitação, é necessário que o docente reflita sobre sua prática, almejando o crescimento” (P7, p. 110).

A pesquisa de P27 demonstra que o uso da robótica na formação inicial de professores de matemática, em disciplinas de estágio, proporcionou uma segurança maior para as práticas deles (P27, p. 199).

A participação de grupos colaborativos³⁶ é outra maneira de auxiliar os professores em sua formação continuada. Na pesquisa de P8, as professoras participantes relatam mais segurança em suas práticas após participarem de um grupo colaborativo³⁷ e aprenderem junto com outros professores. P7 afirma que as temáticas dos torneios de robótica são “uma ótima oportunidade para o professor desenvolver a interdisciplinaridade e assim envolver outros docentes da escola nos trabalhos de robótica” (P7, p. 95). As temáticas dos torneios, assim como a própria robótica, apresentam uma interdisciplinaridade que pode proporcionar uma colaboração entre professores de áreas distintas contribuindo para sua formação.

As dificuldades relatadas nos trabalhos do *corpus* apresentam diversas questões, desde dificuldades financeiras para aquisição dos materiais até a capacitação ou formação dos professores que desejam realizar atividades com robótica. As escolas públicas são as que mais

³⁵ Nos referimos a “instrumentalização” para cursos de formação que visem apenas passar o conhecimento técnico dos aparatos da robótica, ou seja, aprender apenas como cada peça de robótica funciona.

³⁶ Os grupos colaborativos são espaços que proporcionam ao seus membros “momentos de reflexão coletiva, reflexão individual, construção reconstrução de conceitos, por meio da prática de compartilhar erros e acertos, de adaptar pontos de vista”(SOUZA; OLIVEIRA; ATTIE, 2017, p. 96).

³⁷ Esse grupo colaborativo era um subgrupo pertencente ao projeto OBEDUC.

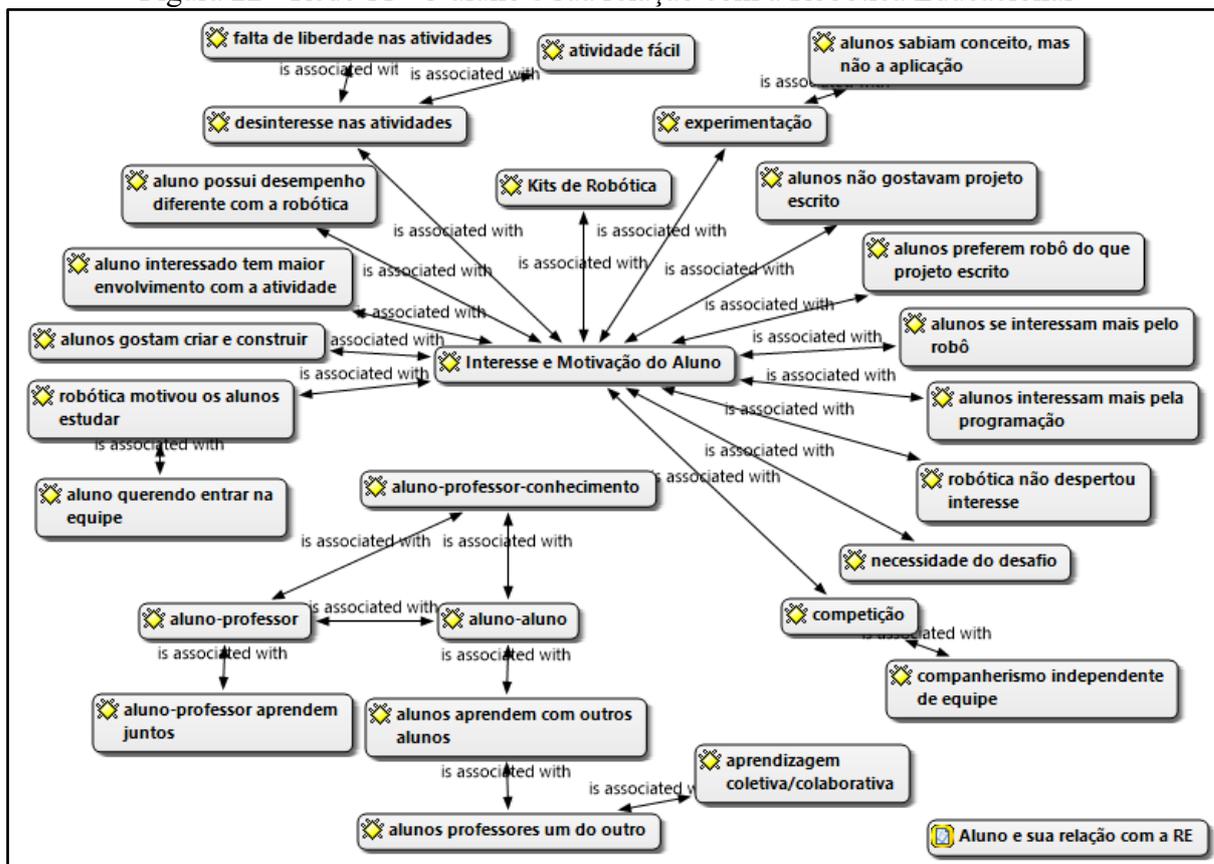
tem dificuldade de acesso a esse material e o que viabiliza algumas atividades com robótica nas escolas muitas vezes se dá por empréstimo de materiais de outras instituições ou investimento do governo a partir de projetos como o OBEDUC ou o Programa Mais Educação. Atividades com a robótica exigem tempo de planejamento, formação para os professores, materiais adequados e estrutura física que comporte essas atividades.

5.5 O ALUNO E SUA RELAÇÃO COM A ROBÓTICA EDUCACIONAL

Nessa seção apresentaremos as principais relações dos alunos com a Robótica Educacional mencionadas nos trabalhos do *corpus*.

O interesse e a motivação dos alunos é um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento das atividades com robótica. Na Figura 22 (Rede 11) temos uma associação de códigos referente às relações dos alunos com a Robótica Educacional.

