

Universidade Federal de São Carlos  
Centro de Educação e Ciências Humanas  
Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade

# Processo de construção do conhecimento científico na educação básica a partir de experiências com robótica pedagógica

Ortenio de Oliveira

São Carlos – SP  
Fevereiro – 2018

ORTENIO DE OLIVEIRA

# Processo de construção do conhecimento científico na educação básica a partir de experiências com robótica pedagógica

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade, do Centro de Educação e Ciências Humanas, da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Mill

São Carlos – SP  
Fevereiro – 2018



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

Centro de Educação e Ciências Humanas  
Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade

---

**Folha de Aprovação**

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Otávio de Oliveira, realizada em 26/02/2016:

---

Prof. Dr. Daniel Ribeiro Silva Mill  
UFSCar

---

Prof. Dr. Roberto Ferrari Junior  
UFSCar

---

Prof. Dr. Sergio Fujito Miyahara  
UNESP

---

Profa. Dra. Sara Marisa da Graça Dias do Carmo Trindade  
UC

Certifico que a defesa realizou-se com a participação à distância do(s) membro(s) Daniel Ribeiro Silva Mill Sara Marisa da Graça Dias do Carmo Trindade e, depois das arguições e deliberações realizadas, o(s) participante(s) à distância está(ão) de acordo com o conteúdo do parecer da banca examinadora redigido neste relatório de defesa.

---

Prof. Dr. Daniel Ribeiro Silva Mill

## RESUMO

OLIVEIRA, Ortenio de. **Processo de construção do conhecimento científico na educação básica a partir de experiências com robótica pedagógica**. 2018. Dissertação (Mestrado em CTS) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2018.

Com presença cada vez mais intensa no cotidiano, as inovações tecnológicas influenciam o modo de vida da sociedade, mudando comportamentos e percepções da realidade. Na esfera educacional, desperta a atenção para a necessidade de reflexões e reformulações dos seus processos de ensino, visando suprir as expectativas de aprendizagem de gerações de estudantes cada vez mais conectados com o mundo à sua volta. Assim sendo, esta investigação tem por objetivo identificar e caracterizar o processo de construção do conhecimento científico na educação básica, mediante experiências que utilizam a robótica como ferramenta pedagógica. Para atingir este objetivo, a pesquisa foi desmembrada nos objetivos específicos: 1) identificar e caracterizar iniciativas de uso da robótica no contexto educacional; 2) acompanhar e analisar como são elaboradas e aplicadas as experiências; 3) descrever as estratégias pedagógicas mais comuns nessas experiências, identificando os conteúdos mais explorados; 4) sistematizar e analisar as possibilidades de emprego da robótica para a construção de conhecimentos científicos de áreas não exploradas nas experiências analisadas; 5) explorar possíveis relações entre robótica pedagógica e teorias da aprendizagem. Os procedimentos metodológicos adotados para atingir os objetivos propostos foram divididos em etapas distintas. Na primeira etapa foi realizada a pesquisa bibliográfica, no âmbito nacional, em bases de dados científicas, selecionando teses, dissertações e a produção científica publicada em anais de eventos da SBC. No âmbito internacional, artigos das bases de dados *Scopus* e *Web of Science* complementaram a pesquisa bibliográfica, relatando as contribuições e os desafios da robótica pedagógica, apontando tendências positivas de sua aplicação no ensino de engenharias, da matemática, de ciências e também na educação tecnológica. A segunda etapa contou com a pesquisa de campo, feita em instituições que realizam as experiências com robótica, como parte integrante do currículo ou em atividades extracurriculares. Como resultados, na primeira etapa destacamos a similaridade entre os discursos da temática que discorrem sobre formas de implementação da robótica na educação, seus aspectos motivacionais e os desafios enfrentados. As produções internacionais são mais enfáticas ao refletir a necessidade da realização de mais pesquisas e, em ambas as produções, nacionais e internacionais, a exploração da robótica se dá tanto em relação às disciplinas científicas quanto na educação tecnológica. Na segunda etapa, os resultados se mostraram promissores, principalmente em uma das instituições, onde a temática foi implementada em anos iniciais do ensino fundamental, abordando conteúdos

de ciências em conjunto com atividades de robótica. Os alunos se mostraram motivados no decurso das atividades, fazendo das aulas seu momento de brincadeira dentro da escola. Os professores sinalizaram para expansão das atividades, contemplando outras disciplinas e o aumento no número de alunos participantes. Outros pontos que podem ser destacados nos resultados, em todas as etapas: o foco da maioria das pesquisas envolvendo a robótica está voltado para a educação tecnológica, elevando o letramento digital a um ponto fulcral nas questões que envolvem as tecnologias na educação básica. O material utilizado (*kits* de robótica) é determinante para o bom desempenho das atividades e necessita direcionamento de acordo com a idade dos participantes e os objetivos a serem alcançados. Entre as áreas mais exploradas com a robótica, em teses e dissertações, estão a matemática (26,67%) e a educação tecnológica (40%). No entanto, aspectos tipicamente sociais, como a ética, a inclusão, a cooperação, também fizeram parte do rol de competências trabalhadas.

**Palavras-chave:** Robótica pedagógica; tecnologia educacional; ciência e tecnologia; construcionismo; ensino de ciências.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Ortenio de. **Process of construction of scientific knowledge in basic education from experiences with pedagogic robotics**. 2018. Dissertation (Masters in CTS) - Federal University of São Carlos, São Carlos. 2018.

With an increasingly intense presence in daily life, technological innovations influence the way of life of society, changing behaviors and perceptions of reality. In the educational sphere, it draws attention to the need for reflections and reformulations of its teaching processes in order to meet the learning expectations of generations of students increasingly connected with the world around them. Thus, this research aims to identify and characterize the process of construction of scientific knowledge in basic education through experiences that use robotics as a pedagogical tool. To achieve this goal, the research was divided into specific objectives: 1) to identify and characterize initiatives of robotics use in the educational context; 2) to monitor and analyze how the experiences are elaborated and applied; 3) describe the most common pedagogical strategies in these experiments, identifying the most explored contents; 4) to systematize and analyze the possibilities of employment of robotics for the construction of scientific knowledge of areas not explored in the analyzed experiments; 5) explore possible relationships between pedagogical robotics and learning theories. The methodological procedures adopted to achieve the proposed objectives were divided into different stages. In the first stage, a bibliographical research was carried out, at a national level, in scientific databases, selecting theses, dissertations and the scientific production published in annals of SBC events. At the international level, articles from the Scopus and Web of Science databases complemented the bibliographical research, reporting on the contributions and challenges of pedagogic robotics, pointing out positive trends in its application in the teaching of engineering, mathematics, science and also in technological education. The second stage counted on the field research, done in institutions that perform the experiments with robotics as an integral part of the curriculum or in extracurricular activities. As results, in the first stage, we highlight the similarity between the discourses of the theme that discuss ways of implementing robotics in education, its motivational aspects and the challenges faced. International productions are more emphatic in reflecting the need for more research and, in both national and international productions, the exploration of robotics takes place both in scientific disciplines and in technological education. In the second stage, the results were promising, especially in one of the institutions, where the theme was implemented in early years of elementary education, addressing science content in conjunction with robotics activities. The students were motivated during the activities, making the classes their moment of play within the school. The teachers signaled for expansion of the activities contemplating other disciplines and the increase in the number of students participating. Other points that can be highlighted in the results, at all stages: the focus of most research involving robotics is focused on technological education, raising digital literacy to a central point in the issues involving technologies in basic education. The material used (the robotic kits) are determinant for the good performance of the activities and require direction according to the age of the participants and the objectives to be achieved. Among the areas most explored with robotics, in theses and dissertations are

mathematics (26.67%) and technological education (40%), however, typically social aspects such as ethics, inclusion and cooperation were also part of the competencies.

**Keywords:** Pedagogical robotics; educational technology; science and technology; constructionism; science teaching.

Há tempo para tudo!

Muitas vezes,  
pessoas à nossa volta  
acreditam muito mais  
em nós  
do que nós mesmos.

A você.

Ao Senhor, dedico...

...e agradeço.

A caminhada foi longa.

No percurso alguns ficaram.

Muitos estão.

Valeu cada momento.

A todos vocês, o meu agradecimento.

Em especial,

Michelle, João Luis; nossos pais e irmãos.

Patrícia, Simone Stange,

Paulo Lazaretti e professores do CTS.

Prof. Dr. Daniel Mill, orientador e ao amigo Mill, obrigado pela confiança.

membros das bancas dos exames de qualificação e defesa: Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>.Joice Lee Otsuka,  
Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>. Sara Trindade, Prof.Dr.Roberto Ferrari Junior e Prof.Dr. Sergio Fumio Miyahara

professores Leonardo e Dênis, professora Paloma e diretora Neusa.

Colégios, fontes da coleta de dados.

à UFSCar pela acolhida,

à CAPES pelo fomento.

Obrigado.

## SUMÁRIO

Lista de Figuras .....	ix
Lista de Quadros .....	x
Lista de Tabelas .....	x
Lista de Siglas .....	xi
<b>Capítulo 1. Introdução e contextualização sobre o estudo</b> .....	15
1.1. Problematização, contextualização e hipóteses do estudo .....	16
1.2. Objetivos da Pesquisa .....	20
1.3. Fundamentação teórica .....	21
1.4. Proposta de estrutura da dissertação .....	21
<b>Capítulo 2. Procedimentos metodológicos</b> .....	23
2.1. Pesquisa bibliográfica e revisão da literatura .....	24
2.1.1. Teses e dissertações nas bases do Grupo Horizonte e BDTD.....	25
2.1.2. Artigos publicados nos eventos CBIE, SBIE e WIE .....	26
2.1.3. Artigos nas bases de dados do Portal de Periódicos CAPES/MEC.....	27
2.1.4. Apresentação dos dados da pesquisa bibliográfica.....	28
2.2. Investigações <i>in loco</i> de experiências com robótica pedagógica .....	28
2.2.1. Visitas às instituições .....	30
2.2.2. Coleta de dados .....	30
2.3. Análise e interpretação dos dados coletados . .....	31
<b>Capítulo 3. Robótica pedagógica na educação brasileira: uma revisão de literatura</b>	
3.1. Introdução .....	32
3.2. Uma breve reflexão sobre tecnologias e suas características tipicamente educacionais .....	32
3.3. Robótica Pedagógica: contexto histórico e aproximações conceituais .....	38
3.4. Educação e tecnologias: potencialidades da robótica como ferramenta pedagógica .....	44
3.5. Pesquisa bibliográfica: abordagens sobre robótica pedagógica a partir de produções científicas .....	49
3.5.1. Fontes de pesquisa: teses e dissertações .....	50
3.5.2. Fontes de pesquisa: artigos dos eventos da SBC (CBIE, SBIE, WIE).....	60
3.6. Análises preliminares das teses e dissertações e eventos dos anais da SBC.....	62
<b>Capítulo 4. Robótica pedagógica sob a perspectiva de produções científicas: revisão sistemática e análise bibliométrica</b>	
4.1. Introdução.....	66
4.2. Procedimentos metodológicos específicos para esta fase do estudo: revisões sistemáticas e análise bibliométrica.....	67
4.3. Análise e considerações sobre os artigos selecionados na revisão bibliográfica .....	76
<b>Capítulo 5. Análise de experiências com robótica pedagógica no ensino básico</b>	
5.1. Introdução .....	86
5.2. Investigação de experiências com robótica pedagógica .....	89
5.3. Planejamento e prototipagem .....	93

5.3.1. Colégio Alfa: Projeto-piloto para participação em competição Rallyduino e Projeto Biomas Brasileiros .....	93
5.3.2. Colégio Beta: Robótica com Lego <i>Mindstorms</i> em auxílio às aulas de matemática .....	112
5.3.3. Colégio Gama: Curso e oficinas de robótica para o ensino da matemática .....	117
5.4. Considerações parciais do capítulo .....	125

<b>6. Considerações finais .....</b>	<b>129</b>
--------------------------------------	------------

<b>7. Referências .....</b>	<b>134</b>
-----------------------------	------------

## **Anexos**

Anexo A. Recorte do parecer do Comitê de Ética da UFSCar.....	142
Anexo B. Roteiro de entrevista preliminar nas instituições .....	143

## **Apêndices**

Apêndice A. Universidades avaliadas com notas 5, 6 e 7 no Programa de Pós-graduação em Educação no quadriênio encerrado em 2017 .....	144
Apêndice B. Teses selecionadas a partir do Grupo Horizonte e da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações .....	146
Apêndice C. Dissertações selecionadas a partir da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações .....	149
Apêndice D. Produções científicas dos anais de eventos da SBC.....	150

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Recorte com localidades participantes da OBR no Estado de São Paulo .....	20
Figura 3.1. Avaliação do Programa de Pós-graduação em Educação para UFBA.....	51
Figura 3.2. Teses relacionadas à robótica pedagógica por ano de defesa .....	54
Figura 3.3. Número de teses defendidas por IES e região, de 2007 a 2016, em unidades e percentuais (%) correspondentes.....	55
Figura 3.4. Dissertações defendidas por ano .....	57
Figura 3.5. Dissertações defendidas por IES e Região.....	57
Figura 3.6. Áreas exploradas em dissertações .....	59
Figura 3.7. Total de produções por IES, distribuído entre teses e dissertações.....	60
Figura 3.8. Recorte de página <i>web</i> com anais dos eventos da SBC.....	61
Figura 4.1. Recorte com as áreas que compõem a revisão sistemática gerenciadas pelo <i>software: Planning, Execution e Summarization</i> .....	68
Figura 4.2. Visualização da fonte dos dados ( <i>Source list</i> ) no protocolo onde foram criadas identificações das bases de dados que compõem a revisão: <i>Web of Science e Scopus</i> .....	71
Figura 4.3. <i>Studies Identification</i> , local onde se localizam as fontes de dados criadas no protocolo.....	72
Figura 4.4. Criação de sessões para receber os dados importados.....	72
Figura 4.5. Sessões criadas no gerenciador de referências.....	72
Figura 4.6. Tela do Método de cálculo do <i>score</i> .....	73
Figura 4.7. <i>Score “1”</i> atribuído pelo gerenciador de referências, ao contar o termo <i>robotics</i> na seção <i>keywords</i> .....	75
Figura 5.1. Placa de prototipagem Arduino UNO.....	94
Figura 5.2. Interface de usuário do <i>Scratch</i> versão <i>desktop</i> .....	95
Figura 5.3. Recorte de programa em interface Arduino .....	96
Figura 5.4. Vista frontal do trajeto a ser percorrido na competição.....	97
Figura 5.5. Vista dos obstáculos no trajeto a ser percorrido na competição.....	98
Figura 5.6. Vista da rampa, opção do trajeto a ser percorrido na competição.....	98
Figura 5.7. Vista da área de compartimento para a bolinha de pingue-pongue.....	99
Figura 5.8. Veículo (robô) criado com placa de prototipagem Pete, usado nos testes em laboratório .....	100
Figura 5.9. Recorte da interface de programação Fácil com comandos da linguagem.....	101
Figura 5.10. Distribuição dos biomas brasileiros .....	104
Figura 5.11. Painel estampado com os biomas brasileiros .....	105
Figura 5.12. Robô montado com sucata eletrônica e <i>kit</i> Pete . .....	108
Figura 5.13. Robô em movimento para executar uma tarefa .....	109
Figura 5.14. Unidade de controle Lego <i>Mindstorms</i> NXT.....	113
Figura 5.15. Módulo de controle do <i>kit Alpha Mecatrônica</i> Pete.....	118
Figura 5.16. Robô Zero, dispositivo básico montado com <i>kit Alpha Mecatrônica</i> .....	119
Figura 5.17. Alunos montando o Robô Zero .....	120
Figura 5.18. Tela inicial do <i>software</i> Legal .....	121
Figura 5.19. Botões de função do <i>software</i> Legal.....	122
Figura 5.20. Atividades de matemática realizadas com Robô Zero sobre um plano cartesiano .....	123

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1. Bases de dados de origem das teses e dissertações utilizadas na pesquisa bibliográfica com o tema robótica pedagógica .....	25
Quadro 2.2. Localização dos artigos selecionados em eventos nacionais .....	27
Quadro 2.3. Informações do primeiro contato com as instituições.....	30
Quadro 3.1. Estilos de aprendizagem com suas características.....	36
Quadro 3.2. Principais componentes de um robô.....	39
Quadro 3.3. Recorte de teses, com o tema Robótica Pedagógica, catalogadas pelo Grupo Horizonte .....	50
Quadro 3.4. Recorte com teses selecionadas na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações .....	51
Quadro 3.5. Resumo dos objetivos das teses analisadas .....	52
Quadro 3.6. Contagem de <i>kits</i> e de referenciais teóricos com maior incidência nas teses.....	54
Quadro 3.7. Disciplinas mais exploradas nas dissertações. ....	59
Quadro 3.8. Produções científicas selecionadas em eventos da SBC com respectivo <i>link</i> .....	61
Quadro 3.9. Principais conteúdos presentes nos artigos dos eventos com o número de ocorrências.....	62
Quadro 4.1. Formulário com características do protocolo de revisão sistemática.....	68
Quadro 4.2. <i>Strings</i> de busca de artigos nas bases <i>Scopus</i> e <i>Web of Science</i> .....	70
Quadro 4.3. Critérios de inclusão e exclusão de artigos utilizados no estudo .....	73
Quadro 4.4. Síntese dos artigos após importação.....	74
Quadro 4.5. Artigos selecionados para leitura detalhada.....	76
Quadro 4.6. Artigos que fazem referência à educação STEM.....	83
Quadro 4.7. Artigos publicados com o tema STEM, por ano .....	84
Quadro 4.8. Artigos que fazem referência a <i>computational thinking</i> .....	85
Quadro 4.9. Artigos publicados com o tema <i>computational thinking</i> , por ano .....	85
Quadro 5.1. Síntese das características das experiências de robótica pedagógica nas instituições de ensino pesquisadas .....	88
Quadro 5.2. Pilares da educação propostos por Delors.....	92

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1. Número de teses defendidas por região, em unidades e percentuais (%) correspondentes.....	55
Tabela 3.2. Número de dissertações defendidas por região e IES, em valores percentuais (%) .....	58

## LISTA DE SIGLAS

BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
CAFe	Comunidade Acadêmica Federada
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBIE	Congresso Brasileiro de Informática na Educação
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
IES	Instituição de Ensino Superior
LaPES	Laboratório de Pesquisa em Engenharia de <i>Software</i>
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
OBR	Para além dos ambientes escolares, a Olimpíada
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OECD	<i>Organization for Economic Cooperation and Development</i>
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
PPG	Programa de Pós-Graduação
SBC	Sociedade Brasileira de Computação
SBIE	Simpósio Brasileiro de Informática na Educação
START	<i>State of the Art through systematic review</i>
STEM	<i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i>
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
WIE	<i>Workshop</i> de Informática na Escola

## Capítulo 1

### Introdução e contextualização sobre o estudo

Tratar a evolução do homem como um ser social não seria possível sem que se fizesse referência a dois elementos que o acompanham desde os primórdios: a ciência e a tecnologia. É pouco provável que se atingisse algum grau de desenvolvimento sem eles e, principalmente, sem a interação entre eles. Ainda hoje, alguns dos processos pelos quais passaram se refletem no cotidiano. Caso típico das ciências, que na Grécia Antiga foi fragmentada em partes menores para que se pudesse assimilar os conhecimentos dela provenientes, estabelecidos na relação entre mestre e discípulo. O termo disciplina é nome usual no campo educacional para definir essa fragmentação do conhecimento. Vale ressaltar, ainda, que o termo é aplicado a vários campos, sendo assim definido pelo Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa, além dos já mencionados:

- regulamento sobre conduta dos diversos membros de uma coletividade, imposto ou aceito democraticamente, que tem por finalidade o bem-estar dos membros e bom andamento dos trabalhos;
- ordem; bom comportamento;
- obediência a regras de cunho interior; firmeza; constância;
- castigo; penitência (HOUAISS, 2001).

O mesmo não foi diferente quanto às tecnologias. Das necessidades humanas de sobrevivência vieram evoluindo e se transformando; melhorando processos e incorporando novas formas de posicionamento frente às mais diversas situações e de solução de problemas à medida que surgiam. Até que, no final do último século, as tecnologias digitais ganharam impulso, permeando de forma definitiva, ao que tudo indica, a vida do novo cidadão. Assim, as tecnologias digitais estão mais presentes no cotidiano da sociedade contemporânea, contribuindo para a mudança de mentalidade, influenciando a vida dos cidadãos, bem como alterando as formas de atuação das organizações e exigindo, de todos, a adaptação aos novos cenários políticos, econômicos e sociais.

Nas últimas décadas, acompanhando a tendência de expansão das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), as informações emergentes desmitificaram a robótica como elemento puramente ficcional e intangível, possibilitando sua inserção nos mais variados campos da sociedade, como inovações tecnológicas agora acessíveis. No

âmbito educacional, essas inovações tecnológicas também aparecem, exercendo dupla função: primeiro, incorporam-se ao rol de ferramentas que auxiliam nos processos administrativos e, segundo, como tecnologias educacionais, abarcando recursos com fins pedagógicos, adentram as salas de aula em praticamente todos os níveis de ensino. Essa segunda função delineou o presente estudo que, inserido na linha de pesquisa Linguagens, Comunicação e Ciência, fazendo parte do campo CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade –, tem a finalidade de investigar o processo de construção do conhecimento científico na educação básica, analisado a partir de experiências mediadas pela robótica pedagógica.

### **1.1. Problematização, contextualização e hipóteses do estudo**

Nos últimos anos, a ciência e as tecnologias proliferaram de tal maneira que não são raros os discursos que as elevam a níveis surreais, quase mágicos e dotadas de capacidades de resolução de todos os problemas da sociedade. Quando se trata da educação, essa visão ganha uma projeção ainda maior, no sentido de que a simples adoção de inovações tecnológicas se traduzem, por si só, em inovações tecnológicas com potencial para suportar os processos educacionais. Se esta tendência se frustrar, segundo Bazzo (2015), as responsabilidades pelo fracasso são transferidas aos alunos ou à estrutura do ensino (considerando-se também a tecnologia adotada), sem levar em conta as influências de aspectos filosóficos e ideológicos no processo de aprendizagem, o que pode ser fruto de uma visão simplista do papel que um processo de ensino desempenha socialmente (p.15).

Analisar como a robótica pedagógica se posiciona na construção de conhecimentos científicos na educação básica requer apuradas reflexões de como se articulam os elementos que constituem os processos educacionais: os gestores, os professores, os estudantes e a tecnologia mediadora<sup>1</sup>. Estes são elementos estruturantes da educação e estão diretamente relacionados com a cultura de cada época, em qualquer sociedade.

A educação escolar brasileira, de acordo com o disposto no Art.21 da Lei 9.394/96 – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) –, está organizada em dois níveis. No primeiro nível está a educação básica e engloba os ensinos infantil, fundamental e

---

<sup>1</sup> Elementos constitutivos da educação, segundo Mill (2013).

médio. O outro nível é composto pela educação superior que, por sua vez, se desdobra em graduação e pós-graduação. No Art.22 da mesma Lei 9.394/96, são tratadas as finalidades da educação básica: desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores (BRASIL, 1996).

No Art.32, o ensino fundamental terá por objetivo a formação básica do cidadão, mediante:

- I – o desenvolvimento da capacidade de aprender, tendo como meios básicos o pleno domínio da leitura, da escrita e do cálculo;
- II – a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade;
- III – o desenvolvimento da capacidade de aprendizagem, tendo em vista a aquisição de conhecimentos e habilidades e a formação de atitudes e valores;
- IV – o fortalecimento dos vínculos de família, dos laços de solidariedade humana e de tolerância recíproca em que se assenta a vida social (BRASIL, 1996).

Isso implica dizer que a educação básica é o período onde se inicia a fase escolar da criança, onde ela adquire competências e habilidades que a conduzirão no decorrer de sua formação como cidadã. Em outras palavras, procura criar uma identidade própria no estudante, que o acompanhará durante a vida.

Para cumprir com essas metas a educação deve se organizar em torno de quatro aprendizagens fundamentais, que necessitam o envolvimento dos estudantes, professores e gestores: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser (DELORS, 2003). Japiassu (1976) havia sintetizado essas aprendizagens em aprender a aprender. E o que significa isso? Para Allonso, Gallego e Honey (2007), aprender a aprender pode ser definido como o conhecimento e a habilidade necessários para aprender efetivamente em qualquer situação em que se encontre (ALLONSO; GALLEGO; HONEY, 2007, p. 54).

Essa realidade requer do professor, competências que vão além dos conhecimentos específicos com os quais está acostumado a lidar. Exige, agora, tanto competências pedagógicas quanto competências tecnológico-digitais para auxiliar os estudantes na construção do seu conhecimento (SCHLEMMER, 2010). Segundo Pavão et al. (2011),

não se trata de repetir aquela fórmula de ensinar ciência, muito utilizada na década de 70, que se baseava num “ensino experimental” em que o

aluno seguia uma receita para realizar uma série de experimentos, todos com final fechado. Propagando uma visão linear e positivista do método científico, ela não reconhecia toda a dialética envolvida na construção do conhecimento. Fazer ciência na escola não é necessariamente descobrir uma nova lei, desenvolver uma nova teoria, propor um novo modelo ou testar uma nova fórmula. Fazer ciência na escola é utilizar procedimentos próprios da ciência como observar, formular hipóteses, experimentar, registrar, sistematizar, analisar, criar ... e transformar o mundo (PAVÃO et al., 2011, p.15).

Essas formas de aprendizagem se interligam com plataformas virtuais e consequentemente, com a Educação a Distância (EaD) que, de acordo com UNESCO (2015), podem alcançar educadores, a fim de aumentar suas capacidades, ou mesmo alunos, para potencializar sua experiência educacional (UNESCO, 2015, p.28). Argumenta, ainda, que abordagens inovadoras incorporam um ambiente misto de aprendizagem, com atividades *online* e *offline*, de forma que a aprendizagem não esteja confinada à tela do computador e que existam oportunidades para aprendizagem colaborativa e experiências práticas (UNESCO, 2015, p.29).

Surge, neste contexto, toda a potencialidade da robótica. A ferramenta pode ser inserida como mediadora de processos ensino-aprendizagem traduzindo-se em diferencial importante à educação, no sentido de propiciar experiências interdisciplinares aos estudantes, oferecendo a oportunidade de se confrontar e resolver problemas pela simulação de situações da vida real, respeitando as características de aprendizagem individuais. Dessa forma, em um ambiente socialmente construído, os saberes são compartilhados e, experimenta-se na prática os conceitos teóricos aprendidos nos moldes escolares convencionais, em que os estudantes, via de regra, têm como principal incumbência memorizar conteúdos e reproduzi-los quando são chamados a fazer. É o aprender fazendo, investigando, experimentando, simulando, colocando a mão na massa. Em suma, a robótica pedagógica propicia condições de se tratar do processo ensino-aprendizagem em um ambiente lúdico, apreender conteúdos científicos, aprender conceitos de eletrônica, mecânica e computação diretamente ligados à robótica, enquanto promove a inclusão tecnológica e o letramento digital, contribuindo para a formação de cidadãos críticos, autônomos e atuantes numa sociedade cada vez mais globalizada.

Neste cenário, apresentamos como problemas de pesquisa: como se caracterizam as experiências que utilizam a robótica como recurso pedagógico na educação básica?

Qual o objetivo das experiências com robótica? Quais ciências são, direta e indiretamente, abordadas?

Para os problemas levantados e a contextualização da pesquisa, mesmo com a gama de possibilidades que a robótica apresenta enquanto recurso pedagógico, espera-se como retorno que os desafios a serem suplantados para sua incorporação ao ambiente escolar sejam relevantes. Desafios esses representados pelo valor financeiro dos materiais utilizados, pela preparação inadequada dos educadores para lidar com tecnologias, pela pouca literatura em idioma nacional e pela ausência de um modelo de experiências de fácil aplicação comprovadamente eficiente.

Em ambientes não formais de aprendizagem, ou seja, para além dos ambientes escolares, a Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR) é uma iniciativa nacional que pode servir de referência na adoção da robótica como estratégia pedagógica. Desde a primeira edição, em 2007, a participação das instituições de ensino no evento tem crescido ano após ano.

Com metodologia própria, a OBR tem como missão promover a educação tecnológica no sistema educacional brasileiro, despertando o interesse dos estudantes pela ciência e tecnologia. Para isso, conta com atividades divididas em duas modalidades, teórica e prática, nas quais instituições de ensino fundamental e médio podem inscrever seus alunos e participar, ainda que sem conhecimentos prévios de robótica. Segundo Aroca (2016), os exames teóricos são projetados para servirem, também, como forma de avaliação de conhecimentos técnicos, mas, para além disso, dar aos alunos conhecimento e contextualização sobre robótica e disciplinas relacionadas. Mesmo se tratando de uma competição, é um método de aprendizagem ativa que vem mostrando bons resultados.

A OBR tem se configurado em um fenômeno, devido à grande adesão das escolas, o que pode ser observado com maior frequência no Estado de São Paulo, conforme Figura 1.1, onde constam as localidades participantes da Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR). O evento tem sido um elemento motivador do desenvolvimento desta ferramenta e das tecnologias que a envolvem. Assim, argumenta Aroca (2016), que outro aspecto positivo das competições de robótica é que não só ajuda os alunos a perceberem aplicações reais de seus estudos, mas também motiva professores, pais e tutores. E que, o aspecto importante do OBR não é a competição pela competição, mas o desenvolvimento



- Sistematizar e analisar as possibilidades de emprego da robótica para a construção de conhecimentos científicos de áreas não exploradas nas experiências analisadas e,
- explorar possíveis relações entre robótica pedagógica e teorias da aprendizagem, com vistas à melhoria do processo ensino-aprendizagem.

### 1.3. Fundamentação Teórica

Vários autores foram citados na pesquisa, entretanto, as análises e discussões das produções científicas e dos dados resultantes da observação das experiências foram feitas com base nas teorias construtivistas de Piaget, nas ideias socioconstrutivistas de Vygotsky e no construcionismo de Papert. Em suma, o foco de suas ideias está baseado no desenvolvimento e aprendizagem para construção do conhecimento.

### 1.4. Proposta de estrutura da dissertação

No capítulo 1, **Introdução e contextualização sobre o estudo**, apresentamos a contextualização juntamente com um panorama geral da pesquisa, inclusive sua estrutura. Com essa proposta procuramos conduzir o leitor à compreensão do que motivou a realização do estudo, sua problematização e seus objetivos.

No capítulo 2, **Procedimentos metodológicos**, como o próprio título indica, foram apresentados os procedimentos metodológicos adotados na realização da pesquisa. A metodologia foi dividida em duas etapas, sendo a primeira a revisão de literatura, baseada nas produções científicas selecionadas junto às bases de teses do Grupo Horizonte e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, respectivamente. Também traz os procedimentos para seleção de artigos no Portal de Periódicos da CAPES, assim como a análise preliminar dos dados encontrados.

O capítulo 3, **Robótica pedagógica na educação brasileira: uma revisão de literatura**, traz um pequeno histórico das tecnologias e sua utilização nos ambientes educacionais. Também foram apresentados os resultados da pesquisa bibliográfica e com eles definidos termos relacionados à robótica pedagógica. Neste capítulo também foram apresentados os resultados da revisão da literatura, que investigou produções científicas

de abrangência nacional, conforme especificado na metodologia, de teses e dissertações e artigos de eventos de informática na educação, promovidos pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC).

O capítulo 4, **Robótica pedagógica sob a perspectiva de produções científicas: revisão sistemática e análise bibliométrica**, apresenta a revisão da literatura realizada em bases de dados dos Periódicos CAPES constituídas por *Scopus* e *Web of Science*, com publicações internacionais que tratam da temática. Foram feitas análises de cunho qualitativo como também algumas abordagens quantitativas com a intenção de se traçar um panorama das publicações que abordam a robótica pedagógica nos primeiros anos da educação institucionalizada.

No capítulo 5, **Análise de experiências com robótica pedagógica na educação básica**, foram apresentados os resultados e discussões da pesquisa de campo, onde foram observadas quatro experiências em instituições que trabalharam a robótica pedagógica, sendo que duas delas foram realizadas em um mesmo colégio. Como parte integrante das experiências, foram citados e mostrados os *kits* de robótica e outros materiais de prototipagem. Essas experiências foram contextualizadas de acordo com as teorias de aprendizagem que fundamentaram a pesquisa.

## Capítulo 2

### Procedimentos metodológicos

No presente estudo adotou-se a abordagem de natureza qualitativa, classificado como exploratório e descritivo, quanto aos seus objetivos. De acordo com Gil (2008), as pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o fim de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato. Este tipo de pesquisa é realizado especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil formular hipóteses precisas e operacionalizáveis sobre ele.

Nas abordagens de natureza qualitativa considera-se que as ações dispendidas no sentido de realizar a pesquisa são impregnadas de propósitos e valores, que, segundo Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (1998), não admitem regras precisas na obtenção das informações que a fundamentem e, por sua diversidade e flexibilidade, são aplicáveis a uma ampla gama de casos. Estas são razões que não poderiam ser consideradas pela abordagem quantitativa que, para Pérez (2012), enfatiza a mediação de fatos e o estabelecimento de relações causais de variáveis, justificando uma aparente imparcialidade que garante a obtenção de um resultado verdadeiro. Contudo, com o levantamento de dados, o estudo apresenta alguns dados de caráter estatístico, de forma quantitativa, uma vez que existe a necessidade de quantificação dos resultados obtidos como complemento na busca do objetivo geral.

Toda ciência utiliza inúmeras técnicas na obtenção de seus propósitos (MARCONI; LAKATOS, 2003, p.174). Para esta pesquisa, as técnicas aplicadas para obtenção dos dados foram a pesquisa bibliográfica e a pesquisa de campo. Segundo Marconi e Lakatos, (2003), a pesquisa bibliográfica é um apanhado geral sobre os principais trabalhos já realizados, revestidos de importância, por serem capazes de fornecer dados atuais e relevantes relacionados com o tema. A pesquisa de campo consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que se presume relevantes, para analisá-los (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Esta primeira fase se estendeu ao longo de todo o estudo, contemplando inclusive, estudos bibliométricos com foco no tema da investigação, sendo realizada com o objetivo

de desvelar a atual situação da produção acadêmica, tendo a robótica como mediação do ensino de ciências na educação básica, bem como variáveis importantes que a permeiam. Cientes de que o tema é amplo e compõe-se de múltiplas possibilidades como objeto de pesquisa, para alcançar os objetivos propostos neste estudo, estabelecemos fases e locais de coleta de dados apresentados na sequência.

## 2.1. Pesquisa bibliográfica e revisão da literatura

A fase de levantamento bibliográfico foi balizada pelas pesquisas classificadas como exploratórias quanto aos seus objetivos, e desenvolvida, inicialmente, no âmbito do Grupo de Estudos e Pesquisas Horizonte (Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Inovação em Educação, Tecnologias e Linguagens), da UFSCar. Este tipo de pesquisa é uma fonte secundária que se utiliza da contribuição de vários autores.

Para Marconi e Lakatos (2003), a pesquisa

abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, materiais cartográficos, etc. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto, inclusive conferências seguidas de debates, que tenham sido transcritas de alguma forma, quer publicadas, quer gravadas (MARCONI; LAKATOS, 2003, P.183).

Segundo Gil (2002), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído por vários documentos, permitindo cobrir um espaço muito mais amplo do que poderia ser feito diretamente. Tendo como premissas essas afirmações, a pesquisa bibliográfica da temática robótica pedagógica (e termos correlatos) na literatura da área iniciou-se através do mapeamento de produções, conforme fontes de dados descritas em sequência.

A princípio, para alcançar esses propósitos, foram utilizadas as teses dos programas de pós-graduação em Educação catalogadas pelo Grupo Horizonte<sup>3</sup>. Os dados sobre as produções foram lançados em planilhas, estruturadas com os seguintes campos: Instituição de ensino superior (IES), ano de defesa, título, autor, programa, nível (dissertação ou tese), resumo, *link* e, posteriormente alimentaram as tabelas que compõem os quadros neste texto.

---

<sup>3</sup> <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/8247769850694740>

Na segunda fonte de dados, foram identificadas e analisadas as produções científicas do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), do *Workshop* de Informática na Escola (WIE) e do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE), selecionadas nos *sites* dos eventos. Finalizando, as bases de dados SCOPUS e *Web of Science* (WoS) do Portal de Periódicos CAPES, completaram a terceira fonte com artigos internacionais pertencentes ao tema da pesquisa. No desenvolvimento dessa investigação utilizamos estas fontes de dados, seguindo alguns critérios para localização das informações.

### 2.1.1. Teses e dissertações nas bases do Grupo Horizonte e BDTD

O Grupo Horizonte vem catalogando uma base de teses, coletando dados acadêmicos de 24 universidades brasileiras, do período de 1996 a 2016, tendo como referência as avaliações da CAPES<sup>4</sup> para Programas de Pós-Graduação em Educação, nível doutorado, notas 5, 6 e 7. Ressaltamos que essa foi a primeira fonte de pesquisa bibliográfica e contribuiu com teses de doutorado em educação.

Por ser um tema bastante amplo, com alcance de múltiplas áreas acadêmicas, considerou-se a possibilidade de existirem produções científicas relacionadas com abordagens da robótica pedagógica em outros programas de pós-graduação, além dos que já foram catalogados até o momento, na Educação, pelo Grupo Horizonte. Por isso, para complementar os dados, também foram identificadas e analisadas teses e dissertações de outros programas de universidades brasileiras, arquivados no repositório da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)<sup>5</sup>. O Quadro 2.1 resume essas operações.

Quadro 2.1. Origem das teses e dissertações utilizadas na pesquisa bibliográfica

DOCUMENTO	ORIGEM	PROGRAMA - PPG
Teses	Grupo Horizonte	PPG Educação
Teses e Dissertações	BDTD	Todos os disponíveis

Fonte: Autoria própria

<sup>4</sup> A avaliação CAPES está disponível no *link* <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/index.jsf>

<sup>5</sup> A Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) compõe-se de 105 instituições, conta com 486.137 documentos sendo 131.558 teses e 354.579 dissertações (BDTD, 2017).

**Critério 1:** Iniciou-se a coleta de dados para a revisão bibliográfica, analisando as informações catalogadas pelo Grupo Horizonte, compondo uma base de teses com 6.402 registros. Os dados foram pesquisados em programas de pós-graduação em educação de universidades brasileiras, teses de doutorado, notas 5, 6 e 7, segundo avaliação da CAPES, conforme relação constante no Apêndice A.

**Critério 2:** Considerando o português como o idioma predominante nas teses catalogadas, iniciaram-se as buscas pelo termo “robótica” nos campos “Título” ou “Resumo” da base de teses do Grupo Horizonte. Dos resultados foram descartadas as teses que não estavam relacionadas diretamente com os termos robótica pedagógica, educacional ou educativa, como no caso de produções que apenas citavam a temática em seus textos.