Figura 22 - Rede 11 “O aluno e sua relação com a Robótica Educacional”



Fonte: O Autor

Em entrevistas realizadas com professoras na pesquisa de P8, é ressaltado o interesse ou desinteresse dos alunos em determinadas atividades como programação, planejamento do protótipo ou confecção da parte estrutural do robô (P8, p. 76). As atividades com robótica podem envolver tarefas como programação, montagem do robô e pesquisa, mas nem sempre os alunos despertam interesse por todas elas. Na pesquisa de P12, duas alunas mencionam ter interesse nos kits de robótica, mas não gostavam da área de computação (para realizar a programação) (P12, p. 181). Na dissertação de P21, foram identificadas na literatura as principais contribuições resultantes do uso da Robótica Educacional como ferramenta nas aulas de matemática no período de 2007 a 2017, assim a pesquisadora constatou que quando os alunos tinham domínio do conteúdo havia concentração nas atividades, mas quando o grau de exigência de conhecimento era maior resultava na dispersão dos alunos e eles não realizavam as atividades (P21, p. 45).

As atividades com robótica na maioria das pesquisas buscam ensinar ou facilitar o processo de aprendizagem de determinado conteúdo, porém P11 ressalta que

[...] somente a representação de situações cotidianas por meio dos robôs não garante aprendizagem, tampouco explicitar definições e os conceitos, com o intuito informativo ao introduzir a montagem, não promove o desenvolvimento de competências científicas. Sendo assim, a aprendizagem dos conceitos científicos, no decorrer de uma atividade de robótica, precisa emergir da curiosidade, do interesse, ou seja, de um processo de investigação criativa do sujeito com o objeto (P11, p. 68).

P12 apresenta quatro planos de aula desenvolvidos com os estudantes de uma escola pública e percebe que os interesses e motivações dos alunos tem papel fundamental para o desenvolvimento das atividades com robótica. Alguns estudantes se envolviam mais com os kits de robótica ou com a programação em *Scratch*, mas outros não se sentiam estimulados nas atividades quando era necessário utilizar raciocínio lógico ou algum conceito da Matemática (P12). O pesquisador conclui que esses resultados obtidos “não representam que o professor precisa ensinar somente o que os estudantes gostam, mas evidencia a necessidade de recorrer a diferentes abordagens pedagógicas no desenvolvimento de um conteúdo com os estudantes” (P12, p. 234).

Outro fator que leva os alunos a ter desinteresse nas atividades de robótica é quando existe a falta de liberdade em suas ações, ou seja, ficam limitados as ações desejadas pelo professor, sem poder criar e explorar os materiais de robótica ou a programação da sua própria

forma (P23, p. 75). P23 ressalta também que quando as atividades se tornam muito fáceis para os alunos pode acarretar em desinteresse por ela (P23, p. 92).

Portanto, para o desenvolvimento bem-sucedido das atividades e da aprendizagem dos alunos com a robótica é importante o interesse dos alunos, mas também é necessário haver diversas abordagens pedagógicas e explorar diferentes tipos de atividades (construção do robô, programação, pesquisa e outros).

Um fator que contribui para o interesse dos alunos nas atividades com robótica é o desafio. Na pesquisa de P11, os alunos relatam a falta do desafio e este contribui para melhor o envolvimento deles nas atividades (P11, p. 83). P24 apresenta relatos de alunos que se interessam por atividades com robótica devido ao desafio que é proporcionado (P24, p. 72). Portanto, o desafio e a competição são formas de estimular o aluno nas atividades.

A competição é uma característica presente entre grupos de alunos nas atividades de robótica. Ela pode ser um fator positivo nessas atividades, como é apresentado na pesquisa de P16 que contribuiu para os alunos se organizarem melhor nas atividades, ouvindo as ideias de todos os membros do grupo; ou pode ser um fator negativo, como percebido na pesquisa de P12 quando os alunos têm um comportamento não muito amigável em relação aos demais grupos ou acabam realizando as atividades de qualquer forma para terminar primeiro que os demais (não refletindo sobre o que está montando ou sobre seu funcionamento). Logo existe uma linha tênue em relação a competição que pode ser mediada pelo professor para obter um melhor resultado e engajamento de todos os alunos nas atividades.

A competição também está presente em Campeonatos de Robótica, como é evidenciado por P7. Nesta, os alunos perceberam que a competição é algo secundário e o espírito de companheirismo entre equipes é mais importante, pois o campeonato propõe uma filosofia de um ambiente de troca de aprendizados e de competição amigável (P7).

Os kits de robótica são outro fator motivacional nessas atividades. P12 percebe em sua pesquisa que os alunos se envolvem mais nas atividades com a presença dos kits de robótica. P7 constata a mesma questão e ressalta a partir de uma entrevista com um estudante que o kit de robótica da Lego resultou em uma maior motivação e participação dos alunos. Além disso, o pesquisador percebe que esse aluno não demonstrou interesse pela robótica quando utilizado o material da Robótica Livre (P7, p. 57). Isto se deve ao fato que os materiais de robótica da Lego possuem uma aparência mais bonita, colorida e com um material de melhor acabamento, ao contrário dos materiais da Robótica Livre, que possuem uma aparência um pouco mais rústica e simples de modo geral.

A possibilidade de experimentar, utilizar, montar e testar é outra motivação por parte dos alunos das atividades com Robótica. Na pesquisa de P17, professores relatam que os alunos se empolgam nas atividades a partir da possibilidade de testar, aprimorar e experimentar suas construções corrigindo problemas. P19 ressalta que uma das dificuldades dos alunos era sobre o entendimento dos conceitos de função polinomial do segundo grau, ou seja, eles sabiam fazer a parte mecânica de realizar os cálculos, mas não compreendiam bem a utilidade e a interpretação daquele conteúdo. Dessa forma a experimentação possibilitou uma melhor compreensão dos conceitos, pois os alunos estavam acostumados em uma prática de reprodução de conteúdo sem saber o real significado. A experimentação contribui para a aprendizagem dos alunos e pode até ser destacada como uma aprendizagem significativa (P20, p. 43).

Para além das habilidades e competências que a robótica proporciona, mencionadas na sessão “Benefícios e Limitações da Robótica Educacional”, destacamos a relação denotada pelo código “aluno-professor-conhecimento”. Trata-se da relação entre professores e alunos nas atividades de robótica e na aprendizagem de forma colaborativa, que vai em contrapartida ao modelo de ensino tradicional onde o professor é o detentor do conhecimento. Observamos que no trabalho de P10 os alunos apresentam essa postura em que os mais experientes ajudavam os iniciantes nas atividades de robótica (P10, p. 44). A pesquisa de P7 também apresenta um trabalho colaborativo entre os estudantes na preparação e participação para um campeonato de robótica. Além disso, o autor afirma que a identidade coletiva dos alunos “[...] pode favorecer um importante e eficaz processo de aprendizagem para elevar as competências e aproveitar melhor o potencial de realização do grupo, uma vez que os alunos realizam um processo de ensino-aprendizagem mútuo, quando se tornavam professores um do outro” (P7, p. 78). Portanto as atividades com robótica são apresentadas de forma mais coletivas para os alunos permitindo explorar soluções e estratégias de forma empírica.