**Critério 3:** Os mesmos procedimentos utilizados na busca pelas produções científicas no Grupo Horizonte foram adotados na busca pelas produções catalogadas pela Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) ou seja, pesquisou-se pelo termo “robótica” em todos os campos, com idioma português. O filtro com o período das buscas foi fixado para o ano de publicação de 1996 a 2016.

O porquê da pesquisa somente pelo termo “robótica”? A recuperação de dados proveniente da busca por “robótica” retornou um volume de informações bastante extenso, englobando todas as ocorrências do termo na base de dados, inclusive de outras áreas que não fazem parte deste estudo. Contudo, os filtros aplicados em seguida selecionaram dados específicos, excluindo a possibilidade de produções relevantes ficarem de fora da recuperação. Posteriormente, a opção de busca em todas as bases se apoiará nessa premissa, ou seja, de termos gerais para termos mais específicos.

### **2.1.2. Artigos publicados nos eventos CBIE, SBIE e WIE**

A Sociedade Brasileira de Computação (SBC) é uma instituição que reúne pesquisadores, professores, estudantes e profissionais da área de computação e informática no Brasil. A SBC promove, periodicamente, eventos destinados à divulgação científica. Dentre esses eventos estão os que serviram como fontes de produções científicas que têm como tema a informática no contexto educacional e entre estes, a robótica pedagógica. Os dados dos eventos CBIE (Congresso Brasileiro de Informática na

Educação), SBIE (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação) e WIE (Anais do *Workshop* de Informática na Escola) que compuseram a base para análise foram selecionados dos *sites* constantes no Quadro 2.3.

Quadro 2.2. Localização dos artigos selecionados em eventos nacionais

Evento	Site
Anais dos <i>Workshops</i> do Congresso Brasileiro de Informática na Educação - CBIE	<a href="http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/issue/archive">http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/issue/archive</a>
Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE	<a href="http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/issue/archive">http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/issue/archive</a>
Anais do <i>Workshop</i> de Informática na Escola - WIE	<a href="http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/issue/archive">http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/issue/archive</a>

Fonte: Autoria própria

### 2.1.3. Artigos nas bases de dados do Portal de Periódicos CAPES/MEC:

Essa busca assumiu características próprias e, portanto, diferenciadas dos elementos utilizados para seleção das demais produções. O aplicativo (*software*) para tratamento dos dados selecionados também difere dos anteriores. Nesse caso foi utilizado o *software* para revisão sistemática desenvolvido pelo LaPES<sup>6</sup> (Laboratório de Pesquisa em Engenharia de *Software* da UFSCar) denominado *START* (*State of the art through systematic review*).

Na página inicial do portal (<http://www.periodicos.capes.gov.br/>), após entrar pelo acesso remoto via CAFE (Comunidade Acadêmica Federada), foram selecionadas as bases de dados *Web of Science* e *Scopus*, que forneceram as produções científicas a serem analisadas. As *strings* fazem referência, primeiramente, à robótica (pedagógica/educacional) e depois, ao ensino de ciências e aprendizagem de ciências. Os dados bibliográficos recuperados nessas fontes serviram também para aprofundar o estudo e analisar o desenvolvimento da temática “robótica pedagógica” na produção científica internacional e compará-la com as produções nacionais, quando descritores comuns assim o permitiram.

<sup>6</sup> [http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start\\_tool](http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool)

#### **2.1.4. Apresentação dos dados da pesquisa bibliográfica**

A literatura impressa em língua portuguesa sobre essa temática é escassa, de acordo com a afirmação de Zilli (2004). Desse modo, para alcançar respostas condizentes com os objetivos do estudo, lançamos mão das produções científicas que trataram da robótica pedagógica, divulgadas nos últimos anos. Essas produções serviram como referências nos tópicos que explanam as experiências de uso da robótica como ferramenta pedagógica e em parte da fundamentação teórica.

Os dados para esse estudo foram apresentados em quadros, a partir das variáveis: ano de defesa, instituição de ensino superior, distribuição geográfica por origem e tipo de produção – teses e dissertações. Trata-se de estudos quantitativos que refletem a produção das universidades brasileiras através de programas de pós-graduação, cujos resultados parciais podem ser observados a partir da sequência de informações expostas em figuras. Os dados de pesquisa dos eventos WIE, SBIE e CBIE foram apresentados em quadros, e a pesquisa das produções científicas selecionados a partir do *site* de Periódicos CAPES foram apresentados em capítulo à parte.

#### **2.2. Investigações *in loco* de experiências com robótica pedagógica**

Na educação, a investigação qualitativa é frequentemente designada por naturalista, porque o investigador frequenta os locais em que naturalmente se verificam os fenômenos nos quais está interessado, incidindo os dados recolhidos nos comportamentos naturais das pessoas (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p.17). Partindo deste princípio, o passo seguinte nos procedimentos metodológicos para cumprimento dos objetivos do presente estudo foi a identificação das instituições de ensino que têm atividades de robótica pedagógica.

Inicialmente, esperava-se identificar para análise quatro experiências em instituições de ensino básico, sendo duas públicas (com foco na inclusão, seja social ou tecnológica) e duas particulares, que geralmente investem mais recursos financeiros em iniciativas de robótica pedagógica. Com os desdobramentos de busca, foram identificadas três escolas, conforme passos descritos nos procedimentos metodológicos.

A primeira providência na identificação das experiências de uso da robótica pedagógica foi consultar uma diretoria regional de ensino do Estado de São Paulo, sobre a possibilidade de se realizar a pesquisa dentro dos limites de atuação dessas instituições. Fomos prontamente autorizados a consultar cada instituição pertencente àquele escopo, porém, para que não fosse acionada cada uma delas individualmente, consultamos a coordenação da área de tecnologias que tem acesso a todas as unidades. Essa região abrange uma área onde estão localizadas 58 escolas de ensino básico, distribuídas em 15 municípios, sendo que, nenhuma delas se encaixou na proposta deste estudo, impossibilitando a realização da pesquisa nestes locais.

Ao contrário do que ocorre em pesquisas tradicionais, a escolha dos campos onde são colhidos os dados, bem como dos participantes, é proposital, isto é, o pesquisador os escolhe em função das questões de interesse do estudo e também do acesso e permanência no campo e disponibilidade dos sujeitos (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 1998, p.162). Por isso, num segundo momento, fez-se necessário a adoção de novas estratégias para identificação das experiências. Assim, pela procura direta, através de mecanismos de buscas da *web*, localizamos e consultamos escolas estaduais e colégios nos estados de São Paulo e Minas Gerais.

A identificação da instituição do estado de São Paulo se deu através de pesquisa na *web*, usando como critério o retorno do termo robótica junto ao nome da cidade, endereço e outros contatos. Desse modo, localizamos três instituições em localidades diferentes, na região leste do estado de São Paulo, que foram contatadas via telefone. Dentre as três instituições contatadas apenas uma delas teve disponibilidade para participar do presente estudo. No estado de Minas Gerais, uma das instituições foi localizada através de reportagem em jornal local e, a segunda instituição foi selecionada após breve análise do sistema de ensino por ela adotado.

Ao final das buscas, duas instituições particulares no Estado de Minas Gerais (as quais chamaremos Colégio Alfa e Colégio Beta) e uma instituição pública no Estado de São Paulo (Colégio Gama), mantinham certa regularidade na disponibilização de cursos e atividades de robótica e foram, por isso, contatadas e constituídas como potenciais fontes de investigação para a presente pesquisa. Uma síntese das principais características das instituições foi apresentada em capítulo posterior.

### 2.2.1. Visitas às instituições

Conforme descrito anteriormente, foram selecionadas três instituições que mantêm atividades curriculares ou extracurriculares fazendo uso da robótica como ferramenta pedagógica. Através de um pequeno roteiro com perguntas básicas, as informações coletadas no momento do primeiro contato foram no sentido de se levantar algumas características e avaliar a possibilidade de acompanhamento das experiências realizadas nessas instituições. O Colégio Alfa contribuiu com duas experiências distintas. Essas informações podem ser observadas no Quadro 2.3.

Quadro 2.3. Informações do primeiro contato com as instituições

Colégios	Pública/ Particular	Alunos da instituição	Participantes das atividades - por turma	Tempo de atividade - Robótica	Série dos participantes	Disciplina	Kit
<b>Alfa</b>	Particular	559	10	10 meses	7º Ano	Robótica	Arduino
<b>Alfa</b>	Particular	559	14	7 meses	4º e 5º Anos	Ciências	PETE
<b>Beta</b>	Particular	320	30	60 meses	6º Ano	Matemática	LEGO
<b>Gama</b>	Pública	748	8	30 meses	6º Ano	Matemática	PETE

Fonte: Autoria própria

### 2.2.2. Coleta de dados

Na pesquisa de campo, como instrumentos de coleta, adotamos um questionário com perguntas abertas (para identificação das instituições, no primeiro contato), notas oriundas dos momentos das observações e entrevistas com professores ou coordenadores envolvidos com as atividades de robótica. Com as visitas ao local de realização dos experimentos, procuramos identificar sua finalidade, estrutura, equipamentos e *kits* disponíveis, estabelecer a população e amostra a serem analisadas e, após autorização, agendar a participação, iniciando a observação das atividades. Foram caracterizados os materiais utilizados no experimento, observando modelos de *kits* comerciais, e listando os materiais de iniciativa livre, sem marcas ou reutilizáveis. Ainda nessa fase, identificamos como foram constituídas as equipes e qual a atuação desejada para cada uma delas, bem como quais as atribuições de seus componentes.

### 2.3. Análise e interpretação dos dados coletados

Esta fase pautou-se pela análise e interpretação dos dados coletados, onde análise, segundo Marconi e Lakatos (2003, p.166), é a tentativa de evidenciar as relações existentes entre o fenômeno estudado e outros fatores. Definem a interpretação como a atividade intelectual que procura dar um significado mais amplo às respostas, vinculando-as a outros conhecimentos.

Para executar o processo de análise e interpretação dos dados, utilizamos planilhas eletrônicas para tabular e apresentar as informações e, no intuito de simplificar a descrição das ações executadas nas experiências e a apresentação dos dados observados, elaboramos três categorias de análise, implícitas nas narrativas das experiências: o planejamento e a prototipagem, a programação da unidade de controle e, por fim, os testes, correções e finalização. Atribuímos os pseudônimos Colégio Alfa, Colégio Beta e Colégio Gama, mantendo no anonimato os nomes das instituições de ensino.

Destacamos o enfoque dado ao Colégio Alfa, que apresentou condições ideais para o desenvolvimento da pesquisa, realizando diferentes experiências ao longo do período investigado. Observou-se, a princípio, uma experiência com inclinações à educação tecnológica e, paralelamente, uma experiência de caráter interdisciplinar, abordando a prática das ciências por meio da robótica.

## Capítulo 3

### Robótica pedagógica na educação brasileira: uma revisão de literatura

#### 3.1. Introdução

O conhecimento adquirido pela humanidade no caminhar dos séculos, precisa, de alguma forma, ser transmitido às gerações contemporânea e vindoura. A questão é, que conhecimentos devem ser transmitidos e que conhecimentos precisam ser construídos?

Com base nas contribuições de diversos autores, este capítulo apresenta reflexões sobre a relação entre tecnologias e sua utilização na educação. A partir de teses selecionadas através de pesquisa bibliográfica realizada nas bases de dados do Grupo Horizonte e das teses e dissertações da BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações), de anais dos eventos Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE), *Workshop* de Informática na Escola (WIE) e, por fim, artigos das Bases de Dados *Scopus* e *Web of Science*, também foram apresentadas algumas definições da robótica quando utilizada para fins educacionais. Na sequência, foram apresentadas as análises que fornecem indicadores sobre as produções acadêmicas e científicas da temática principal desta pesquisa, realizadas nos últimos anos e que complementam seus objetivos específicos.

#### 3.2. Uma reflexão sobre tecnologias e suas características tipicamente educacionais

Há muito o que se entender sobre as relações entre educação e tecnologias na sociedade em que vivemos atualmente, inserida em um cenário de rápido acesso às informações. Mediados pelas tecnologias, consumimos, trabalhamos, estudamos e nos relacionamos com as pessoas de modo diferente do que acontecia há tempos. Também a forma como ensinamos e aprendemos vem se transformando na mesma medida.

As tecnologias sempre fizeram parte da vida do homem e toda atividade humana é mediada por ferramentas, como sugere Warschauer (2006, p.152). Em outras palavras, as ferramentas não apenas facilitam a ação que poderia ter ocorrido sem elas, mas, ao

serem incluídas no processo comportamental, alteram o fluxo e a estrutura das funções mentais (WARSCHAUER, 2006, p.152).

Essas tecnologias caracterizam-se por estarem em constante transformação e por terem uma base imaterial, ou seja, não são tecnologias materializadas em máquinas e equipamentos, unicamente, mas se refletem em processos e ações que demandam uma mudança de comportamentos de todos os cidadãos. Kenski (2012) reforça essa ideia ao afirmar que tecnologia não diz respeito somente a máquinas, mas engloba a totalidade de coisas que o homem foi capaz de conceber em todas as épocas, suas formas de uso, suas aplicações. Nessa totalidade de coisas a que a autora se refere, estão inseridos tanto os recursos físicos, palpáveis quanto processos, planejamentos e procedimentos para realização das mais variadas atividades, ações essas aperfeiçoadas ao longo do tempo. Desta forma, uma nova ordem sociocultural começa a se estabelecer, impulsionada pela produção massiva de informações.

Ambientadas nesta sociedade emergente, as tecnologias transitam entre os diversos setores sociais e, de modo bastante evidente na educação, influenciando e sendo por ela influenciadas. Assim, estes termos podem assumir múltiplas perspectivas, dependendo das circunstâncias em que são empregados. Sobre isso, Pinto (2013) acrescenta que

a palavra tecnologia é usada a todo o momento por pessoas das mais diversas qualificações e com propósitos divergentes. Sua importância na compreensão dos problemas da realidade atual agiganta-se, em razão justamente do largo e indiscriminado emprego, que a torna ao mesmo tempo uma noção essencial e confusa (PINTO, 2013, p.219).

Normalmente, nas reflexões sobre a relação educação e tecnologias, a parábola dos viajantes do tempo é lembrada. Nela, Papert (2008), seu criador, pontua que a situação das salas de aula do ensino fundamental pouco mudou, se comparada a outras áreas de atividades humanas onde as tecnologias adentraram seus domínios.

Professores viajantes do tempo, vindos do século passado, que chegassem nas salas de aula atuais não teriam muitas dificuldades em assumir essa classe, se levadas em consideração as questões tecnológicas. O propósito de Papert (2008) com a parábola é chamar a atenção para o fato de que o sistema escolar mudou, mas não a ponto de alterar significativamente sua natureza.

Para ele, a forma como as aulas são ministradas não fazem sentido às crianças (em referência aos alunos) e elas não têm a menor ideia do que estão aprendendo ou porque está sendo-lhes ensinado isso. No entanto, sua grande contribuição para a educação, no sentido de se alterar a forma de aprender, foi introduzir o computador pessoal nas escolas com a finalidade de dar autonomia intelectual ao aprendiz, tornando-o menos dependente dos adultos como provedores de informação.

Ainda que a ideia de Papert (2008) fosse fazer com que o computador atingisse o mesmo nível de eficácia dos livros e cadernos, que eram tecnologias presentes nas salas de aula da época, o foco não era a máquina, mas a mente das crianças, ou como o próprio coloca, a forma em que os movimentos intelectuais e culturais se autodefinem e crescem (PAPERT, 1988, p.23). Ele acreditava que o caminho para uma melhor aprendizagem deveria ser o aperfeiçoamento da instrução, de modo que a criança fizesse das máquinas um instrumento que lhe proporcionasse algum sentido no aprendizado. Essa posição de Papert parece entrar em choque com a ideia que se tem atualmente de instrução pelo computador. Aquele era um momento em que o computador iniciava sua trajetória no campo educacional e poderia enriquecer grandemente o aprendizado se o foco não fosse o instrumento, no caso o computador, mas a instrução, o conteúdo a ser difundido. A instrução pelo computador nos dias atuais é vista como forma de se fazer, com instrumentos tecnologicamente mais avançados, as mesmas coisas que podem ser feitas com tecnologias mais antigas e mais simples. Exemplificando, seria o mesmo que se utilizar de um computador para ler um texto. O que poderia ser feito mais facilmente por meio de um livro.

Essa discussão sobre educação e tecnologias no contexto escolar é uma forma clássica de se abordar o assunto, já que, durante algum tempo, a escola foi o setor que apresentou os maiores desafios quando se tentou incorporar as tecnologias emergentes às suas práticas pedagógicas, tecnologias essas, naquele momento, representadas pelos computadores. Em âmbito nacional, essas máquinas, ou foram utilizadas para ensinar a trabalhar com tecnologias, assim, o foco era o manuseio dos equipamentos de informática e a utilização de *softwares* especializados, no sentido de promover aprendizagem técnica, ou foram utilizadas para serviços administrativos.

O surgimento do termo letramento por meio do computador se deu nesse período. Em pouco tempo, esse tipo de letramento foi ficando desacreditado entre os

educadores já que as principais atividades se referiam às formas básicas de operação com o computador. Criar e manusear pastas, bem como realizar operações também básicas com arquivos, transmitiram uma visão limitada da informática aplicada à educação (WARSCHAUER, 2006). Ainda segundo o autor, o letramento por meio do computador ganhou críticas pelo uso como fim em si mesmo, porém, sua manipulação física e operacional afetou profundamente a produtividade das pessoas, coincidindo com algumas dimensões sociais, incluindo a faixa etária. Aqueles que nasceram dentro do período posterior ao surgimento do computador ficaram conhecidos como nativos digitais (PRENSKY, 2012).

Segundo Valente (1999, p.12), a abordagem que usa o computador como meio para transmitir a informação ao aluno mantém a prática pedagógica vigente. Na verdade, a máquina está sendo usada para informatizar os processos de ensino existentes, colocando-se no mesmo nível dos livros, quando não, tomando seu lugar. Entretanto, este é o momento em que o computador, ainda segundo Valente (1999), deveria assumir um papel fundamental de complementação, de aperfeiçoamento e de possível mudança na qualidade da educação, possibilitando a criação e o enriquecimento de ambientes de aprendizagem, inovando as práticas pedagógicas.

Ambiente de aprendizagem é uma expressão usual nos estudos de tecnologias na educação, que vai além dos limites das salas de aula. Os conhecimentos pedagógicos e científicos alcançados nestes ambientes podem ser traduzidos, de acordo com o pensamento de Papert (2008), na sinergia potencial de duas tendências. Primeiro, a tendência tecnológica que abre oportunidades para a ação, a fim de melhorar a qualidade do ambiente de aprendizagem, entendido como todo conjunto de condições que contribuem para moldar a aprendizagem no trabalho, na escola e no lazer. Segundo a tendência epistemológica, uma revolução nas concepções sobre o conhecimento, onde a contribuição das novas tecnologias para o enriquecimento da aprendizagem é a criação de mídias de uso individual capazes de dar suporte a um amplo espectro de estilos intelectuais (PAPERT, 2008, p.14). A noção de diversidade também fica evidente nos chamados ambientes de aprendizagem, uma vez que reúnem alunos dos mais variados perfis socioculturais, que interagem uns com os outros e aprendem das mais diversas formas.