Logo, despertar interesse e curiosidades dos estudantes são fatores que podem contribuir para o melhor engajamento deles nas atividades de robótica, assim como o desafio, a competição, o trabalho colaborativo, a experimentação e o tipo de material.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nessa pesquisa propomos investigar “como a Robótica Educacional no Brasil, no ensino da matemática, vem sendo tratada nos trabalhos acadêmicos”. Dessa forma, percebemos que existem diversos sujeitos e fatores envolvidos nas atividades com Robótica Educacional, que são: alunos, professores, escola, kit de robótica e teorias.

As atividades com robótica proporcionam espaços de aprendizagem aos alunos, onde eles podem aprender sobre matemática, física, ciência e tecnologia. Essas atividades envolvem a ideia de alcançar um objetivo proposto (por exemplo, o robô carregar um objeto para determinado local) ou resolver um problema (pensar em estratégias para construir um robô que carregue um objeto para um determinado lugar), permitindo que os alunos explorem o material de robótica e sua criatividade em busca de uma solução.

O material de Robótica Educacional pode ser compreendido como um material manipulável, artefato cognitivo, brinquedo tecnológico ou simplesmente brinquedo, pois é um instrumento útil no processo de ensino e aprendizagem possuindo uma característica lúdica e cativante aos alunos. Com esse material os alunos são capazes de sentir, tocar e manipular um objeto que permite explorar sua criatividade, construindo um robô da sua própria maneira. Desde a construção do robô até a programação de seus movimentos, o aluno é desafiado a encontrar estratégias que façam o robô andar de forma reta e alinhada, compreender o funcionamento de cada peça e construir uma programação que esteja adequada com o seu objetivo.

Todo esse processo permite que o aluno desenvolva o pensamento crítico em cada etapa da construção do robô e da programação, analisando, comparando e testando a sua solução. A Robótica Educacional possibilita a experimentação e a análise do erro. O aluno pode realizar uma construção de robô ou uma programação que resulte em uma ação indesejada e, a partir disso, tem a possibilidade de analisar qual foi a razão do problema. É importante ressaltar que essa perspectiva de erro não pode ser realizada de qualquer forma, como uma simples “tentativa e erro”, ou seja, uma mudança de peças ou códigos antes de realizar novos testes, deixando de realizar análise e reflexão sobre o motivo que pode ter ocasionado o problema. Isso seria apenas uma tentativa e erro sem reflexão que, possivelmente, não produziria conhecimento. Portanto, o papel do erro com uma perspectiva de autocorreção no processo de experimentação do material de robótica é imprescindível.

Devido à potência interdisciplinar, transdisciplinar e multidisciplinar da Robótica Educacional, é possível articular assuntos de diversas áreas do conhecimento, realizando pesquisas e projetos na sala de aula utilizando robôs, junto com professores de matemática, física, biologia, química e outros.

As pesquisas sobre Robótica Educacional na Educação Matemática, relatadas em teses e dissertações, tem origem em 2004 e vêm aumentando com o passar do tempo. Nos últimos anos o número de trabalhos defendidos sobre o assunto aumentou significativamente, assim como a utilização da robótica nas escolas, fazendo nascer um mercado educacional de novos kits de robótica.

Em nossa pesquisa percebemos que os trabalhos analisados utilizaram diversos kits de robótica, como: Lego, Arduino, Brink Mobil, MakeBlock e Robótica Atto, sendo os dois primeiros os mais utilizados. O kit de robótica da Lego teve origem alguns anos após Papert desenvolver estudos sobre o funcionamento de robôs na educação e, com o tempo, se tornou o kit mais utilizado e conhecido. Esse kit possui uma aparência estética colorida e bonita, lembrando de brinquedos de montar, o que chama a atenção das crianças. Entretanto, o preço para a sua aquisição é muito alto, o que se torna uma dificuldade para as escolas públicas.

Já o kit de robótica do Arduino é um material mais robusto com uma aparência estética menos atrativa, pois é composto por uma placa eletrônica, fios e LEDs expostos, como um computador de mesa (*desktop*) aberto sobre duas rodas. Esse kit de robótica acaba exigindo maior conhecimento sobre eletrônica para utilizá-lo, mas seu diferencial é o preço de aquisição mais acessível. Dessa forma, os kits de Arduino acabam sendo uma ótima alternativa para trabalhar com robótica quando a escola não possui muito recurso financeiro. Utilizar o Arduino requer um trabalho de manufatura (afixar, prender, amarrar ou soldar) maior comparado ao kit da Lego e nem sempre é muito atrativo para os alunos.

Ademais, em nossa pesquisa percebemos que poucos trabalhos de dissertações e teses vem sendo produzidas em nível de escolaridade dos Anos Iniciais e da EJA no campo da Robótica Educacional na Educação Matemática, evidenciando uma lacuna nas produções na área.

Além disso, constatamos que os conteúdos de matemática mais abordados nas atividades com robótica são Geometria e Função. Essas atividades abordavam, na maioria das vezes, a utilização de um robô que realizava um percurso no chão e, através do seu movimento, eram analisadas as formas geométricas traçadas pelas rodas do robô ou a função que descreve o movimento ou velocidade do robô.

Dessa forma, percebemos que existem poucos trabalhos que investigam as unidades temáticas de Probabilidade e Estatística, sendo uma possível proposta de trabalhos futuros que contribuiriam para o campo da Robótica Educacional na Educação Matemática.

Nos trabalhos analisados percebemos que a Robótica Educacional pode desenvolver no aluno a criatividade, a autoconfiança, a autonomia, o protagonismo, a coordenação motora, a concentração, o comprometimento, a curiosidade, o trabalho em equipe, a comunicação, o hábito de investigar e pesquisar, o senso crítico e conhecimentos de áreas específicas, como: Matemática, Física, Português, Química, Biologia e outros. Além disso permite explorar conhecimentos sobre eletrônica, programação, raciocínio lógico, pensamento computacional, pensamento matemático e letramento matemático.