Neste sentido, Mattar (2010) argumenta que a melhoria do processo educacional passa pela identificação do estilo de aprendizagem de cada estudante, ou seja, a forma como cada um processa, absorve e retém informação. Segundo Barros (2008, p.17) Os estilos de aprendizagem referem-se às preferências e tendências altamente individualizadas de uma pessoa, que influenciam em sua maneira de apreender um conteúdo. A individualização do ensino passa por essa identificação, impondo à escola e ao educador, flexibilização das habilidades e domínio do conhecimento a ser ministrado, exigindo, de ambos, boa dose de criatividade. Soma-se à essa questão, o que Traxler (2009) define como aprendizagem móvel, a capacidade de levar o aprendizado para indivíduos, comunidades e países, onde o acesso a essa aprendizado seja desafiador e problemático, seja por questões de pedagogia, ambientais ou em consequência das tecnologias envolvidas. Essa modalidade permite a flexibilização do aprendizado levando-o ao aprendiz, onde quer que este esteja, o que este deseja, no tempo em que se dispõe a aprender.

Segundo Alonso, Gallego e Honey (2007), os estilos de aprendizagem, concebidos por Honey e Mumford<sup>7</sup>, em um total de quatro, apresentam características distintas. O Quadro 3.1. ilustra os estilos de aprendizagem, citados por Alonso, Gallego e Honey (2007, p.69) e definidos por Barros (2009).

Quadro 3.1. Estilos de aprendizagem com suas características

Estilo	Ação	Característica
Estilo Ativo	Valoriza dados da experiência.	Animador, improvisador, descobridor, ousado (que se arrisca), espontâneo.
Estilo Reflexivo	Atualiza dados, estuda, reflete e analisa.	Ponderado, consciente, receptivo, analítico e exaustivo.
Estilo Teórico	É lógico, estabelece teorias, princípios, modelos, busca a estrutura, sintetiza.	Metódico, lógico, objetivo, crítico e estruturado.
Estilo Pragmático	Aplica a ideia e faz experimentos.	Experimentador, prático, direto, eficaz e realista.

Fonte: Autoria própria, adaptado de Alonso, Gallego e Honey (2007) e Barros (2009)

<sup>7</sup> Honey, P. and Mumford, A. (1986) *The Manual of Learning Styles*, Peter Honey Associates.

A partir da identificação do estilo de aprendizagem individual, seria possível reformular os contextos educacionais de modo a ativar e manter a concentração dos estudantes, gerando retenção do conhecimento. Segundo Moretto (2011), essa reformulação levaria a escola a assumir seu papel fundamental, o de ajudar a formar profissionais capacitados a gerir informações, não apenas acumulá-las. Nesse aspecto, as TDIC estão criando novas formas de distribuir o conhecimento, democratizando esse acesso, mostrando, pois, que o uso dos computadores e a *web*, são realidades presentes na vida da população (SILVA, 2013, p.113).

A ideia da integração dos computadores com os meios de comunicação, sobretudo com a expansão da internet, deu nova dinâmica à sociedade, pela rápida disseminação da informação, gerando a agora denominada Sociedade do Conhecimento. Na concepção da expressão, Martins Filho (2012)

considera que a sociedade do conhecimento é o contexto em que a informação e o conhecimento são condições essenciais para o exercício pleno da cidadania em uma sociedade permeada por tecnologia, e em que esse exercício é convergido em uma nova força de trabalho e capital, solucionando problemas sociais com o uso intensivo da informação e do conhecimento, por sua acumulação, criação, reprodução e disseminação (MARTINS FILHO, 2012, p.581).

Com essa contextualização, consideramos que a autonomia que Papert (2008) atribuiu como necessária às crianças, hoje, é um dos pontos centrais da aprendizagem possibilitada pela robótica, que se caracteriza, entre outras coisas, pela liberdade de se criar, descobrir e construir conhecimentos pela manipulação dos componentes robóticos. Este cenário é promissor para a utilização da robótica como ferramenta educacional, auxiliando tanto escolas quanto estudantes, na relação entre as práticas pedagógicas com a realidade fora dos seus domínios. O que possibilita essa flexibilidade é o fato de se aprender conteúdos científicos estabelecidos nos currículos escolares, de forma direta ou transversal, ao mesmo tempo em que se aprende coisas específicas da robótica, como o manuseio de peças, a montagem de artefatos, princípios de engenharia, eletrônica, programação, *design*, prototipagem, entre outros.

### 3.3. Robótica Pedagógica: contexto histórico e aproximações conceituais

A história que trata da origem dos robôs possui várias vertentes. Uma delas diz que a palavra robô foi utilizada pela primeira vez por Karel Capek ao escrever, em 1921, uma peça teatral de nome R.U.R. – *Rosumoví Univerzal Roboti* –, que descreve criaturas humanoides, escravas dos humanos, denominados *roboti* (LOPES, 2008; SILVA, 2009). Na obra, os robôs semelhantes fisicamente aos homens, constituídos por matéria orgânica, eram seres dotados de inteligência e domínio próprio e, portanto, capazes de tomar decisões frente às situações em que se encontravam.

Ainda no cenário ficcional, os robôs ganharam notoriedade através de Asimov (2014), que até fez previsões sobre o futuro da humanidade e sua relação com tecnologias que surgiriam. Suas obras retratam robôs dominando a humanidade, cenário que desperta preocupação em alguns cientistas contemporâneos, devido à presença de inteligência artificial com seus algoritmos escritos para os dispositivos robóticos.

Até por isso, ao se tratar do tema robótica, é importante mencionar as leis da robótica, criadas por Asimov (2014), que regem as relações máquinas-homem.

Resumidamente, essas leis dizem que um robô:

1. não pode fazer mal ao homem;
2. deve obedecer às ordens dadas pelo homem, exceto quando a mesma entrar em conflito com a primeira lei;
3. deve proteger sua própria existência. Essa lei não deve entrar em choque com a primeira ou com a segunda leis;
4. é dever dos robôs proteger a humanidade, sob qualquer circunstância.

Em se tratando de uma obra de ficção, é importante atentar para algumas questões: primeiro, as leis existem somente onde há probabilidade de transgressões, do contrário não seriam necessárias; e, segundo, os robôs têm as atitudes que seus criadores colocarem como diretrizes. Em um primeiro momento, como as ações dos robôs seriam implantadas por homens, por eles também poderiam ser controlados.

Alternando do cenário ficcional para o real, pode-se definir robótica como a ciência que estuda os robôs e os ambientes onde estão inseridos. Para Niku (2013), os robôs são usados em conjunto com outros dispositivos, periféricos e outras máquinas de

fabricação. Eles são geralmente integrados num sistema que, como um todo, é projetado para executar uma tarefa ou fazer uma operação (NIKU, 2013, p.1). Mataric (2015) define assim os termos: robô é um sistema autônomo que existe no mundo físico, e pode sentir o seu ambiente e agir sobre ele para alcançar alguns objetivos (p.20); e, robótica é o estudo dos robôs, ou seja, é o estudo da sua capacidade de sentir e agir no mundo físico de forma autônoma e intencional (p.21).

Para a maioria das pessoas, quando se fala em robôs, imagina-se uma figura humanoide, como as que se têm nos filmes. Um pouco distante desse imaginário, o avanço científico e tecnológico colocou a robótica em evidência no setor produtivo industrial, pela atuação ativa dos robôs em trabalhos repetitivos, perigosos e insalubres ao ser humano, ou que exijam precisão. Os robôs podem ter estruturas físicas diferentes das pregadas pelo imaginário, porém, todos são constituídos, basicamente, dos elementos mostrados no Quadro 3.2.

Quadro 3.2. Principais componentes de um robô

Componente	Ação	Descrição
Um corpo físico	Para que possa existir e trabalhar no mundo físico	Essa é a primeira das características dos robôs que os colocam em igualdade de condições com outros seres moventes ou semoventes no que tange à natureza concreta, ou seja, existem fisicamente no tempo-espaco. A corporalidade demanda consumo de energia para realizar as ações, sejam elas, sentir, pensar, andar, interagir com o meio. É através desse componente que os demais (sensores, efetadores e controladores) são alimentados para o desempenho adequado de suas funções.
Sensores	Para que possa sentir/ perceber o ambiente	Os sensores são partes físicas dos robôs que permitem enxergar, perceber, analisar, fazer a leitura do ambiente onde estão inseridos e, então, realizar as ações para os quais foram programados. Comparativamente, os sensores estão para os robôs assim como os sentidos estão para os humanos. Se essas partes forem removidas os robôs serão meros brinquedos desobedientes, desprovidos de controle.
Atuadores	Para que possa agir	Componentes da ação. São os motores responsáveis pelos movimentos dos robôs, classificando-os em manipuladores e móveis. Os robôs manipuladores são como braços e contam com uma programação específica para realizar tarefas repetitivas. Os robôs móveis, são aqueles dotados de sensores, atuadores e unidades de controle que permitem sua locomoção e realização de tarefas em ambientes variados. Para isso contam com programação sofisticada dos sensores para que “vejam e sintam” o ambiente onde estão inseridos e tomem as decisões sobre o que fazer.

Controlador	Para que possa ser autônomo	O componente pensante do robô. Os controladores fornecem <i>hardware</i> e <i>software</i> que tornam o robô autônomo, usando informações sensoriais ou outras informações, para decidir o que fazer, e controlar os motores para executar essas ações.
-------------	-----------------------------	---

Fonte: Autoria própria, adaptado de Matarić (2015)

As definições de robótica e de robôs apresentadas por Niku (2013) e Matarić (2015) referem-se a um contexto mais amplo, nos moldes utilizados em processos industriais. E quando está relacionada aos processos de ensino e aprendizagem, como se define robótica? A que desdobramentos a robótica se sujeita quando inserida no contexto educacional?

Para caracterizar as experiências que estão sob observação neste estudo, conforme objetivos propostos e, ao mesmo tempo em que procuramos elucidar questões emergentes no decorrer deste, lançamos mão das teses localizadas pela pesquisa bibliográfica. Nestas produções localizadas e selecionadas, a começar pela nomenclatura atribuída à ferramenta, podemos observar algumas diferenciações.

As denominações *robótica educacional* e *robótica pedagógica* são as mais comuns, além de aparecer simplesmente robótica. César (2013) apresenta as seguintes tratativas para os termos: entendemos que “educativo” se refere a todo aprendizado resultante das experiências cotidianas. Cita ainda Casassus (1993, p.9): *educativo* “[...] se refere ao próprio fato pedagógico, ao ato de aprendizagem e o educacional ao conjunto de ações e recursos mobilizados para que esse ato se dê nas melhores condições possíveis”. Entretanto, utiliza-se a expressão robótica pedagógica livre na condução de seu trabalho para tratar do uso da robótica com fins pedagógicos, retratando oficinas realizadas com materiais alternativos.

Em sua definição, Silva (2009) refere-se à robótica e Mill e César (2013) atribuem a denominação robótica pedagógica ao conjunto de processos e procedimentos envolvidos em propostas de ensino e aprendizagem que tomam os dispositivos robóticos como tecnologia de mediação para a construção do conhecimento. Por dispositivos robóticos, neste contexto, considera-se toda e qualquer tecnologia que possa ser aplicada no processo pedagógico, composta por engrenagens, rodas, motores, parafusos e circuitos eletrônicos programáveis. Também se refere ao material reutilizável como madeiras, papel, papelão, adesivos e, ao *software* utilizado para a programação dos circuitos de controle e automação dos robôs. Assim, enquanto a robótica industrial se vale de

equipamentos altamente sofisticados, a robótica pedagógica também pode ser desenvolvida com materiais reutilizáveis ou com *kits* próprios para fins educativos. Esta é uma tendência tecnológica mencionada por Papert (2008), que engloba a manipulação dos componentes eletrônicos, mecânicos e os *softwares* para programação das funções de controle dos robôs.

Silva (2009) utiliza, no mesmo texto, a expressão robótica educacional para se referir aos robôs como artefatos mediadores na educação, que se caracteriza por um ambiente de trabalho em que os alunos terão a oportunidade de montar seu próprio sistema robótico, controlando-o através de um computador com *softwares* especializados (p.32). A esse ambiente de aprendizagem em que o professor ensina ao aluno a montagem, automação e controle de dispositivos mecânicos que podem ser controlados pelo computador a autora denomina robótica pedagógica ou robótica educacional (p.32).

Oliveira (2007) e Santana (2009) utilizam o adjetivo “pedagógica” quando se referem à robótica como ferramenta educacional. No entanto, Oliveira (2007) adota a ideia de que a robótica é a ciência que estuda máquinas dotadas de inteligência artificial e robótica pedagógica é a atividade de montagem e programação de robôs, com a intenção de explorar e vivenciar aprendizagens. Nesta mesma linha de pensamento, para Santana (2009), a robótica pedagógica

consiste em um ambiente multirreferencial de aprendizagem que utiliza *kits* de montar compostos por eixos, rodas, roldanas, motores, sensores e diversos outros tipos de peças e materiais (incluindo os reutilizáveis) possibilitando a elaboração de projetos que envolvam a construção de dispositivos mecânicos e/ou eletrônicos (SANTANA, 2009, p.74).

Schivani (2014) utiliza expressão robótica pedagógica e recorre a D’Abreu (1999) para defini-la. Assim, robótica remete a concepção e construção de robôs capazes de cumprir determinada tarefa de forma autônoma ou programada (p.72). Esta definição, porém, contempla parcialmente a ideia de Matarić (2015) que afirma que o robô deve ser autônomo, não recebendo influência de agentes externos, não sendo controlados por estes.

Este estudo corrobora com as considerações de Campos (2011) no que diz respeito às denominações dos instrumentos robóticos na educação, quando o autor não faz inferências quanto aos erros ou acertos, ou qual a denominação adequada, robótica educacional ou robótica pedagógica. No entanto, considera que a robótica no contexto

educacional assume configurações variadas, relacionando-se a objetos de estudo, descrevendo *kits* e demais materiais utilizados na criação de robôs, referindo-se aos laboratórios onde são realizadas experiências e oficinas de robótica. Também pode se relacionar às metodologias aplicadas em sala de aula e aos ambientes de aprendizagem. Para Campos (2011), a robótica é um recurso tecnológico que permite criar um ambiente motivador e criativo, proporcionando ao educando uma experiência única de aprendizagem significativa (p.50).

Outros trabalhos acadêmicos (LOPES, 2008; AROCA, 2012; SCHIVANI, 2014; BARBOSA, 2016 e SÁ, 2016) apresentam definições semelhantes aos mencionados anteriormente, utilizando a expressão robótica educacional. Segundo a definição de Matarić (2015), a interface robótica trabalhada por Barros Neto (2015) não poderia ser classificada como robótica pedagógica por se tratar de uma criação própria para ambiente virtual, utilizando *Scratch*<sup>8</sup> como linguagem de programação. Neste caso, a interface robótica não possui corpo físico. Entretanto, a programação é um componente da robótica e não pode ser ignorada neste ambiente.

Neste trabalho entendemos robótica pedagógica como uma estratégia de construção do conhecimento, ora pautada na formação de ambientes em que interagem conteúdos interdisciplinares com conteúdos próprios da educação tecnológica, ora como ferramenta que promove o aprendizado tanto de conteúdos curriculares quanto de assuntos relacionados aos aspectos comportamentais dos agentes envolvidos. Incorpora-se, portanto, aos contextos humanos a socialização, a ética, bem como aspectos motivacionais.

Elemento comum nas definições de robótica pedagógica, a programação desempenha função essencial em todas as fases de criação dos dispositivos robóticos, isto é, pesquisa, *design*, prototipagem virtual, mas principalmente no controle dos robôs. Valente (1999) coloca a robótica pedagógica como uma ramificação dos ambientes de programação. Para ele, o valor educacional da programação, de modo geral, está no fato de que um programa representa descrições escritas de um processo de pensamento, o qual pode ser examinado, discutido com outros e depurados (VALENTE, 1999, p.54). A materialização do pensamento se dá pela programação, já que o aluno precisa pensar de

---

<sup>8</sup> Scratch: linguagem de programação em blocos, criada por Mitchel Resnick pesquisador do MIT.

forma lógica e expressá-lo através de uma linguagem que o computador ou unidade de controle robótica entenda e execute suas instruções.

No âmbito educacional, a relação robô - programação iniciou-se com Papert (1988), quando este criou um dispositivo que lembrava uma tartaruga que, ao ser conectada a um computador, se movia em uma superfície plana criando desenhos geométricos. Com a evolução dos computadores e das linguagens de programação, as tartarugas foram transportadas para o ambiente virtual, como uma alternativa para ampliar a transferência de informações aos alunos, passando para estes o controle de sua aprendizagem.

Nessa perspectiva, esperava-se que o aluno aprendesse de maneira significativa através da programação, utilizando para isso a linguagem Logo, criada para finalidades educacionais, por um grupo de pesquisas do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), do qual Papert fazia parte. Sobre a linguagem de programação, Valente (1999) considera que,

Logo foi a única alternativa que surgiu para o uso do computador na Educação com uma fundamentação teórica diferente, passível de ser usado em diversos domínios do conhecimento e com muitos casos documentados, que mostravam a sua eficácia como meio para a construção do conhecimento por intermédio do seu uso (VALENTE, 1999, P.4).

O conjunto de peças que primeiro marcou presença na robótica utilizando a linguagem de programação Logo foi o da fabricante de brinquedos Lego, através de um segmento educacional composto por pequenos blocos encaixáveis. Tanto Lego, quanto Logo têm propósitos educacionais semelhantes, uma vez que o aprendizado é baseado no processo de construir e refletir sobre o que é feito e depurar o que é construído (VALENTE, 1999, p.54).

Resnick (2009) incentiva a aprendizagem da programação para criação de meios interativos que permitam ao aluno se tornar um produtor de seus conteúdos em detrimento às suas ações de consumidor de informações. Utiliza, para isso, a interface criada por ele junto ao *Massachusetts Institute of Technology*, o *Scratch*.

Segundo seu criador, com a interface visual e programação em blocos,

*Scratch* permite que jovens, com idade acima de 8 anos, criem suas próprias histórias, jogos e animações interativas, e compartilhem suas criações na *web*. *Scratch* foi projetado para tornar a programação mais significativa e mais social. À medida que os jovens criam e compartilham

projetos feitos com *Scratch*, aprendem a pensar de forma criativa, a usar raciocínio lógico, a trabalhar em modo colaborativo (RESNICK, 2009, p.4).

Observa-se a relação de dependência que a robótica tem com a programação. Neste sentido, Valente (1999) argumenta que se pode colocar a robótica pedagógica, isto é, a construção com objetivos educacionais de artefatos concretos, manipuláveis, controlados por programas de computador, como uma ramificação dos ambientes de programação.

### **3.4. Educação e tecnologias: potencialidades da robótica como ferramenta pedagógica**

Para Mill (2013), o uso que se faz das tecnologias disponíveis no campo educacional relaciona-se às suas potencialidades pedagógicas. Neste sentido, vários dentre os autores das produções acadêmicas que compõe o presente estudo, situam a robótica pedagógica como promotora de ambientes educacionais mais dinâmicos e atraentes para os estudantes, capacitando-os a construir, de forma autônoma, seu conhecimento na interação com colegas e professores. Soma-se a isso, a possibilidade da capacitação tecnológica, habilidades para resolução de problemas, desenvolvimento de criatividade e raciocínio lógico e de formação de cidadãos críticos em uma sociedade em constante transformação.

Citando Wagner (2012), Castilho et al. (2016), argumentam que,

uma educação que pretenda desenvolver o potencial de jovens para serem sujeitos de inovação deve, além de explorar as tecnologias digitais educacionais, privilegiar os métodos ativos de aprendizagem e o desenvolvimento das habilidades que definem os inovadores, tais como pensamento crítico e resolução de problemas; colaboração através das redes; agilidade e adaptabilidade; iniciativa e empreendedorismo; pesquisa e análise de informações; comunicação oral e escrita; curiosidade e imaginação, perseverança, vontade de experimentar, correr riscos calculados e tolerância ao fracasso (CASTILHO ET AL., 2016, p.1.061).