Os alunos começam a vivenciar experiências de investigação científica através de atividades com robótica, pois são incentivados a pesquisar e buscar o conhecimento por si mesmos sem depender do professor como detentor do conhecimento. Essas atividades estimulam o aluno pensar e encontrar soluções para problemas propostos ou que eles mesmos identificaram.

No entanto, o robô como a representação do cotidiano e de conceitos não garante a aprendizagem. Nas atividades com robótica, a aprendizagem dos conceitos precisa emergir da curiosidade e do interesse dos alunos. A robótica vai muito além da experimentação com robôs, da exemplificação de conceitos no cotidiano, da teoria e prática, do aprender fazendo, ou dos aspectos motivacionais. É necessária uma proposta metodológica bem definida que apresente os processos de investigação por meio da manipulação e experimentação. É de extrema importância que o aluno desenvolva o senso crítico, ao questionar “*por quê? como? quando? de que modo?*”. As atividades de robótica que forem estritamente limitadas às ações do professor ou de um roteiro predefinido, sem a possibilidade de os alunos explorarem o material, experimentarem e testarem suas ideias, não serão significativas. Portanto, é necessário um processo de investigação que não seja superficial e que ocorra um bom planejamento para essas atividades. Caso isso não ocorra, teremos apenas uma atividade que se resume a "montar um robô, fazer andar e desmontar o robô" e que limita as potencialidades dos alunos e do ambiente de aprendizagem.

A potencialidade da robótica está presente quando é permitido ao aluno ter autonomia e protagonismo em suas construções e ações e quando professor se apresenta como mediador, com o papel de auxiliar os alunos durante as atividades, incentivar a fazer perguntas e a pesquisar.

O modelo tradicional de ensino é muito vigente ainda na educação, porém o uso do material de robótica pode proporcionar outras experiências que vão além do quadro, giz e livro didático. As atividades com robótica não requerem um modelo de ensino reprodutor de informação. Ela vai na contramão dos modelos lineares de ensino, proporcionando mais autonomia e iniciativa nas atividades aos alunos, podendo causar estranhamentos para professores e alunos – uma estratégia de ensino diferente do que estão acostumados.

Algumas estratégias de ensino utilizadas nas atividades de robótica que ajudam a motivar e envolver os alunos são: a investigação matemática, resolução de problemas, problematização, contextualização e experimentação.

Uma das principais dificuldades que os professores têm para realizar atividades com robótica é a falta de tempo. Muitos professores possuem uma carga horária de 40 horas por semana, ou até mais, e realizar atividades com robótica exige conhecimento de programação, eletrônica, construção de robô e tempo de planejamento para articular a disciplina com a robótica. Para adquirir esse conhecimento é necessário tempo para o professor compreender o funcionamento do robô, realizar seus próprios testes até se sentir seguro e pronto para poder utilizar em sala de aula, realizando mudanças em suas práticas de ensino.

As formações continuadas são uma forma de agilizar esse processo de aquisição de conhecimento sobre robótica para o professor, mas é necessário que seja integrado ao horário de trabalho, ou seja, que as formações contabilizem como horário de planejamento, dessa forma é possível articular melhor o tempo do professor e incentivá-lo a aprender novas propostas de ensino, gerando um ótimo retorno para a aprendizagem dos professores e alunos sobre ciência e tecnologia.

É importante frisar que os cursos de formação de professores precisam ir além de uma "instrumentalização". O conhecimento técnico sobre o funcionamento dos kits de robótica ou de conceitos e relações entre a disciplina do professor com a robótica é importante, mas é preciso ir além disso. É necessário discutir estratégias de ensino envolvendo os professores em sequências de atividades com seus alunos, onde tenham espaço de tempo para aplicar as atividades e voltar com os resultados e experiências obtidos para debater nas formações, e dessa forma, construir novas atividades em conjunto com os professores. Portanto, é necessária uma formação de professores que faça o professor refletir sobre sua prática.

Outras dificuldades observadas nas escolas para a realização de atividades com robótica é a falta de materiais (computador, internet, mesas alinhadas e kit de robótica) devido

aos custos altos e também falta de espaço físico (salas com espaço dedicados para atividades com robótica).

No Brasil, diversos programas criados pelo governo federal possibilitaram a difusão da robótica nas escolas públicas, que são: Proinfo, OBEDUC, Mais Educação e Ensino Médio Inovador. Em resumo, as propostas desses programas incluíam: qualificar professores para a utilização pedagógica da informática; articular e aproximar pesquisas das universidades com as práticas de sala de aula; qualificar a experiência educativa dos alunos com projetos no contraturno; difundir o modelo de escola em tempo integral; preparar os alunos para o mercado de trabalho; e disponibilizar apoio técnico e financeiro.

A partir desses programas as escolas podiam optar por receber alguns projetos para serem implementados no contraturno, dentre eles a robótica. Entretanto, ao longo dos anos, por falta de profissionais com qualificação para utilizar esses materiais, os kits de robótica eram engavetados em armários e ficavam sem utilização. Isto demonstra a importância da continuidade do financiamento desses tipos de projetos, caso contrário se tornam desperdício de dinheiro, pois os materiais são guardados e inutilizados.

Os torneios de robótica são espaços que permitem ao aluno apresentar e desenvolver conhecimento científico e tecnológico. Esses torneios são caracterizados por um clima animador e de competição amigável, onde as equipes se ajudam mesmo estando competindo entre si. Entretanto, uma das dificuldades para os alunos das escolas públicas participarem desses torneios é o custo de inscrição, hospedagem e alimentação durante o período de realização.

Percebemos que utilizar a robótica na educação é um grande desafio. Existem diversos obstáculos que podem dificultar sua inserção nas escolas, desde falta de formação continuada até a falta de recursos financeiros. Porém a contribuição que essas atividades proporcionam para a educação são imensuráveis e podem fomentar o interesse dos jovens pela aprendizagem.

Apesar de tantos desafios, cada esforço no sentido de promover aprendizado por meio da robótica, mesmo que inicial e sem grande preparo ou recurso, já é um grande passo para contribuir para a Educação Matemática.

A Robótica Educacional não é nenhuma metodologia ou instrumento salvacionista para o ensino, mas uma forma de estimular e desafiar os alunos a aprenderem e se interessarem pelo mundo da tecnologia, da ciência e da investigação científica.