A resolução de problemas mantém estreita relação com o pensamento computacional. Wing (2006), define a expressão como um processo que inclui o pensar de forma lógica e ordenada em busca da resolução de problemas.

Outra especificidade dos ambientes em que a robótica pedagógica se apresenta como tecnologia mediadora nos processos de ensino e aprendizagem é a

interdisciplinaridade. (OLIVEIRA, 2007; SANTANA, 2009; SILVA, 2009; CÉSAR, 2013; SÁ, 2016). É tomada como uma negação à compartimentalização do conhecimento em disciplinas (CARLOS, 2007), ou seja, uma forma de integrar diferentes saberes das disciplinas para um fim comum.

Segundo Thiesen (2008), como um movimento contemporâneo que emerge na perspectiva da dialogicidade e da integração das ciências e do conhecimento, a interdisciplinaridade vem buscando romper com o caráter de especialização e com a fragmentação dos saberes. Sobretudo pela influência dos trabalhos de grandes pensadores como Bacon, Descartes, Newton e outros, as ciências foram sendo divididas e, por isso, especializando-se.

Para Japiassu (1976), a existência interdisciplinar impõe a cada especialista que transcenda sua própria especialidade, tomando consciência de seus próprios limites para acolher as contribuições de outras disciplinas (JAPIASSU, 1976, p.26). Entende-se com isso, que há necessidade de se propiciar uma aprendizagem que mantenha as disciplinas mais conectadas entre si, unindo a teoria com práticas que, normalmente, se adquire tanto na escola quanto em outros ambientes não formais, trazendo significado ao que se está empreendendo no processo de ensino e de aprendizagem.

O domínio do interdisciplinar é vasto e complexo, por isso configura-se em um projeto difícil de ser estabelecido com rigor (JAPIASSU, 1976). A complexidade referida encontra-se entranhada em várias questões: culturais, sociais, religiosas, ambientais; não restrita unicamente à educação. Salvo redundância, as questões complexas se dão por não se ter uma visão do todo e sim por estarem sob visão fragmentada. Segundo Martino e Boaventura (2013), a questão surge, então, quando a interdisciplinaridade passa a ser vista como uma maneira alternativa de geração de conhecimento, que para alguns chega mesmo a ser considerada como uma superação da ciência.

Uma vez integrada ao contexto educacional, a interdisciplinaridade pode ser definida como interação existente entre duas ou mais disciplinas, onde tal definição pode se encaminhar da simples comunicação das ideias até a integração mútua dos conceitos-chave da epistemologia, da terminologia, do procedimento, dos dados e da organização da pesquisa e do ensino, relacionando-os (FAZENDA, 2008). Entre as categorias a que foram submetidas as ciências relacionadas com a especialização estão a multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, transdisciplinaridade e a própria interdisciplinaridade, em vários

momentos, são tomadas como sinônimos. Configurando-se na terminologia advinda do termo disciplinar, surgida a partir de discussões na OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), Japiassu (1976) define como multidisciplinar o sistema de disciplinas no qual não ocorre relação aparente entre elas. O currículo escolar se traduz em bom exemplo do termo. Ainda o autor coloca, como pluridisciplinar, um mínimo de interação entre as disciplinas e como transdisciplinar a interação mais ampla observada entre elas. Neste quadro a robótica tem propriedades que lhe conferem a característica de interdisciplinar. De acordo com Mill e César (2013),

a riqueza da robótica pedagógica está no seu potencial como metaformação e como criadora de um ambiente dinâmico de ensino e aprendizagem – que diz respeito à possibilidade de aprendermos coisas da própria robótica enquanto apreendemos e aprendemos coisas diversas de outras áreas de conhecimento por meio dela, num ambiente motivador e divertido (MILL; CÉSAR, 2013, p.270).

Com esta ferramenta pedagógica, abrem-se oportunidades para compartilhamento de informações e a construção de conhecimentos em ambientes coletivos, sobretudo os educacionais, potencializando a aprendizagem de gerações desmotivadas com a passividade dos moldes de ensino reprodutor de conteúdos. Para Feitosa (2013), existem cinco vantagens ao aliar a robótica com projetos, no ensino escolar:

- a. Transforma a aprendizagem em algo motivador, tornando bastante acessíveis os princípios de ciência e tecnologia aos alunos;
- b. Permite testar em um equipamento físico o que os estudantes aprenderam, utilizando modelos que simulam o mundo real;
- c. Ajuda a superação de limitações, fazendo com que o aluno verbalize seus conhecimentos e suas experiências, e desenvolva sua capacidade de argumentar e contra-argumentar;
- d. Desenvolve o raciocínio e a lógica na construção de algoritmos e programas para controle de mecanismos;
- e. Favorece a interdisciplinaridade, promovendo a integração de conceitos de áreas como matemática, física, eletrônica, mecânica e arquitetura (FEITOSA, 2013, p.28).

Além das contribuições em disciplinas típicas da área das ciências exatas, contribuem, ainda, com o aprimoramento da interpretação de textos, a interpretação de

enunciados de problemas propostos, a elaboração de textos conclusivos sobre a prática da robótica pedagógica e a própria dinâmica da execução desses projetos. Também o reforço de correlação dos conteúdos curriculares com esses projetos, desmitificando a imagem de disciplinas descontextualizadas atribuídas à matemática, ciências e tecnologias, alinhando-se ao movimento denominado Educação STEM (acrônimo de *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), ciências, tecnologia, engenharia e matemática. O movimento tem interesse na democratização das ciências, tecnologias, engenharias, artes e matemática, disponibilizadas desde os primeiros períodos de escolarização até a profissionalização futura do cidadão. Educar os alunos nas disciplinas específicas de forma interdisciplinar e direcionada. Ao invés de ensinar ciências, matemática, engenharia e tecnologias separadamente, a educação STEM integra esses componentes de modo a associar contextos de aprendizagem abstrata à resolução de problemas do mundo real.

Segundo Matarić (2015),

na prática, os tópicos STEM não fazem tanto sucesso entre crianças e estudantes como deveriam, considerando que grandes empregos, carreiras e salários estão disponíveis nessa área. Isso cria um déficit de pessoas capacitadas para ocupar esses postos de trabalho. Assim, tem sido dada uma atenção cada vez maior ao desenvolvimento de ferramentas inovadoras para melhorar o ensino dos tópicos STEM. A robótica está no topo dessa lista (MATARIC, 2015, p.346).

Permitir ao aluno familiarizar-se e compreender atividades que se desenvolvem através de projetos, pela pesquisa e investigação, resolução de problemas, desenvolvimento de capacidade crítica, desenvolvimento do raciocínio lógico, da programação e análise de sistemas, de habilidades artísticas, do conceito de sustentabilidade, a promoção da inclusão social e do letramento digital, também são requisitos que a robótica pode atender. Convém ressaltar que o fato de se aprender a manipular um dispositivo digital, tipo computador, *tablet* ou *smartphone*, não significa que seja letrado digitalmente. Para Warschauer (2006), artefatos físicos como livros, lápis, papel, caneta, máquinas de escrever assim como a própria língua, têm tido profundas consequências para a prática do letramento. Ainda segundo o autor,

em cenários educacionais, um problema comum abrange a forte ênfase no letramento básico por via do computador, separado das habilidades mais amplas referentes à redação, pesquisa e análise. Sem referência a conteúdo, objetivos, propósitos ou tarefas significativas, o letramento por meio do computador agrega pouco valor ao aprendizado (2016, p.156).

Isso significa que iniciativas dessa natureza podem contribuir para, através da robótica, facilitar o ensino científico mesclando-o ao cotidiano dos alunos, em concordância com as ideias das teorias construtivistas e construcionistas, que dialogam com teoria e prática nos ambientes de aprendizagem. Quando elaboradas de forma a privilegiar as aprendizagens ativas, voltadas para o desenvolvimento de novas habilidades, tendem a preparar adequadamente os alunos para a resolução de problemas de forma criativa.

A robótica pode assumir diferentes formas ao se integrar aos ambientes educacionais, duas delas mais visíveis do ponto de vista do ensino formal. A primeira é a robótica em si, compreendendo o *design*, concepção, montagem e programação de dispositivos, configurando-se em um componente mais técnico do que aplicável em contextos pedagógicos. Neste modelo de integração, sobressaem o ensino voltado para habilidades psicomotoras adquiridos na montagem e manipulação de objetos, blocos ou pequenas peças de encaixe e fixação umas às outras. O ensino de linguagens de programação também se enquadra neste modelo, servindo basicamente, para materializar a abstração presente na codificação.

A segunda forma de integrar a robótica à educação pode ser feita incorporando dispositivos prontos a temas normalmente estudados através de materiais didáticos como livros, vídeos, entre outros, constituindo-se ela própria em material didático. Neste sentido, é possível testar conceitos teóricos que, de outra forma, dependeriam somente de memorização, que, uma vez aprendidos de forma prática, seriam internalizados e, portanto, apreendidos.

Toda potencialidade da robótica no ensino de ciências pode ser observada ao se unir as duas formas descritas para integrá-la à educação, ou seja, desde a discussão das ideias para elaboração de aulas interdisciplinares ou multidisciplinares até a avaliação final com um objeto já pronto. E, nesse meio, a pesquisa.

Segundo Pavão et al. (2011),

a metodologia de pesquisa para crianças baseia-se na curiosidade e na exploração ativa. Construir e oferecer respostas sim, mas sobretudo gerar a indagação e o interesse pela ciência como fonte de prazer, de transformação da qualidade de vida e das relações entre os homens. [...] É importante propiciar situações tanto coletivas quanto individuais, para observações, questionamentos, formulação de hipóteses, experimentação, análise e registro, estabelecendo um processo de troca professor-classe para gerar novas indagações (PAVÃO et al., 2011, p.18).

Considerando as formas descritas, os *kits* de robótica podem ser aplicados de acordo com a faixa etária, facilitando a mediação do professor e o entendimento dos alunos. Assim, *kits* como Lego poderiam ser utilizados em cenários onde os alunos estão iniciando o entendimento da abstração, servindo como material didático, em que se conhece o final do processo. *Kits* como Pete, apresentados neste estudo, poderiam ser incorporados na sequência, onde os alunos já teriam desenvolvido um nível de abstração no qual se apreendem conceitos mais complexos sem deixar a facilidade proporcionada por materiais didáticos e que não precisam de memorização de grandes conceitos técnicos. Já para faixa etária um pouco mais avançada, para os anos finais da educação básica, as placas de prototipagem, tipo Arduino, poderiam ser utilizadas, exigindo e gerando conhecimentos mais complexos. Estudos anteriores corroboram com esses argumentos.

Silva (2009) argumenta que,

ao propor atividades de robótica, inicialmente deve-se levar em conta eventos compatíveis com a idade do aluno e, à medida que esse avance, ir propondo novos desafios para que ele possa ir além. Com base na teoria de Vygotsky, deve-se apresentar uma atividade que promova um colapso cognitivo e esta deve estar presente até que possa ser internalizada (SILVA, 2009, p.71).

### **3.5. Pesquisa bibliográfica: abordagens sobre robótica pedagógica a partir de produções científicas**

O conhecimento científico tem especificidades que fazem dele um instrumento valioso para o indivíduo viver na sociedade moderna, possibilitando uma mudança na qualidade da interação entre o ser humano e o mundo em que ele vive (ZANCUL, 2001, p.63). A pesquisa bibliográfica é a forma de recuperar esse conhecimento científico da base material onde está depositado e torná-lo acessível após análise. É conhecimento gerando conhecimento. Esta seção do presente estudo, de acordo com os critérios propostos nos procedimentos metodológicos, apresenta os resultados da pesquisa bibliográfica.

### 3.5.1. Fontes da pesquisa: Teses e dissertações

Na base de teses catalogadas pelo Grupo Horizonte, pesquisamos o termo “robótica” nos campos TÍTULO e RESUMO. Dos resultados foram desconsideradas as teses que não fazem uso específico de robótica pedagógica, educacional ou educativa, como no caso de documentos que apenas citavam a temática em seus textos e, de um total de 6.402 registros que compõe o banco de dados, retornaram seis registros correspondentes ao critério de busca, listados no Quadro 3.3.

Quadro 3.3. Recorte de teses, com o tema Robótica Pedagógica, catalogadas pelo Grupo Horizonte

ID / IES	ANO DE DEFESA	TÍTULO DA TESE	PROGRAMA
T01 / UFRGS	2007	Robótica como interface da tomada de consciência da ação e do conhecimento do objeto, através de metacognição como propulsora da produção do conhecimento	Programa de Pós-graduação em Informática na Educação
T02 / UFRGS	2008	A exploração de modelos e os níveis de abstração nas construções criativas com robótica educacional	Programa de Pós-graduação em Informática na Educação
T03 / PUCSP	2011	Currículo, tecnologias e robótica na educação básica	Programa de Pós-graduação em Educação
T04 / USP	2014	Contextualização no ensino de física à luz da teoria antropológica do didático: o caso da robótica educacional	Programa de Pós-graduação em Educação
T05 / PUCSP	2015	A construção de instrumentos matemáticos didáticos com tecnologia digital: uma proposta de empoderamento para licenciandos em Matemática	Programa de Pós-graduação em Educação
T06 / UFU	2016	Rede de aprendizagem em robótica: uma perspectiva educativa de trabalho com jovens	Programa de Pós-graduação em Educação

Fonte: Autoria própria

A seguir, na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, pesquisamos o termo “robótica” nos campos disponíveis. O retorno foi de 207 teses, englobando todos os programas de pós-graduação. Dos resultados, após análise individual, foram descartadas as teses que não se referiam à robótica pedagógica, retornando cinco registros correspondentes ao critério de busca, listados no Quadro 3.4. A produção científica que apresentou duplicidade com as teses já selecionadas no Grupo Horizonte também foi desconsiderada na avaliação.

Quadro 3.4. Recorte com teses selecionadas na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

ID / IES	ANO DE DEFESA	TÍTULO DA TESE	PROGRAMA
T07 / UFBA	2009	Em busca de outras possibilidades pedagógicas: "trabalhando" com ciência e tecnologia"	Programa de Pós-graduação em Educação
T08 / UFRN	2009	RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional	Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e de Computação
T09 / UFRN	2012	Plataforma Robótica de Baixíssimo Custo para Robótica Educacional	Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e de Computação
T11 / UFBA	2014	Robótica pedagógica livre: uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento	Programa de Pós-graduação em Difusão do Conhecimento
T10 / UFRN	2016	W-Educ: um ambiente <i>web</i> , completo e dinâmico para robótica educacional	Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e de Computação

Fonte: Autoria própria

Para a tese do programa de pós-graduação em educação defendida no ano de 2009, que não apareceu na busca anterior do Grupo Horizonte, a justificativa é a avaliação da CAPES para Universidade Federal da Bahia (UFBA), de nota 4. Esta informação pode ser observada na Figura 2, onde consta a nota do Programa de Pós-graduação em Educação.

Cursos Recomendados e Reconhecidos				
Programa	IES			
EDUCAÇÃO (28001010001P9)	UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA (UFBA)			

	UF	ME	DO	MP
	BA	4	4	-

Figura 3.1. Avaliação do Programa de Pós-graduação em Educação para UFBA

Fonte: Plataforma Sucupira - <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/index.jsf>

Lembrando os procedimentos metodológicos para a análise da revisão bibliográfica, utilizamos uma base de dados catalogada pelo Grupo Horizonte, constituída por teses de doutorado de programas de pós-graduação em educação, complementadas com as teses de outros programas arquivados pela BDTD, assim caracterizadas:

- são 6.402 teses catalogadas;
- são teses de 24 programas de doutorado em Educação, incluindo todos aqueles classificados pela CAPES com nota 7, 6 ou 5, *a priori*, do Grupo Horizonte.

Os dados levantados por ocasião da pesquisa bibliográfica permitiram construir indicadores para compor uma análise do desenvolvimento da temática robótica pedagógica na produção científica nacional. O Quadro 3.5 mostra um resumo das teses selecionadas, de onde serão extraídas informações os teóricos e os *kits* de robótica utilizados nas experiências.

Quadro 3.5. Resumo dos objetivos das teses analisadas

ID	RESUMO DOS OBJETIVOS
T01	Aplicação das teorias Piaget, Vygotsky e Papert no aprendizado de robótica por crianças, analisados sob o ponto de vista de pais, professores e estudiosos. (OLIVEIRA, 2007).
T02	Com base na Epistemologia Genética de Jean Piaget, o presente trabalho procura contribuir para a produção de conhecimento na área de concentração das ciências cognitivas aplicada à Informática na Educação, no sentido de explicitar os processos cognitivos envolvidos no contexto de desenvolvimento de projetos em robótica educacional por crianças em idade escolar (LOPES, 2008).
T03	Buscou-se com este trabalho identificar as características da integração da robótica como recurso tecnológico no currículo de uma escola particular em relação aos aspectos didático-pedagógicos e de gestão, com vistas a promover o desenvolvimento de futuros projetos que integrem de forma mais significativa a robótica ao currículo (CAMPOS, 2011).
T04	Com foco na Robótica Educacional para fomentar a contextualização, analisamos quatro atividades que fazem uso de <i>kits</i> da Lego no ensino de física. Dessas quatro atividades, duas foram aplicadas para estudantes do primeiro ano do ensino médio em uma escola pública do estado da Bahia, Brasil (SCHIVANI, 2014).
T05	Este trabalho teve como objetivo investigar se a construção de Instrumentos Matemáticos Didáticos com tecnologia digital incorporada, em conjunto com uma estratégia baseada na criação de situações didáticas, poderia empoderar o futuro professor de matemática para além da condição de usuário (BARROS NETO, 2014).
T06	A presente pesquisa buscou compreender qual a perspectiva do desenvolvimento de um trabalho coletivo de robótica educacional com estudantes do ensino médio (BARBOSA, 2016).
T07	O objetivo é demonstrar a importância de trabalhar a Ciência e a Tecnologia nos primeiros anos do ensino fundamental, de forma lúdica porém efetiva, buscando melhorar o interesse dos alunos pelo estudo e a redução dos índices de evasão escolar nas primeiras séries da educação fundamental na rede pública (SANTANA, 2009).
T08	Neste trabalho propomos uma metodologia para o ensino de robótica no Ensino Fundamental, baseada na teoria sócio-histórica de Lev Vygotsky. As atividades visaram produzir conhecimento sobre a construção de protótipos robóticos, sua programação e controle (SILVA, 2009).
T09	Neste trabalho, propomos uma arquitetura de controle e um conjunto de técnicas que possibilitam a construção de robôs de baixíssimo custo, além de diminuir a complexidade na sua montagem e programação, que pode ser utilizada em diversas aplicações, tendo sido validada, especialmente em projetos de robótica educacional (AROCA, 2012).

T10	Este trabalho propõe um ambiente <i>web</i> para robótica educacional, que é uma solução aberta, dinâmica e completa para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem neste tipo de atividade (robótica). O foco inicial do trabalho foi a inclusão digital dos alunos de uma escola pública do estado do RN (LIMA, 2016).
T11	Pretende-se propor uma metodologia de difusão do conhecimento sobre/para Robótica Pedagógica Livre (RPL), tratar e refletir sobre as experiências de aprendizagem – relacionadas às dificuldades e à cognição – vivenciadas pelos educandos no processo de formação e multiplicação na/para produção e difusão do conhecimento sobre/para a RPL (CÉSAR, 2014).