A partir desse trabalho percebemos a existência de questões da Educação Matemática que ainda precisam ser exploradas na relação com a Robótica Educacional, são elas: a

Modelagem Matemática; o Pensamento Computacional; o Pensamento Matemático; e o Pensamento Científico. Essas quatro questões são perspectivas para futuros trabalhos que podem contribuir para a área da Educação Matemática.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRINO, T. M. **Uma discussão sobre robótica educacional no contexto do modelo TPACK para professores que ensinam matemática**. 2017. 42 f. Dissertação de Mestrado Profissional - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville - SC.

ALMEIDA, P. C. T. d. **A arte de aprender para ensinar: discutindo a capacitação de robótica com arduino® para professores de ciências e matemática do município de Paracambi/RJ**. 2017. 87 f. Dissertação de Mestrado Profissional - Programa de pós-graduação stricto sensu em ensino de ciências, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Nilópolis - RJ.

ANDRADE, J. W. d. **Robótica educacional: uma proposta para a educação básica**. 2018. 59 f. Dissertação de Mestrado Profissional - Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó - SC.

ARAGÃO, F. **Robótica educativa na construção do pensamento matemático**. 2019. 153 f. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Fundação Universidade de Blumenau, Blumenau – SC.

ARDUINO. **Arduino**. 2018. Disponível em: <https://www.arduino.cc/>. Acesso em: 04/10/2021.

ARMÃO, T. P. **Uma aplicação da robótica educacional no estudo do número irracional** 2018. 110 f. Dissertação de Mestrado Profissional - Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande - Rio Grande do Sul.

AROCA, R. V.; BONÍCIO, D. O. H.; AIHARA, C. K.; SÁ, S. T. d. L. *et al.* Robótica educacional e as “competições”. *In*: PERALTA, D. A. (Ed.). **Robótica e processos formativos: da epistemologia aos kits**. Porto Alegre - RS: Editora Fi, 2019. p. 245-269.

AZEVEDO, M. S. d. **Robótica educacional dos anos finais do ensino fundamental: um estudo de caso**. 2017. 90 f. Dissertação de Mestrado Profissional - Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias na Educação, Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Pelotas - RS.

BANDEIRA-DE-MELLO, R.; CUNHA, C. J. C. A., 2003, Atibaia. **Operacionalizando o método da grounded theory nas pesquisas em estratégia: técnicas e procedimentos de análise com o apoio do software Atlas/TI**. Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração - ENANPAD. 1-18.

BARBOSA, C. M. **Matemática com tecnologias: cubo de rubik e robótica**. 2019. 100 f. Dissertação de Mestrado Profissional - Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, Universidade Federal de Goiás, Catalão - GO.

BARBOSA, F. d. C.; SOUZA, C. d. F.; SOUZA JUNIOR, A. J. d.; ALVES, D. B. Mapeamento das pesquisas sobre robótica educacional no ensino fundamental. **Texto Livre: Linguagem e Tecnologia**, 11, n. 3, p. 331-352, 2018.

BARBOSA, R. Apostila de treinamento: Atlas. ti. 2006.

BECKER, F. Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos. *In*: KARKOTLI, G. (Ed.). **Metodologia: construção de uma proposta científica**. 1 ed. Curitiba: Camões: Transcript Publishers, 2008. p. 45-56.

BLIKSTEIN, P. Digital fabrication and 'making' in education: the democratization of invention. *In*: WALTER-HERRMANN, J. e BÜCHING, C. (Ed.). **FabLabs: of machines, makers and inventors**. Bielefeld: Transcript Publishers, 2013.

BRASIL. Indagações sobre currículo: currículo, conhecimento e cultura. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica: 48 p. 2007.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: Ministério da Educação: 595 p. 2018.

BRASIL. **Programa Mais Educação: apresentação**. Brasília, 2021. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=16689&Itemid=1113. Acesso em: 15/02/2021.

BRAZ, J. E. **A robótica educacional no ensino-aprendizagem da matemática na educação básica: metassíntese qualitativa de pesquisas brasileiras entre 2007 e 2017**. 2019. 61 f. Dissertação de Mestrado Profissional - Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Educação, Universidade Federal de Lavras, lavras - MG.

CABRAL, C. P. Tecnologia e educação: da informatização à robótica educacional. **III Workshop de Robótica Educacional**, p. 14, 2012.

CASAGRANDE, E. **Função polinomial do 2º grau: uma sequência didática apoiada nas tecnologias digitais**. 2017. 112 f. Dissertação de Mestrado Profissional - Programa de Pós-Graduação em Diversidade e Inclusão, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo - RS.

CÉSAR, D. R. **Potencialidades e limites da robótica pedagógica livre no processo de (re)construção de conceitos científico-tecnológicos a partir do Desenvolvimento de artefatos robóticos**. 2009. 131 f. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador - BA.

CÉSAR, D. R. **Robótica pedagógica livre: uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento**. 2013. 220 f. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Difusão do Conhecimento, Universidade Federal da Bahia, Salvador - BA.

D'ABREU, J. V. V.; RAMOS, J. J. G.; ROCHA, A. P.; BEZZON, G. *et al.* Uma experiência de implementação de robótica e computação física no Brasil. *In*: BARBOSA E SILVA, R. e BLIKSTEIN, P. (Ed.). **Robótica Educacional: Experiências Inovadoras na Educação Brasileira**. Porto Alegre: Penso, 2019. p. 46-64.

D'ABREU, J. V. V. Robótica pedagógica: percurso e perspectivas. **V Workshop de Robótica Educacional**, p. 79-83, 2014.

DELFINO, B. M. **Campeonatos de robótica na escola: constituição de um ambiente de aprendizagem**. 2017. 144 f. Dissertação de Mestrado Profissional - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG.

ERWIN, B. **Creative projects with LEGO mindstorms**. Upper Saddle River, NJ: Addison Wesley, 2001. 336 p.

FERREIRA, F. A. **Provas e demonstrações: compreensões de dez anos da produção em educação matemática expressa em eventos (2003 – 2013)**. 2016. 417 f. Tese de doutorado -, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo.

FERREIRA, N. S. d. A. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educação & Sociedade**, XXIII, p. 257-272, 2002.

FLLJR. **FLL Jr Brasil | FIRST® LEGO® League Junior - Brasil**. Disponível em: <https://www.flljr.com.br/>. Acesso em: 26/01/2021.

FREIMAN, V. Technology design in mathematics education. *In*: LERMAN, S. (Ed.). **Encyclopedia of Mathematics Education**. 2 ed. London, UK: Springer, 2020. p. 853-861.

GALVÃO, A. P. **Robótica educacional e o ensino de matemática: um experimento educacional em desenvolvimento no ensino fundamental**. 2018. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém – PA.

GEPFPM. Grupo de estudo e pesquisa sobre formação de professores de matemática e as revisões sistemáticas. *In*: OLIVEIRA, A. M. P. d. e ORTIGÃO, M. I. R. (Ed.). **Abordagens teóricas e metodológicas nas pesquisas em educação matemática**: Coleção SBEM, 2018. v. 13, p. 234-254.

KUCUK, S.; SISMAN, B. Behavioral patterns of elementary students and teachers in one-to-one robotics instruction. **Computers & Education**, 111, p. 31-43, 2017.

MACIEL JUNIOR, P. F. **Uma proposta de estudo da autonomia docente de professores de ciências e de matemática em exercício**. 2017. 150 f. Dissertação de Mestrado Profissional - Programa de Pós-graduação em Formação Científica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba - PR.

MAFFI, C. **Inserção da robótica educacional nas aulas de matemática: desafios e possibilidades**. 2018. 106 f. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS.

MAHMUD, D. A. **O uso de robótica educacional como motivação a aprendizagem de matemática**. 2017. 82 f. Dissertação de Mestrado Profissional - Programa de Pós-graduação em Matemática, Universidade Federal do Amapá, Macapá – AP.

MANNRICH, J. P. Um olhar sobre o movimento maker na educação (científica). **XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC**, p. 7, 2019.

MARQUES, D. D. **Robótica no ensino da função afim para alunos da EJA baseada no construcionismo de Papert**. 2018. 66 f. Dissertação de Mestrado Profissional - Programa de Pós-Graduação em Matemática, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB.

MARTINS, A. d. S. **O que é robótica**. São Paulo, SP: Editora brasiliense s.a., 2006. 98 p.

MARTINS, E. F. **Robótica na sala de aula de matemática : os estudantes aprendem matemática?** 2012. 168 f. Dissertação de Mestrado Profissional - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS.

MEDEIROS NETO, M. S. d. **Protótipo robótico de baixo custo utilizando como ferramenta para o ensino da matemática**. 2017. 81 f. Dissertação de Mestrado Profissional - Programa de Pós-Graduação em Matemática, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB.

MURPHY, R. R. **Introduction to AI robotics**. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 2000.

OLIVEIRA, A. D. d. **Robótica nas aulas de matemática: uma perspectiva tecnológica associada ao ensino de funções**. 2017. 69 f. Dissertação de Mestrado Profissional - Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB.

OLIVEIRA, R. B. d. **Conhecimento geométrico de professores do ensino fundamental - anos iniciais: um estudo a partir do observatório da educação**. 2017. 163 f. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ensino e História das Ciências e Matemática, Universidade Federal do ABC, Santo André – SP.

PAPERT, S. **LOGO: computadores e educação**. 1 ed. Editora Brasiliense S.A., 1980.

PAPERT, S. A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática. p. 210, 1994.

PASSOS, R. d. C. **Curso semipresencial de formação docente em robótica educacional para suplementação curricular de matemática para alunos com altas habilidades ou superdotação do ensino fundamental II**. 2017. 134 f. Dissertação de Mestrado Profissional - Programa de Pós-Graduação em Diversidade e Inclusão, Universidade Federal Fluminense, Niterói - RJ.

PAULINO, V. L. **O sentido que alunos do ensino médio atribuem à atividades de ensino mediadas por robótica educacional**. 2019. 174 f. Dissertação de Mestrado Profissional - Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Jataí - GO.

PRADO, J. P. d. A.; MORCELI, G. Robótica educacional: do conceito de robótica aplicada à concepção dos kits. *In*: PERALTA, D. A. (Ed.). **Robótica e Processos Formativos: da epistemologia aos kits**. Porto Alegre - RS: Editora Fi, 2019. p. 31-57.

PROVIN, S. **Interfaces da Robótica Educativa na ensinagem de alguns elementos de geometria plana no ensino fundamental**. 2020. 123 f. Dissertação de Mestrado Profissional - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo - RS.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Diálogo Educacional**, 6, n. 19, p. 37-50, 2006.

RÜEDEL, A. C. **Assimilação de conceitos relacionados a triângulos e quadriláteros através da robótica educativa**. 2019. 77 f. Dissertação de Mestrado Profissional - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Passo Fundo, Passo Fundo - RS.

SAMAGAIA, R.; NETO, D. D. Educação científica informal no movimento “maker”. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC**, p. 8, 2015.

SANTOS, C. F. R. d. **A robótica educacional como recurso de mobilização e explicitação de invariantes operatórios na resolução de problemas**. 2018. 198 f. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná Ponta Grossa - PR.

SANTOS, I. **Contribuição da robótica como ferramenta pedagógica no ensino da matemática no terceiro ano do ensino fundamental**. 2017. 161 f. Dissertação de Mestrado Profissional - Programa de Pós-Graduação em Educação e Novas Tecnologias, Centro Universitário Internacional UNINTER, Curitiba - PR.

SESI. **Conheça o FLL - FIRST Lego League - Torneio de Robótica | SESI - Portal da Indústria**. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/sesi/canais/torneio-de-robotica/first-lego-league-brasil/>. Acesso em: 10/01/2020.

SILVA, A. F. d. **RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional**. 2009. 133 f. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN.

SILVA, E. C. d. **Pensamento computacional e a formação de conceitos matemáticos nos anos finais do ensino fundamental: uma possibilidade com kits de robótica**. 2018. 264 f. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro - SP.

SILVA, E. R. d. **A incorporação do robô humanoide NAO, no processo de ensino e aprendizagem de matemática para crianças com necessidades especiais: um recurso tecnológico**. 2017. 41 f. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Amazonas, Manaus – AM.

SILVA, Í. B. d.; TAVARES, O. A. d. O. Uma pedagogia multidisciplinar, interdisciplinar ou transdisciplinar para o ensino/aprendizagem da física. **Holos**, 1, 2005.

SILVA, M. R. d. **Experiência com robótica educacional no estágio-docência: uma perspectiva inventiva para formação inicial dos professores de matemática**. 2020. 301 f.

Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia - MG.