Fonte: A autoria própria

O número de teses selecionadas permitiram analisar itens distintos das demais produções, no caso, os *kits* e os autores mais citados no referencial teórico. Nas teses analisadas, os *kits* Lego são amplamente explorados, seja em experiências práticas ou em revisões da literatura. Para Silva (2009), “os *kits* educacionais para robótica apresentam inúmeras possibilidades no que concerne ao desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais e também de construção de conhecimento” (SILVA, 2009, p.82).

Estabelecendo relações entre Papert e os *kits* Lego, Aroca (2012) indica que é interessante notar que esse produto foi concebido cuidadosamente em parceria com o Prof. Seymour Papert do MIT, um pesquisador pioneiro no uso de tecnologias aplicadas à educação, tais como o computador e a robótica. O nome Mindstorms tem origem no livro seminal do Prof. Papert: *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*.

Entre os *kits* constantes das teses figura o Scratch, que, ainda que não seja propriamente um *kit*, é um elemento passível de utilização nas experiências ou projetos elaborados para robótica com fins pedagógicos. Marji (2014) define *Scratch* posteriormente neste estudo.

A fundamentação teórica se baseia no construcionismo de Papert, o precursor da robótica, na teoria construtivista de Piaget e nas ideias interacionistas de Vygotsky. Destaca-se, neste quesito, a tese T06 ao elaborar uma revisão de literatura com o propósito de compreender as implicações do trabalho coletivo realizado por alunos do ensino médio com o aporte da robótica. Outro ponto de destaque são as referências aos *kits* Lego e a Papert em todas as teses. Ressalta-se que foram consideradas todas as menções aos termos, contados nos elementos pré-textuais, textuais e pós-textuais dos estudos selecionados. O Quadro 3.6 traz a síntese dessa contagem mostrando os *kits* e os teóricos mais citados.

Quadro 3.6. Contagem de *kits* e de referenciais teóricos com maior incidência nas teses

ID	Kits			Referencial teórico		
	Lego	Scratch	N-bot	Papert	Piaget	Vygotsky
T01	14	-	-	39	140	23
T02	79	1	-	45	68	-
T03	56	-	-	53	36	30
T04	48	-	1	8	-	-
T05	2	215	-	4	1	-
T06	163	2	-	88	12	10
T07	133	-	-	6	4	1
T08	76	-	-	7	2	150
T09	37	4	91	5	-	-
T10	58	3	6	1	-	-
T11	3	-	-	3	4	2
	669	225	98	259	267	216

Fonte: Autoria própria

Outros dados, primeiramente das teses e depois das dissertações, analisadas com base nas principais características de cada tipo de produção científica, estão representados na sequência de figuras abaixo e logo após, uma breve descrição destas. Começamos com a Figura 3.2, que representa as teses relacionadas à robótica pedagógica, que nas bases pesquisadas surgiram a partir do ano de 2007.

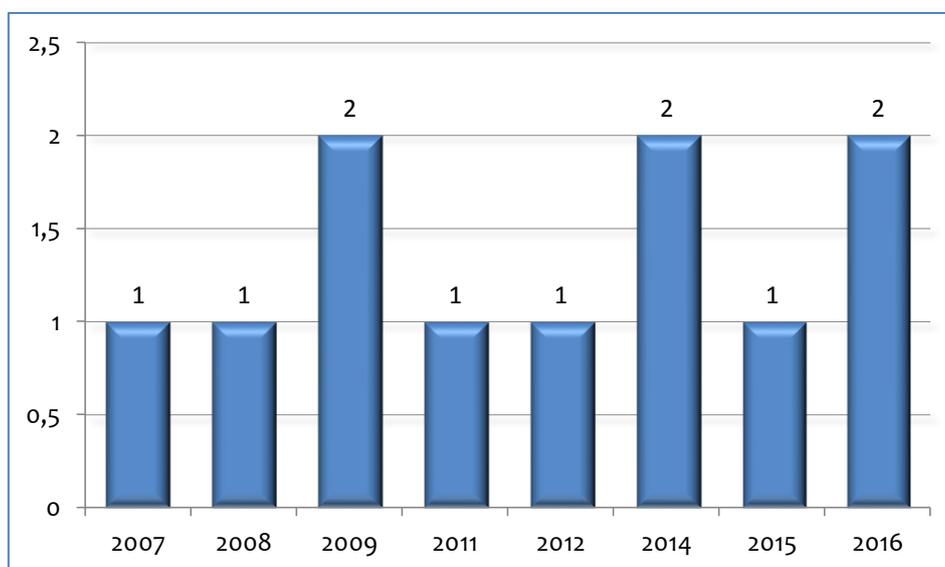


Figura 3.2. Teses relacionadas à robótica pedagógica por ano de defesa

Fonte: Autoria própria

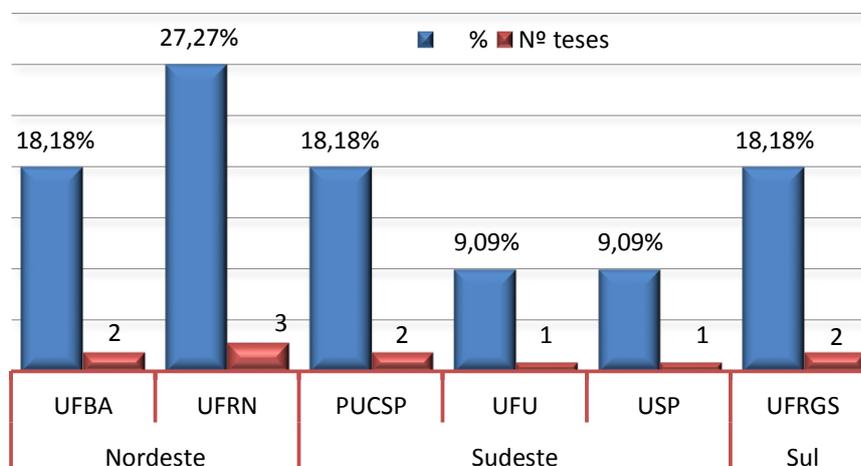
Este resultado aponta pequenas oscilações no número de teses no decorrer dos anos, com tendências de crescimento. Há que se considerar que o ano de 2016 pode não ser representativo em função de que podem não conter todas as teses publicadas no momento da coleta dos dados. A Tabela 3.1 resume, em números, a produção científica – teses – por região geográfica.

**Tabela 3.1.** Número de teses defendidas por região, em unidades e percentuais (%) correspondentes

Região	IES	Nº de teses	%
Nordeste	UFBA	2	18,18%
	UFRN	3	27,27%
Sudeste	PUCSP	2	18,18%
	UFU	1	9,09%
	USP	1	9,09%
Sul	UFRGS	2	18,18%

Fonte: Autoria própria

Os resultados apontam uma distribuição desta produção em apenas duas instituições de ensino superior na Região Nordeste, UFBA com 18,18% e UFRN com 27,27% do total nacional, enquanto na Região Sudeste o mesmo volume de produções está distribuído entre quatro universidades (PUCSP-18,18%, UFU-9,09% e USP-9,09%). A Região Sul responde por 18,18% da produção através da UFRGS.



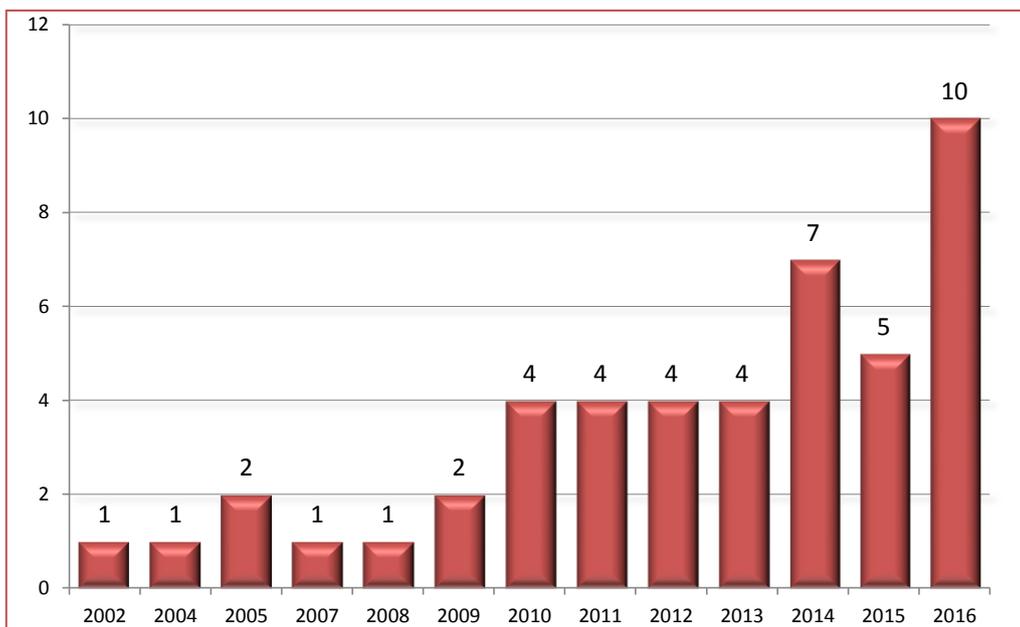
**Figura 3.3.** Número de teses defendidas por IES e região, de 2007 a 2016, em unidades e percentuais (%) correspondentes

Fonte: Autoria própria

Na figura 3.3 estão ilustradas as informações constantes da Tabela 3.1. Percebe-se a prevalência das universidades da região Nordeste com cinco teses defendidas entre 2007 e 2016, UFRN com 3 teses e UFBA com 2 teses.

Para as dissertações, na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, pesquisamos o termo “robótica” nos campos disponíveis. De 638 dissertações, após análise individual, foram desconsideradas as produções que não se referiam à robótica pedagógica, retornando 47 registros correspondentes ao critério de busca. O filtro com o período das buscas foi fixado para o ano de publicação de 1996 a 2016, assim como as teses recuperadas na base de dados do Grupo Horizonte. Dessa forma, uma dissertação do ano de 2017 foi desconsiderada, resultando, então, 46 produções científicas, nível mestrado, conforme Apêndice C.

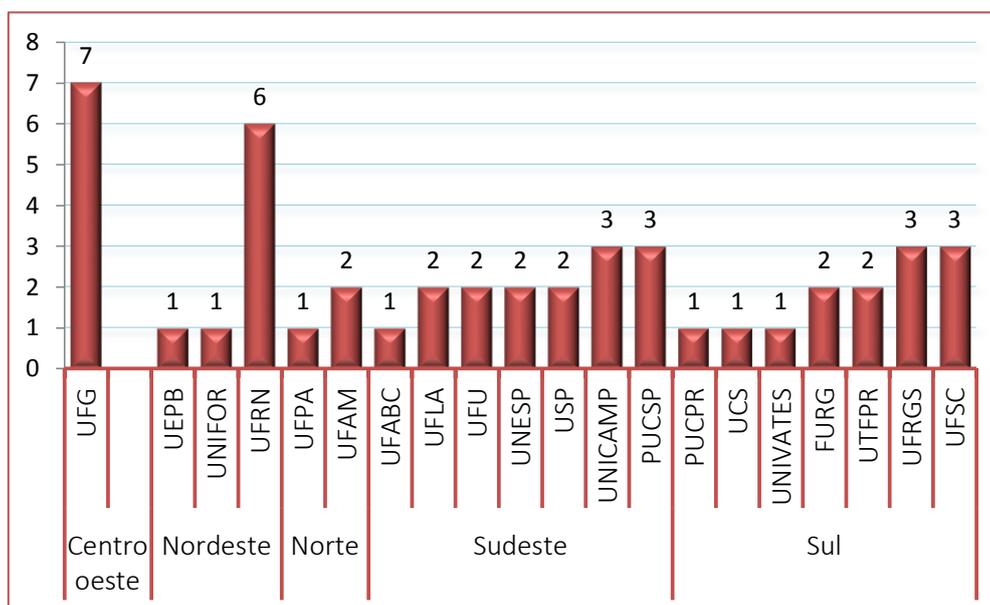
Inicialmente, com a leitura das produções científicas foram elaboradas as apresentações seguintes. Na Figura 3.4 estão representadas as dissertações defendidas por ano. Observa-se que a robótica pedagógica como tema de programas de pós-graduação, nível mestrado, vem crescendo de forma moderada. Os resultados refletem também a disponibilidade da temática na literatura, onde no início da década passada era praticamente inexistente. No ano de 2003 foi observada uma lacuna, no sentido de não haver nenhum trabalho cujo tema tenha sido robótica, mantendo-se com pouca oscilação de 2004 a 2009. O ano de 2010 marcou o início de uma sequência de crescimento nas dissertações defendidas, passando por uma pequena queda em 2015 em relação ao ano de 2014, enquanto o ano de 2016 teve o ápice de produções científicas nos programas de mestrado. A mesma consideração sobre as teses vale para as dissertações, ou seja, pode haver um número maior de dissertações no ano de 2016 que não aparecem nos dados em virtude de não estarem prontas para publicação.



**Figura 3.4.** Dissertações defendidas por ano

Fonte: Autoria própria

Já na Figura 3.5 observa-se a distribuição das dissertações por região e por IES. Chama a atenção a região Centro-oeste onde uma única IES, a UFG, responde por 15,22% do total de dissertações defendidas. De acordo com dados recuperados da Figura 3.4, no ano de 2014 foram defendidas 3 dissertações na UFG, o que fez com que aumentasse a participação desta IES, como ilustra o Figura 3.5.



**Figura 3.5.** Dissertações defendidas por IES e região

Fonte: Autoria própria

Na região Nordeste, o percentual fica próximo da região anterior, porém, com as dissertações distribuídas entre três IES: UEPB com 2,17%, UNIFOR com 2,17% e UFRN com 13,04%. A região Norte responde por 6% sendo 2,17% na UFPA e 4,35% na UFAM.

O Sudeste participa com 2,17% na UFABC, 2,17% na UFU, 4,35% na UNESP e 4,35% na USP. Ainda na região Sudeste, os maiores percentuais de dissertações tratando de robótica pedagógica encontram-se com 6,52% na UNICAMP e na PUC SP, somando 32,61% do total nacional. Por fim, na região Sul, PUCPR, UCS e UNIVATES têm 2,17% de participação das dissertações, cada uma. FURG e UTFPR respondem por 4,35% cada e UFRGS e UFSC 6,52% cada. A Tabela 3.2 sintetiza, em percentuais, os dados apresentados na Figura 3.5.

**Tabela 3.2.** Número de dissertações defendidas por região e IES, em valores percentuais (%)

Centro-oeste		Nordeste		Norte		Sudeste		Sul	
IES	%	IES	%	IES	%	IES	%	IES	%
UFG	15,22	UEPB	2,17	UFPA	2,17	UFABC	2,17	PUCPR	2,17
		UNIFOR	2,17	UFAM	4,35	UNESP	4,35	UCS	2,17
		UFRN	13,06			USP	4,35	UNIVATES	2,17
						UFLA	4,35	FURG	4,35
						UFU	4,35	UTFPR	4,35
						UNICAMP	6,52	UFRGS	6,52
						PUCSP	6,52	UFSC	6,52

Fonte: Autoria própria

A robótica pedagógica é um campo propício ao desenvolvimento e integração de conteúdos interdisciplinares. É possível adquirir conhecimentos científicos além de desenvolver habilidades técnicas de forma integrada, no sentido de aprender eletrônica, mecânica, computação dentre outras. Também é possível integrar, ao mesmo tempo, mais de uma disciplina científica com os conhecimentos técnicos da robótica. Através da leitura dos resumos das dissertações selecionadas, pôde-se observar esse fenômeno, conforme mostra o Quadro 3.7 e ilustra a Figura 3.6.

A educação tecnológica, representada na figura pela robótica, responde por parte das atividades práticas na robótica, 44,44% das dissertações analisadas, e são caracterizadas pela prototipação e programação. Também, a multidisciplinaridade está presente nestas produções científicas através das disciplinas matemática (24,44%), física (13,33%), biologia e química (4,44%). Multidisciplinar, já que não há integração dos

conteúdos disciplinares de forma aprofundada. A preocupação com a inclusão sociodigital está também representada em 6,67% das dissertações.

Quadro 3.7. Disciplinas mais exploradas nas dissertações.

DISCIPLINA	UNID.	%
ROBÓTICA	20	44,44%
MATEMÁTICA	11	24,44%
FÍSICA	6	13,33%
INCLUSÃO SOCIODIGITAL	3	6,67%
BIOLOGIA	2	4,44%
QUÍMICA	2	4,44%
STEM	1	2,22%
	45	100,00%

Fonte: Autoria própria

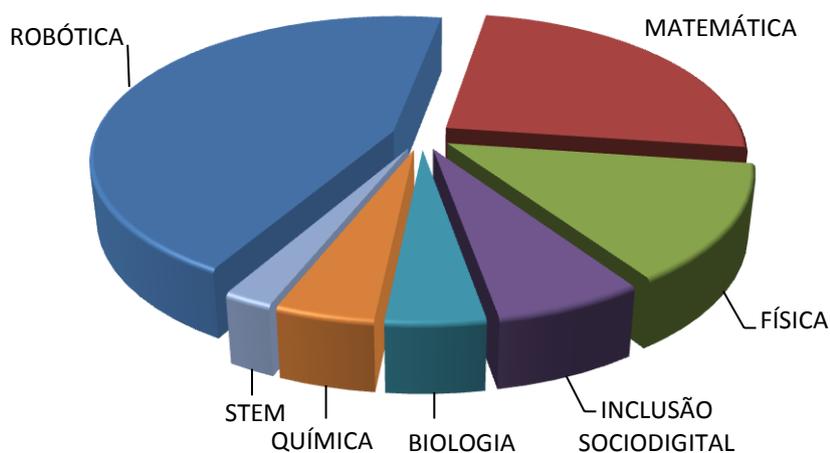
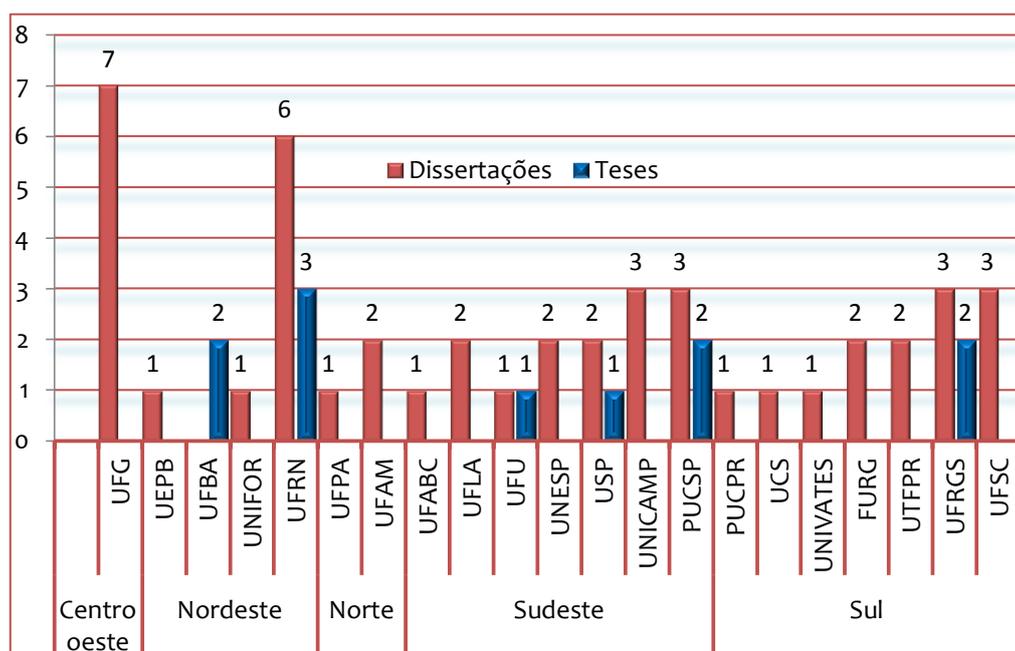


Figura 3.6. Áreas mais exploradas em dissertações

Fonte: Autoria própria

Quando analisadas em conjunto, na Figura 3.7, observa-se que a UFRN concentra o maior volume de produções científicas, teses e dissertações, relacionadas à robótica pedagógica. O ano da última defesa de dissertação foi 2013, visto através do Quadro 3.4 e o ano da última tese defendida foi 2016, dando indicações que a referida IES se mantém ativa no que tange à realização de pesquisas com robótica pedagógica. Esses dados colocam a UFRN na posição de grande produtora individual de trabalhos científicos com a temática, quando comparadas às demais IES.



**Figura 3.7.** Total de produções por IES, distribuído entre teses e dissertações

Fonte: Autoria própria

### 3.5.2. Fontes de pesquisa: artigos dos eventos da SBC (CBIE, SBIE, WIE)

Foram feitas pesquisas na *web* com fins a localizar eventos importantes na área de informática, promovidos pela SBC, com potencial para divulgar produções científicas tendo robótica como tema. O Quadro 3.8. lista os eventos selecionados.

Quadro 3.8. Produções científicas selecionadas em eventos da SBC com respectivo *link*.

Evento da SBC	Link para o site
Anais dos <i>Workshops</i> do Congresso Brasileiro de Informática na Educação - CBIE	<a href="http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/issue/archive">http://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/issue/archive</a>
Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE	<a href="http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/issue/archive">http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/issue/archive</a>
Anais do <i>Workshop</i> de Informática na Escola - WIE	<a href="http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/issue/archive">http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/issue/archive</a>

Fonte: Autoria própria

As pesquisas foram feitas no *browser web*, digitando o *link* relacionado com cada evento. A Figura 3.8 exibe um recorte da página aberta.



Figura 3.8. Recorte de página *web* com anais dos eventos da SBC

Fonte: Autoria própria

A partir desta, foram abertas as páginas seguintes, correspondentes aos anos de 2006 a 2016 e, os eventos realizados em 2017 com anais disponíveis. Os anais do Congresso Brasileiro de Informática na Educação foram selecionados a partir do ano de 2012.

Na página que se abre procurou-se pelo termo “robótica”. Se encontrado na página, o artigo foi aberto e salvo em planilha para análise. No total, foram recuperados 68 artigos relacionados à robótica que foram considerados para análise prévia. Dessa análise, oito artigos era artigos resumidos (*short papers*) e foram desconsiderados, assim como um artigo que estava no idioma espanhol e um duplicado. No final restaram: 19 artigos do WIE. 15 artigos do CBIE e 24 artigos do SBIE.

Este procedimento foi executado para todos os eventos e geradas as informações constantes do Apêndice D, com os detalhes de cada artigo. A síntese do conteúdo dos artigos selecionados para análise prévia está descrita no Quadro 3.9, lembrando que podem haver traços de mais de um conteúdo no mesmo texto.

Quadro 3.9. Principais conteúdos presentes nos artigos dos eventos com o número de ocorrências

Conteúdo	Ocorrências
Física e Matemática	4
Formação de professores	4
STEM	1
Pensamento computacional	4
Educação tecnológica	48

Fonte: A autoria própria

### 3.6. Análises preliminares das teses e dissertações e eventos dos anais da SBC

Um volume considerável de produções científicas catalogadas durante a pesquisa bibliográfica, nas teses e dissertações, assim como nos artigos, diz respeito a aplicações da robótica em contextos que não são somente os educacionais. Os resultados parciais da pesquisa, aqui apresentados, podem ser ampliados, com a inserção de outras fontes de produções científicas e também de outros indicadores, para que se possa analisar, de forma mais sucinta, a influência das tecnologias nos campos onde se estabelecem como recurso pedagógico. Dessa forma, por uma questão de abrangência dos dados, nas figuras e quadros expostos anteriormente, tanto as teses quanto as dissertações foram selecionadas no período de 1986 a 2016 e também considerados trabalhos que não se referem somente à construção de conhecimentos científicos, mas a outros temas como

medicina, TDIC (sem referência à robótica) etc. Estes trabalhos entraram na seleção, provavelmente, por conter o termo de busca em seções como *ABSTRACT* ou *KEYWORDS*.

Os discursos que colocam a robótica pedagógica como ferramenta inovadora nos ambientes educacionais apresentam tendências de crescimento, como pode ser observado nos dados levantados através da pesquisa bibliográfica. De forma geral, essas tendências refletem o interesse e as necessidades crescentes da incorporação das tecnologias no âmbito escolar, com a finalidade de, principalmente, preparar o estudante para o exercício pleno da cidadania em uma sociedade em constante evolução.

A colocação discursiva de preparação plena do cidadão reforça o argumento da necessidade ou da tendência de crescimento da aplicação das abordagens STEM na educação, as quais visam preparar o futuro profissional para áreas de matemática e ciências, que já abarcam as engenharias, e áreas de cunho tecnológico. Ficou evidenciado em Fabri Junior (2014), quando este propõe na seção *ABSTRACT* de seu trabalho intitulado “O uso de Arduino na criação de *kit* para oficinas de robótica de baixo custo para escolas públicas” a realização de oficinas de robótica em que pretende introduzir conceitos de (S)física, (M)matemática, (T)programação e (T)robótica básica, conceitos que estão estritamente relacionados com as (E)engenharias.

Entre as disciplinas mais trabalhadas na robótica, de modo multidisciplinar ou em integração com áreas de tecnologias, estão:

- matemática (MALIUK, 2009; MORAES, 2010; MARTINS 2012; ALMEIDA SILVA, 2014; RODARTE, 2014; NASCIMENTO, 2014; GOMES, 2014; RODRIGUES, 2015; OLIVEIRA, 2015; WILDNER, 2015, TOZADORE, 2016);
- física (FORTES, 2007; ZANATTA, 2012; ARAUJO, 2013; FORNAZA, 2016; MOLINA, 2016; RABELO, 2016);
- química (PEREIRA JUNIOR, 2014; LIMA, 2016);
- biologia (GARCIA, 2015;ALMEIDA, 2016).

Outros trabalhos têm seu foco na inclusão digital, como Castro (2008) e Da Silva (2010), além de outros que utilizam a robótica com fins a promover a motivação, a criatividade, o raciocínio lógico, o trabalho em equipe. Algo a se ressaltar quanto a esses conteúdos é que, ao longo do tempo, inicialmente a robótica foi explorada como tecnologia educacional (CHELLA, 2002; ZILLI, 2004; LABEGALINI, 2005; ACIOLLI, 2005). De

acordo com as dissertações selecionadas, a primeira disciplina científica mediada pela robótica foi a física em 2007, por Fortes.

Nas teses, enquanto Santana (2009) se propõe a buscar outras possibilidades de introdução à iniciação científica e tecnológica por meio da robótica, Campos (2011) traz reflexões sobre formas de integração da robótica ao currículo. Destacam-se, ainda nas teses, estudos diferenciados das dissertações em relação aos *kits* utilizados. Nas dissertações, as experiências são elaboradas, sobretudo com a utilização do *kit* Lego, apesar de haver outras referências a materiais de baixo custo. Porém, nas teses, quando existe a ocorrência, os *kits* Lego (SILVA, 2009) dividem espaço com materiais de baixo custo (CÉSAR, 2013).

Por definição, a robótica é uma estratégia que pode promover ambientes de aprendizagem diferenciados das metodologias tradicionais, utilizando os mais variados materiais na experimentação prática das teorias estudadas em sala de aula. Com isso em mente, observa-se que as teses e dissertações da temática convergem para modelos distintos de aplicação no contexto educacional. Ora se trabalha construção de dispositivos robóticos, proporcionando a aquisição de habilidades próprias do letramento digital, ora se trabalha conteúdos disciplinares tendo os dispositivos como ferramenta. Neste segundo momento, tem-se ainda a atuação da robótica no ambiente virtual, isto é, a programação é a ferramenta aplicada em resolução de problemas. Esse último, aliás, faz parte de um discurso recorrente nas produções científicas desse tema, como fica evidente em Cabral (2011), quando a autora se propõe a investigar as estratégias cognitivas de resolução de problemas por meio da robótica, utilizando para isso os *kits* Lego.

O pensamento computacional se constitui em uma dessas estratégias de resolução de problemas. Proposta inicialmente por Papert (2008), quando estimulou a introdução da robótica na educação e popularizada por Wing (2006), o pensamento computacional é uma forma de confrontar, planejar e resolver situações-problema com o uso de dispositivos computacionais. Está ligado à computação, pois, na programação, a elaboração de algoritmos utiliza-se de pensamento computacional, uma vez que cada passo da codificação de um programa (*software*) precisa ser pensado, planejado e executado sistematicamente para que não haja desvios, minimizando a ocorrência de erros nesses sistemas.

Nos artigos selecionados dos eventos da SBC, por se tratar de produções da área de computação, os temas mais abordados estão dentro de uma categoria aqui denominada “educação tecnológica”, em que as atividades privilegiadas pelo ensino são programação, robótica e, em menor escala mas não menos relevante, o pensamento computacional. A tendência para esse tema é de crescimento nas produções científicas.

Produções que tratam das ciências também estão presentes nos artigos recuperados, sendo a ocorrência da educação STEM uma tendência que parece estar começando a se concretizar. Esse trabalho foi apresentado em 2016 no Congresso Brasileiro de Informática na Educação por Carlos, Lima, Simão e Silva (2016), sob o título “Block.ino: Um experimento remoto para ensino de lógica de programação, robótica e eletrônica básica”. Os autores, citando McPherson e Anid (2014), argumentam que o ensino das áreas STEM logo cedo na educação básica é a chave do sucesso para o mercado de trabalho no século 21. Durante décadas, este conceito vem se fortalecendo com a competitividade e o desenvolvimento econômico (CARLOS; LIMA; SIMÃO; SILVA, 2016, p.151).

## Capítulo 4

### Robótica pedagógica sob a perspectiva de produções científicas: revisão sistemática e análise bibliométrica

#### 4.1. Introdução

Num mundo permeado por tecnologias, falar em robótica deixou de ser novidade, mas ainda desperta a curiosidade por onde quer que seja lembrada. Outrora relegada a processos industriais, atualmente ocupa as mais variadas funções na sociedade, do entretenimento à medicina; de viagens a astros distantes, ao mergulho no fundo dos oceanos.

A robótica começou a ganhar destaque no cenário educacional a partir do trabalho de Papert na década de 1960. Nascido na África do Sul, Papert (2008) teve como propósito inserir os computadores, que já estavam se popularizando na época, no ensino das crianças, a fim de dar-lhes maior autonomia no aprendizado, tirando dos adultos a responsabilidade de único provedor de informações.

O Dicionário Houaiss, define autonomia, consoante o pensamento de Kant (1724-1804), como a capacidade apresentada pela vontade humana de se autodeterminar segundo uma legislação moral por ela mesma estabelecida, livre de qualquer fator estranho ou exógeno com uma influência subjugante, tal como uma paixão ou uma inclinação afetiva incoercível. Por autonomia, no contexto proposto por Papert, podemos atrelar a propriedade de resolução de problemas individualmente, a partir de aprendizados interiorizados através de situações experienciadas, tomam o sujeito como agente, livre para decidir sobre o melhor caminho a tomar.

A capacidade de tomar decisões de forma autônoma, associada às potencialidades propiciadas pelas tecnologias informáticas, tem favorecido as habilidades de resolução de problemas. Esse conceito originou-se em Papert e tem se popularizado por meio de Wing (2006) com o nome de pensamento computacional, conceito que se remete à robótica em todos os níveis.

Essa realidade está presente no campo educacional despertando expectativas positivas quando o foco é sua incorporação aos processos pedagógicos. Entretanto, para

que esta inovação seja consolidada no ambiente escolar é primordial que se conheça o que já existe disponível e o que ainda está sendo desenvolvido com essa finalidade.

Sua utilização envolveria aspectos técnicos e, portanto, serviria apenas para o desenvolvimento de conhecimentos avançados nessa modalidade? Ou seria possível utilizar a robótica para proporcionar o conhecimento científico em qualquer nível de escolarização, sem que se demande muito tempo para isso?

Indagações dessa natureza geraram interesse por investigar como tem se desenvolvido essa temática nas produções científicas internacionais, mapeando e, no sentido de apropriação de conhecimentos científicos, complementando as questões de pesquisa propostas para esse estudo: como a robótica tem sido explorada em produções científicas do campo educacional, tendo como foco o ensino de ciências na educação básica? Quais os principais objetivos dos estudos e quais as habilidades desenvolvidas?

São muitas as variáveis que permeiam essa temática e não existe uma única finalidade ou uma forma padrão de aplicabilidade nesse contexto. Soma-se a essas questões, a impressão de que é pouca a literatura que discorre sobre o assunto. Não se pretende, com esse estudo, esgotar todas as possibilidades de aplicação da robótica no contexto educacional, mas agregar aos trabalhos existentes.

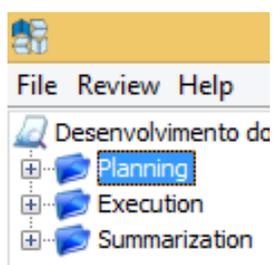
#### **4.2. Procedimentos metodológicos específicos para esta fase do estudo: revisões sistemáticas e análise bibliométrica**

Com o propósito de agregar novas contribuições à temática, realizou-se este estudo sob a forma de revisão sistemática da literatura, também considerando-se uma abordagem quantitativa da pesquisa pela adoção de características de estudo bibliométrico, para a qual se lançou mão das bases de dados indexadas pela *Scopus* e *Web of Science*, disponíveis nos Periódicos CAPES. A metodologia para recuperação de dados e seus resultados foi descrita na sequência.

Paralelo à condução da revisão bibliográfica, apresentamos descrições sobre os procedimentos realizados no *START*, *software* gerenciador de referências para revisão sistemática de literatura, no qual foram realizados os trabalhos de seleção e extração de dados para análise dos artigos recuperados junto às bases consultadas. Por conveniência,

em determinados pontos do texto, nos referimos ao *START* como gerenciador de referências.

Uma revisão sistemática é um meio de avaliar e interpretar, qualitativa e quantitativamente, produções científicas relevantes para uma determinada questão de pesquisa, área ou fenômeno de interesse, visando apresentar uma avaliação plausível com as propostas da investigação, usando metodologia que seja confiável, rigorosa e possível de ser auditada (KITCHENHAM, 2007). Essa metodologia é guiada por um protocolo que descreve, entre outros, o objetivo, as questões de pesquisa, critérios de inclusão e exclusão de artigos, estabelece métodos de seleção, extração e sumarização de dados. A Figura 4.1. ilustra as áreas em que se classificam as revisões sistemáticas no *START*.



**Figura 4.1.** Recorte com as áreas que compõem a revisão sistemática gerenciadas pelo *software*: *Planning*, *Execution* e *Summarization*

Fonte: Adaptado de *START*

O passo inicial é a elaboração do protocolo (*PROTOCOL*), formulário em que são registradas todas as características do trabalho a ser desenvolvido e deve ser definido no início da revisão sistemática, sendo fundamental que haja rigor na condução da mesma. As características principais do protocolo são apresentadas no Quadro 4.1.

**Quadro 4.1.** Formulário com características do protocolo de revisão sistemática

<i>StArt - State of the Art through Systematic Review</i>
SYSTEMATIC REVIEW - REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA
Desenvolvimento do conhecimento científico observado por meio da robótica
Date: / /

<i>Description:</i>	A emergência das tecnologias digitais possibilitou a expansão de, praticamente, todas as áreas do conhecimento humano. Dentre as tecnologias, a robótica engloba uma vasta gama de conhecimentos que vai desde a simples observação de um dispositivo robótico por uma criança até complexos sistemas médicos, aeroespaciais, submarinos, dentre outros. A educação não ficou indiferente a essas inovações. A incorporação da robótica na educação traz a possibilidade de desenvolvimento de habilidades em todos os seus níveis. Nesse estudo procurou-se focar desde os anos iniciais de alfabetização até o ensino médio, selecionando produções científicas que colocam a robótica nesse contexto investigativo.
<i>Objectives:</i>	Levantar, sistematizar e analisar as produções científicas, aqui representadas por artigos, que retratam experimentos ou relatos de experiências de robótica com propósito de se estabelecer o entendimento das possibilidades de uso da ferramenta pedagógica para desenvolvimento do conhecimento científico na educação básica.
<i>Main Question:</i>	Como a robótica tem sido explorada em produções científicas do campo educacional, tendo como foco o ensino de ciências na educação básica?
<i>Intervention / control:</i>	Como métodos que auxiliem na compreensão dos modos de desenvolvimento do conhecimento científico através da robótica pedagógica, foram adotadas a tradução para o português e leitura do resumo ( <i>abstract</i> ), a leitura integral do texto, posterior inserção de informações neste <i>software</i> (sob a forma de comentários) e análise das produções científicas selecionadas. Parece não existir uma matriz conceitual a ser considerada nos estudos sobre a robótica pedagógica, portanto, a análise direta dos artigos foi adotada sem que se estabeleça a relação grupo de controle – intervenção. Nessa perspectiva, a análise bibliométrica sintetiza as informações de natureza quantitativa.
<i>Population:</i>	Produções científicas cujo foco seja experimentação ou análises teóricas incorporando a robótica como objeto de estudos na educação básica, selecionados a partir de bases de dados que contemplem publicações internacionais na língua inglesa.
<i>Results:</i>	Metodologias aplicadas em experiências, práticas ou teóricas, possíveis de se caracterizar o conhecimento científico adquirido por meio da robótica. Destas metodologias destacam-se os objetivos constantes na seção <i>Main question</i> (questões de pesquisa) e solicitados nesse aplicativo, na seção <i>Data Extraction Form</i> , para todos os artigos selecionados para análise.
<i>Keywords:</i>	<i>robotics; educational; educational robotics; science; learning; teaching; robots.</i>
<i>Studies Languages:</i>	Por reunir grande parte das produções científicas internacionais foi adotado o inglês como idioma padrão.
<i>Source Engine:</i>	<i>Web of Science</i> e <i>Scopus</i> , ambos disponíveis no Portal de Periódicos CAPES.
<i>Studies types definition:</i>	Serão selecionados, dentre os tipos de publicações existentes nas bases de dados, artigos impressos ou digitais que estejam delimitados por um período de 12 anos, iniciando, portanto, em 2006 e considerando o que foi publicado dentro do ano de 2017.
<i>Initial studies selection:</i>	Construção da <i>string</i> de busca com ênfase em robótica e posterior desmembramento nas demais palavras-chave: <i>robotics</i> , como área geral e refinamento da busca com palavras-chave direcionadas às ciências (ensino e aprendizagem). As produções recuperadas serão organizadas, de acordo com os critérios de inclusão/exclusão. A seção <i>abstract</i> será traduzida para português, lida e analisada.
<i>Information Extraction Fields:</i>	Aplicar os critérios de seleção nos dados importados e extrair as informações de acordo com as questões de pesquisa, citadas neste formulário.
<i>Results Summarization:</i>	Após a extração das informações importantes, os resultados serão tabulados e será elaborado um relatório crítico com a sintetização dos dados. Os resultados obtidos, assim como os processos de revisão sistemática serão utilizados para compor parte do presente capítulo.