SILVA, O. O. d. **O estudo de funções afins e seus gráficos de maneira interdisciplinar utilizando a modelagem em robótica como instrumento de aprendizagem.** 2019. 46 f. Dissertação de Mestrado Profissional - Programa de Pós-Graduação em Matemática, Universidade Federal do Amazonas, Manaus - AM.

SOARES, M. B.; MACIEL, F. **Alfabetização: série estado do conhecimento.** Brasília: MEC/Inep/Comped, 2000. 173 p.

SOUZA, M. J. F. S.; MELO, T. F. d. O.; VILELA, L. G. d. A. F.; RIBEIRO, E. A. d. L. *et al.* Análise dos produtos de programas de mestrado profissional: um recorte envolvendo o ensino de matemática na região sul do Brasil. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**, 2015.

SOUZA, T. d. J.; OLIVEIRA, J. S.; ATTIE, J. P. Grupo colaborativo contribuindo para a formação dos licenciandos em matemática. **Revista de Educação Matemática**, 14, n. 16, p. 93-101, 2017.

TEIXEIRA, C. R. O "estado da arte": a concepção de avaliação educacional veiculada na produção acadêmica do programa de pós-graduação em educação: currículo (1975-2000). **Cadernos de Pós-Graduação - educação**, 5, n. 1, p. 59-66, 2006.

VALENTE, J. A. **Educom - a história do projeto Educom.** 2006. Disponível em: <https://www.nied.unicamp.br/projeto/educom/>. Acesso em: 27/09/2021.

ZILIO, C. **Robótica educacional no ensino fundamental I: perspectivas e práticas voltadas para a aprendizagem da matemática.** 2020. 72 f. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS.

ZILLI, S. d. R. **A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática.** 2004. 89 f. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC.

APÊNDICE A – Teses e dissertações com seus respectivos autores e orientadores

Título	Autor(a)	Orientador
Robótica educacional e raciocínio proporcional: uma discussão à luz da teoria da relação com o saber	Edvanilson Santos De Oliveira	Abigail Fregni Lins
Ensino das relações métricas do triângulo retângulo com robótica educacional	Marden Eufrasio dos Santos	Andréa Pereira Mendonça
Rede de aprendizagem em robótica: uma perspectiva educativa de trabalho com jovens	Fernando Da Costa Barbosa	Arlindo José De Souza Júnior
Educação e robótica educacional na escola pública: as artes do fazer	Fernando Da Costa Barbosa	Arlindo José De Souza Júnior
Campeonatos de robótica na escola: constituição de um ambiente de aprendizagem.	Brythner Monteiro Delfino	Arlindo José De Souza Júnior
Experiência com robótica educacional no estágio-docência: uma perspectiva inventiva para formação inicial dos professores de matemática	Marcos Roberto da Silva	Arlindo José de Souza Júnior
Projetos de robótica educacional para criar cenários multidisciplinares como apoio ao ensino e aprendizagem de matemática e física	Márcio Lúcio Dias Pereira	Carlos Fernando De Araújo Júnior
Curso semipresencial de formação docente em robótica educacional para suplementação curricular de matemática para alunos com altas habilidades ou superdotação do Ensino Fundamental II	Ramieri Da Cunha Passos	Cristina Maria Carvalho Delou
Protótipo robótico de baixo custo utilizando como ferramenta para o ensino da matemática	Manoel Satiro De Medeiros Neto	Davis Matias De Oliveira
Robótica educacional: socializando e produzindo conhecimentos matemáticos	Maritza Costa Moraes	Débora Pereira Laurino & Celiane Costa Machado
Exploração de tópicos de matemática em modelos robóticos com utilização do <i>software</i> SLOGO no Ensino Médio	Saulo Furletti	Dimas Felipe De Miranda
Projeto de um sistema de desvio de obstáculos para robôs móveis baseado em computação reconfigurável	Jecel Mattos De Assumpção Júnior	Eduardo Marques
Robótica educativa na construção do pensamento matemático	Franciella Aragão	Elcio Schuhmacher
Aplicação das operações com matrizes movimentando um robô no plano	Walter Rafael Da Silva Pantoja	Erasmus Senger
Matemática com tecnologias: cubo de rubik e robótica	Cassiano Marques Barbosa	Fernando da Costa Barbosa
O ensino de funções lineares: uma abordagem construtivista/construcionista por meio do kit Lego® Mindstorms.	Abraão De Almeida Silva	Fernando Kennedy da Silva & Marcelo Henrique Stoppa
Utilização de matrizes no estudo de orientação e posição de um braço robótico por meio das coordenadas de Denavit-Hartenberg.	Carlos Gomides Da Costa	Fernando Kennedy da Silva &

		Marcelo Henrique Stoppa
Robótica educacional como cenário investigativo nas aulas de matemática	Karina Disconsi Maliuk	Francisco Egger Moellwald
A matemática na robótica	Rafael Braz De Macêdo	Francisco Valdemiro Braga
O uso da robótica educacional para a aprendizagem de grandezas e medidas	Luso Soares Madureira	Ismar Frango Silveira
Uma proposta de estudo da autonomia docente de professores de ciências e de matemática em exercício	Percy Fernandes Maciel Junior	João Amadeus Pereira Alves
Robótica no ensino da função afim para alunos da EJA baseada no construcionismo de Papert	Daniel Dantas Marques	José Fernando Leite Aires
Robótica nas aulas de matemática: uma perspectiva tecnológica associada ao ensino de funções	Ailton Diniz De Oliveira	José Lamartine Da Costa Barbosa
Atividades com robótica educacional para as aulas de matemática do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental: utilização da metodologia Lego® Zoom Education	Willian Dos Santos Rodrigues	José Marcos Lopes
Robótica educacional e o ensino de matemática: um experimento educacional em desenvolvimento no Ensino Fundamental	Angel Pena Galvão	José Ricardo E Souza Mafra
As potencialidades da robótica educacional na matemática básica sob a perspectiva da teoria da atividade	Carlos Alberto Pedroso Araújo	José Ricardo E Souza Mafra
<i>Software</i> educativo na prática de ensino: confluências e divergências conceituais e implicações didáticas	Flávia Lamounier Gontijo	José Wilson Da Costa
Robótica educativa: uma proposta construcionista para a ensinagem de alguns elementos da geometria plana no Ensino Fundamental	Sara Provin	Juliano Tonezer da Silva & Luiz Henrique Ferraz Pereira
Estudantes do Ensino Fundamental com indícios de altas habilidades/superdotação: interações e aprendizagens em uma oficina de tecnologia assistiva	Sebastião Luiz Batista	Jussara Martins Albernaz
Uma discussão sobre robótica educacional no contexto do modelo TPACK para professores que ensinam matemática.	Thiago Melo Alexandrino	Luciane Mulazani Dos Santos
Altas habilidades/superdotação e robótica: relato de uma experiência de aprendizagem a partir de Vygotsky	Wilson Roberto Francisco Pereira	Luciano Frontino De Medeiros
Contribuição da robótica como ferramenta pedagógica no ensino da matemática no terceiro ano do Ensino Fundamental	Icleia Santos	Luciano Frontino De Medeiros
Uma aplicação da robótica educacional no estudo do número irracional π utilizando Lego Mindstorm EV3	Tiago Pereira Armão	Luciele Rodrigues Nunes & Cinthya Maria Schneider Meneghetti

Robótica educacional no Ensino Fundamental I: perspectivas e práticas voltadas para a aprendizagem da matemática	Charlene Zilio	Márcia Finimundi Nóbile
Robótica educativa: um recurso para o estudo de geometria plana no 9º ano do Ensino Fundamental	Maria Claudete Schorr Wildner	Márcia Jussara Hepp Rehfeldt. & Marli Teresinha Quartieri
Função polinomial do 2º grau: uma sequência didática apoiada nas tecnologias digitais	Emília Casagrande	Marco Antonio Sandini Trentin
Assimilação de conceitos relacionados a triângulos e quadriláteros através da robótica educativa	Alessandra Cristina Ruedell	Marco Antonio Sandini Trentin
Robótica educacional dos Anos Finais do Ensino Fundamental: um estudo de caso	Marcelo Schiller De Azevedo	Marcos André Betemps Vaz Da Silva
Robótica na sala de aula de matemática: os estudantes aprendem matemática?	Elisa Friedrich Martins	Marcus Vinicius De Azevedo Basso
A incorporação do robô humanoide NAO, no processo de ensino e aprendizagem de matemática para crianças com necessidades especiais: um recurso tecnológico	Edino Ramos Da Silva	Marlene Araújo De Faria
O uso de Arduino na criação de kit para oficinas de robótica de baixo custo para escolas públicas	Luiz Ariovaldo Fabri Junior	Marli De Freitas Gomes Hernandez & Paulo Sérgio Martins Pedro
Implementação de um projeto de robótica com o apoio dos conceitos de ciências e matemática	Vinicius Silveira Magnus	Marlise Geller
A robótica educacional e suas relações com o ludismo: por uma aprendizagem colaborativa.	Marcelo Fernandes Santos	Márlon Herbert Flora Barbosa Soares
A robótica educacional como recurso de mobilização e explicitação de invariantes operatórios na resolução de problemas.	Clodogil Fabiano Ribeiro Dos Santos	Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro & Jussara Rodrigues Ciappina
Métodos inovadores agregados à tecnologia como ferramentas auxiliaadoras no aprendizado da matemática	Robson Luis Thomé	Olímpio Hiroshi Miyagaki
O uso da robótica educativa e o desenvolvimento de competências e habilidades matemáticas	Carlos Alves De Almeida Neto	Plácido Francisco De Assis Andrade.
Robótica educacional - potencializando o ensino da matemática	Flávio Miranda Dos Santos	Rigoberto Gregorio Sanabria Castro
O estudo de funções afins e seus gráficos de maneira interdisciplinar utilizando a modelagem em robótica como instrumento de aprendizagem	Osmar Oliveira da Silva	Roberto Antonio Cordeiro Prata
O sentido que alunos do Ensino Médio atribuem a atividades de ensino mediadas por robótica educacional	Vagner Lucio Paulino	Rodrigo Claudino Diogo

Utilização de conceitos básicos de matemática e experimentos de robótica para a compreensão de fenômenos físicos	Gilmar José Do Nascimento	Romes Antônio Borges
A robótica educacional como meio para à aprendizagem da matemática no Ensino Fundamental	Patrícia Nádia Nascimento Gomes	Ronei Ximenes Martins
A robótica como auxílio à aprendizagem da matemática: percepções de uma professora do Ensino Fundamental público	Ana Paula Meneses Rodarte	Ronei Ximenes Martins
A robótica educacional no ensino-aprendizagem da matemática na educação básica: metassíntese qualitativa de pesquisas brasileiras entre 2007 e 2017	Jussara Elizandra Braz	Ronei Ximenes Martins
Robótica educacional: uma proposta para a educação básica	Juliana Wallor De Andrade	Rosane Rossato Binotto & Milton Kist
Aprendizado por reforço relacional para o controle de robôs sociáveis	Renato Ramos Da Silva	Roseli Aparecida Francelin Romero
O uso de robótica educacional como motivação a aprendizagem de matemática	Dimitri Alli Mahmud	Simone De Almeida Delphim Leal
Uso da robótica no ensino de proporção aos alunos do Ensino Fundamental II	Gileno Moura Do Nascimento	Siobhan Victoria Healy
A dança dos robôs: qual a matemática que emerge durante uma atividade lúdica com robótica educacional?	Rogério Lopes Leitão	Siobhan Victoria Healy
Interpretação de gráficos de velocidade em um ambiente robótico	Renata Martins Fortes	Siobhan Victoria Healy
Robótica e as transformações geométricas: um estudo exploratório com alunos do Ensino Fundamental	Rosângela Mengai Accioli	Siobhan Victoria Healy
Pensamento computacional e a formação de conceitos matemáticos nos Anos Finais do Ensino Fundamental: uma possibilidade com kits de robótica	Eliel Constantino Da Silva	Sueli Liberatti Javaroni
Inserção da robótica educacional nas aulas de matemática: desafios e possibilidades	Caroline Maffi	Tháisa Jacintho Müller
Ensino de matemática através da robótica: movimento do braço mecânico	Rafael Nink De Carvalho	Tomás Daniel Menéndez Rodríguez
Conhecimento geométrico de professores do Ensino Fundamental - Anos Iniciais: um estudo a partir do observatório da educação	Ricardo Benedito De Oliveira	Virgínia Cardia Cardoso
A arte de aprender para ensinar: discutindo a capacitação de robótica com Arduino® para professores de ciências e matemática do município de Paracambi/RJ	Patricia Carlos Torres De Almeida	Wallace Vallory Nunes

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).