Fonte: Adaptado de *START*

O item *Source Search Methods* faz parte do protocolo e define os métodos de busca das fontes da pesquisa. Neste caso, a coleta de dados para este estudo deu-se com pesquisas no Portal de Periódicos CAPES, mais especificamente nas bases Scopus e *Web of Science*, conforme *strings* reproduzidas no Quadro 4.2.

Quadro 4.2. *Strings* de busca de artigos nas bases Scopus e Web of Science

Base	String de busca detalhada
Scopus	(TITLE-ABS-KEY (robotics AND science AND teaching OR science AND learning) AND PUBYEAR > 2006) AND (educational AND robotics ) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE, "ip" ))
Web of Science	Tópico: (robotics) AND Tópico: (science) AND Tópico: (teaching) OR Tópico: (learning) AND Tópico: (educational) AND Tópico: (robotics)  Refinado por: Tipos de documento: (ARTICLE ) Tempo estipulado: 2006-2017. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI.

**Fonte:** Autoria própria, baseada nos requisitos de busca dos sites

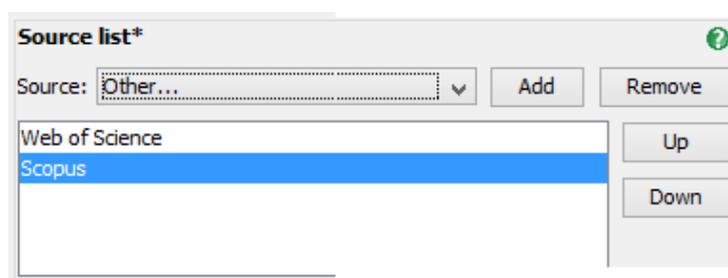
De acordo com a leitura das *strings* de busca, o primeiro termo consultado foi “robotics”. Entendemos que é um termo bastante genérico e foi aplicado com o propósito de abarcar a maior quantidade possível de artigos que discorram sobre o tema, de diversos campos do conhecimento. Refinando um pouco mais a busca, a sequência “science” e “teaching” ou “learning” foca no ensino ou aprendizado de ciências. E, “educational robotics” realiza o primeiro filtro direcionado à área educacional. Lembrando que foram realizadas buscas e análises visuais com outros termos, objetivando definir a *string* que melhor atendesse as expectativas no tocante à qualidade de retorno de dados. Neste contexto, o termo “educacional” foi privilegiado, em relação ao termo “pedagógico”, por isso o seu uso neste capítulo.

As buscas foram delimitadas em um período de 12 anos incompletos, considerando que as consultas iniciais foram realizadas entre outubro e novembro de 2017. Assim, iniciou-se em 2006, encerrando-se em 2016, porém contemplando o ano de 2017. A justificativa para inclusão desse último é que as publicações feitas nesse período podem indicar quais as tendências das produções científicas, ao serem comparadas com

períodos anteriores. Por fim, a busca foi filtrada pelo tipo de documento e, na ocasião, compreendeu os artigos, tanto digitais quanto impressos. Desconsiderou-se, portanto, todos os demais tipos.

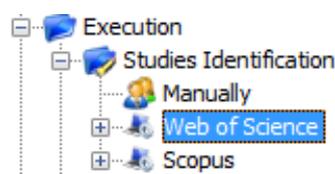
Nesta operação foram gerados 145 registros com dados de artigos na base de dados *Scopus* e 187 registros com dados dos artigos na base *Web of Science*. Os sites das fontes de dados consultadas permitem a geração de arquivos no formato .bib (*bibtex*) para importação nos *softwares* gerenciadores de referências.

A importação dos arquivos gerados (.bib) no *START*, só foi possível após o preenchimento do protocolo, com todas as informações a serem seguidas para execução da revisão sistemática. Dentre os parâmetros obrigatórios do protocolo está a criação de um identificador das fontes dos dados (*source list*) que serão utilizadas na revisão, conforme ilustra a Figura 4.2.



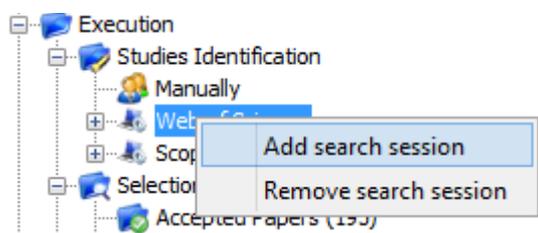
**Figura 4.2.** Visualização da fonte dos dados (*Source list*) no protocolo, onde foram criadas identificações das bases de dados que compõem a revisão: *Web of Science* e *Scopus*  
Fonte: Adaptado de *START*

A obrigatoriedade de criação deste item justifica-se pelo fato do gerenciador de referências tratar os dados de forma individualizada em algumas ações, por exemplo, nas estatísticas de participação de cada fonte de dados na composição total das bases. A Figura 4.3. ilustra a estrutura do gerenciador de referências, exibindo a árvore de diretórios onde estão as fontes de dados criadas no protocolo.



**Figura 4.3.** *Studies Identification*, local onde se localizam as fontes de dados criadas no protocolo  
Fonte: Adaptado de *START*

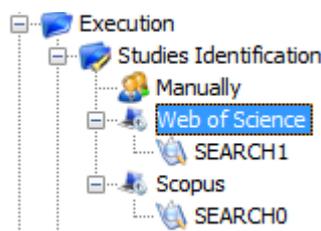
Ressalta-se que *Execution* é a segunda seção que compõe o gerenciador de referências e onde serão realizadas as operações de Seleção (*Selection*) e Extração (*Extraction*) dos artigos importados, conforme mostrado nas figuras anteriores. Essas áreas serão ilustradas à medida que as ações da revisão forem se desenvolvendo.



**Figura 4.4.** Criação de sessões para receber os dados importados

Fonte: Adaptado de *START*

Deverão ser criadas tantas sessões quantas forem as bases de dados que serão importadas. Serão criadas: *SEARCH0*, *SEARCH1*, *SEARCH2*... e assim sucessivamente. Nas sessões criadas serão importados os dados no formato *bibtex*, gerados nos sites das respectivas bases de dados dos Periódicos CAPES.



**Figura 4.5.** Sessões criadas no gerenciador de referências

Fonte: Adaptado de *START*

A seleção dos artigos importados deve seguir alguns critérios que servirão como filtro nessa fase da revisão sistemática, permitindo que se estabeleça o rigor desejado ao trabalho. O Quadro 4.3. lista os critérios de inclusão (I) e exclusão (E) adotados neste estudo e aplicados tanto na Seleção quanto na Extração de dados dos artigos. Estes critérios são itens obrigatórios no protocolo de revisão. Lembrando que o rigor aplicado nessa fase definirá a relevância dos artigos selecionados para análise e sumarização do estudo.

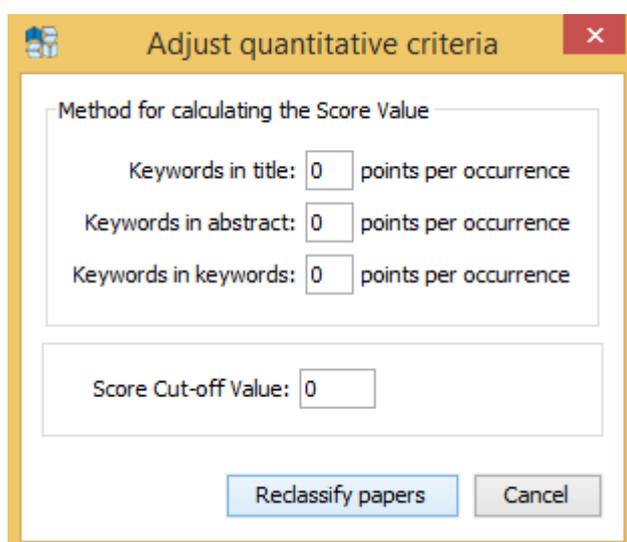
**Quadro 4.3.** Critérios de inclusão e exclusão de artigos utilizados no estudo.

<b>Studies inclusion and exclusion criterias:</b>	(I) Artigo refere-se à educação básica.
	(I) Artigo com temática relacionada ao ensino de ciências.
	(I) Artigo refere-se à robótica no contexto pedagógico.
	(E) Artigo não está no idioma inglês.
	(E) Artigos sem <i>KEYWORDS</i> .
	(E) Artigos com <i>SCORE</i> = 0.
	(E) Artigo refere-se à robótica na área médica.
	(E) Artigo sem texto integral.
	(E) Estudos secundários.

**Fonte:** Autoria própria, adaptado para *START*

Na importação, o *Start* verifica se existem duplicidades nas publicações e solicita uma ação caso encontre artigos publicados nas duas bases de dados. Nesta ação, foram importados 44 artigos duplicados e, após serem individualmente checados, tiveram seu *status* alterados de *Unclassified* para *Duplicated* e colocados em pasta de mesmo nome, pelo gerenciador de referências.

Para a condução desta análise faz-se necessário esclarecer alguns pontos sobre o *Start*, em relação às funcionalidades aqui aplicadas. Na tela que mostra as publicações importadas, consta um campo de nome *score*, cujo método de cálculo é mostrado na Figura 4.6.



**Figura 4.6.** Tela do Método de cálculo do *score*

Fonte: *START*

Dos artigos importados, 91 deles estavam com a seção *keywords* em branco e com isso ranqueados com zero (0) no *score*. Ressaltamos que foi utilizada essa informação como critério de exclusão, ou seja, artigos sem palavras-chave na seção *keywords* foram rejeitados. O uso desse critério justifica-se conforme o argumento de Aquino e Aquino (2013) que esta seção se constitui na parte mais breve de publicações científicas e é um componente necessário nessas publicações devido à sua importância para os indexadores.

Após essas ações realizadas de forma intuitiva, os registros dos campos *title* e *abstract* dos artigos restantes foram traduzidos, lidos e aplicados sobre eles os critérios de inclusão ou exclusão, conforme o seu conteúdo. Nessa operação, o status de aceito (*accepted*) ou rejeitado (*rejected*) também foi atribuído aos artigos, permitindo ao gerenciador de referências colocá-los em suas respectivas pastas.

Os artigos aceitos na Seleção (*Selection*) são colocados, automaticamente pelo gerenciador de referências, na pasta Extração (*Extraction*). Novamente, o ciclo pode se repetir: aplicar novos critérios de inclusão e exclusão, reclassificá-los conforme o status desejado (*accepted, rejected*) e analisá-los de acordo com a necessidade, chegando a um nível de refinamento na seleção que possibilite analisar os artigos que foram sistematicamente escolhidos e, assim agregar conhecimentos a fim de responder as questões de pesquisas. Os artigos classificados como “aceitos” deverão ser analisados sob esse prisma, porém, a quantificação e análise dos dados trabalhados até o momento podem apontar tendências que complementem esses objetivos. Para isso, lançou-se mão da análise bibliométrica, para quantificar dados qualitativos.

Dessa forma, após o processo de importação, chegou-se à síntese ilustrada no Quadro 4.4.

Quadro 4.4. Síntese dos artigos após importação

Total de artigos importados	332
Artigos sem <i>keywords</i> (Palavras-chave)	91
Registros com inconsistências (vazios)	2
Artigos duplicados	44
Artigos para primeira análise	195

Fonte: Autoria própria

Considerando que os artigos duplicados e os que estavam sem palavras-chave não necessitariam de intervenção, por terem sido rejeitados, passamos à análise dos 195 artigos restantes, lançando mão de recursos disponíveis no gerenciador de referências. Para isso, configuramos o método de cálculo do *score* (Figura 4.6), de modo que pudessem ser atribuídos valores maiores aos artigos que tivessem mais ocorrências dos termos listados na seção *keywords* do protocolo. Assim, atribuímos o valor “1” à opção “*Keywords in keywords*” apresentando na Figura 4.6. Entendendo que o propósito deste recurso do gerenciador seja mais complexo do que o contexto em que foi aplicado, ressaltamos que esta foi uma forma bastante prática de saber quantas vezes uma palavra-chave aparece na referida seção, ou no título (*title*) ou no resumo (*abstract*), e seria aplicada, de fato, ao estudo, ainda que se caracterize em metodologia que traga respostas enviesadas.

Na prática, qual o resultado dessa operação? O gerenciador de referências executa a contagem de palavras-chave presentes nas seções *keywords* dos artigos. Por exemplo, no protocolo definimos o termo “*robotics*” como palavra-chave para este estudo. Como atribuímos “peso” 1 para “*keywords in keywords*” na configuração do método de cálculo do *score*, o gerenciador de referências faz a leitura e contagem de todas as ocorrências do termo *robotics* na seção palavras-chave do artigo, e preenche o campo *score* do referido artigo com o valor resultante. A Figura 4.7. ilustra esse exemplo.

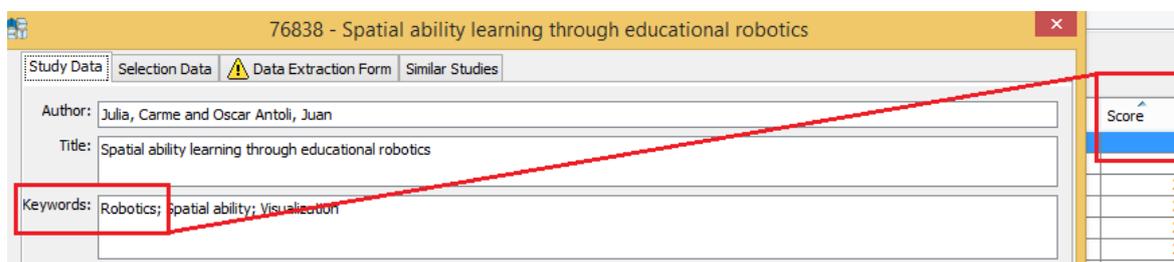


Figura 4.7. *Score* “1” atribuído pelo gerenciador de referências, ao contar o termo *robotics* na seção *keywords*

Fonte: Adaptado de *START*

Contudo, a classificação dos artigos conforme *score* não mostrou relevância para o andamento do estudo, não sendo possível chegar a um consenso em relação a quais artigos deveriam ser analisados prioritariamente. Com isso, consideramos a leitura de todos os títulos e resumos. Esta operação foi realizada classificando os artigos de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, listados no Quadro 4.3.

Salientamos que a leitura dos títulos e resumos foi realizada tendo como principal parâmetro, a princípio, a educação básica. Se este critério não fosse satisfeito, automaticamente o artigo seria desconsiderado e as atenções seriam voltadas para o objetivo do artigo. Ainda que o parâmetro fosse atendido mas não apontasse para o ensino de ciências na educação básica, também seria desconsiderado.

### 4.3. Análise e considerações sobre os artigos selecionados na revisão bibliográfica

Após a leitura dos títulos e resumos e da aplicação dos critérios de exclusão nos 195 textos selecionados, chegou-se a um número de 10 artigos que foram lidos e analisados, explorando a questão de pesquisa: **como a robótica tem sido explorada em produções científicas tendo como foco o ensino de ciências na educação básica?** Estes artigos estão listados no Quadro 4.5.

Quadro 4.5. Artigos selecionados para leitura detalhada.

<i>ID</i>	<i>Title</i>	<i>Authors</i>	<i>Year</i>	<i>Journal</i>
A1	<i>Kindergarten robotics: Using robotics to motivate math, science, and engineering literacy in elementary school</i>	<i>Cejka, Erin and Rogers, Chris and Portsmore, Meredith</i>	2006	<i>INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING EDUCATION</i>
A2	<i>An autonomous educational mobile robot mediator</i>	<i>Mitnik, Ruben and Nussbaum, Miguel and Soto, Alvaro</i>	2008	<i>Autonomous Robots</i>
A3	<i>Robotic technologies as vehicles of new ways of thinking about constructivist teaching and learning: The TERECoP Project [Education]</i>	<i>Dimitris Alimisis</i>	2009	<i>IEEE Robotics and Automation Magazine</i>
A4	<i>What pupils can learn from working with robotic direct manipulation environments</i>	<i>Slangen, Lou and van Keulen, Hanno and Gravemeijer, Koeno</i>	2011	<i>INTERNATIONAL JOURNAL OF TECHNOLOGY AND DESIGN EDUCATION</i>
A5	<i>Robotics competitions and science classrooms</i>	<i>Benke, Gertraud</i>	2012	<i>Cultural Studies of Science Education</i>
A6	<i>Learning approaches to applying robotics in science education</i>	<i>Altin, Heilo and Pedaste, Margus</i>	2013	<i>Journal of Baltic Science Education</i>
A7	<i>An effective educational tool: construction kits for fun and meaningful learning</i>	<i>Somyurek, Sibel</i>	2014	<i>International Journal of Technology and Design Education</i>
A8	<i>Robotics for All Ages: A Standard Robotics Curriculum for K-16</i>	<i>Berry, C.A. and Remy, S.L. and Rogers, T.E.</i>	2016	<i>IEEE Robotics and Automation Magazine</i>
A9	<i>Using Robotics and Game Design to Enhance Children's Self-Efficacy, STEM Attitudes, and</i>	<i>Leonard, J. and Buss, A. and Gamboa, R. and</i>	2016	<i>Journal of Science Education and</i>

Computational Thinking Skills		Mitchell, M. and Fashola, O.S. and Hubert, T. and Almughyirah, S.	Technology
A10	How Does the Degree of Guidance Support Students' Metacognitive and Problem Solving Skills in Educational Robotics?	Atmatzidou, S. and Demetriadis, S. and Nika, P.	2017 Journal of Science Education and Technology

Fonte: Autoria própria

O estudo A1 (CEJKA, ROGERS e PORTSMORE, 2006) tem como proposta apresentar iniciativas desenvolvidas por setor de uma instituição de ensino superior, com a finalidade de introduzir os conceitos STEM, ciências, tecnologias, engenharia matemática, desde os primeiros anos das séries escolares, no caso K-12 nos USA, no Brasil, anos iniciais do ensino fundamental. Certo de que a robótica é um meio adequado para se ensinar as disciplinas em qualquer idade, o estudo coloca os mesmos propósitos para os professores, ou seja mostrar a engenharia como uma disciplina acessível, incentivando participações na área. Utiliza para isso *kits* Lego *Mindstorms* e o *software* de programação ROBOLAB. Em sua contextualização, o construtivismo aparece como referencial teórico juntamente, com o construcionismo de Papert. A robótica é uma ferramenta usada para integrar ensino e aprendizagem das disciplinas STEM.

O estudo em A2 (MITNIK, NUSSBAUM e SOTO, 2008) tem como propósito apresentar uma metodologia que se baseia na robótica para, primeiro, ensinar conceitos de disciplinas como matemática e física, integrando teoria e prática e, segundo, motivar e melhorar as interações sociais entre os alunos, por atividades práticas de robótica propostas com fins à resolução de problemas. Na contextualização cita que outras metodologias ensinam robótica pela robótica, ou seja, conceitos relacionados com esse campo, como a construção de robôs e a programação, mantendo a robótica com um papel passivo na aprendizagem dos alunos. Cita Papert como um dos precursores da robótica no campo educacional utilizando o robô para simular situações a fim de proporcionar o ensino de geometria plana. Traz o referencial teórico baseado na criação de um ambiente colaborativo e construtivista onde a mediação é feita pela robótica. Não menciona a utilização de *kits* comerciais de robótica. Ainda assim, configura-se em metodologia interessante para a alfabetização tecnológica, integrando com isso, conceitos com pouco espaço para serem retratados em salas de aula convencionais, como ética, colaboração, e outras questões comportamentais.

A3 é um estudo de Alimisis (2009) que tem como objetivo relatar experiências de aplicação de uma metodologia para preparar professores, técnica e pedagogicamente, para trabalhar a robótica dentro da sala de aula, utilizando-a tanto como ferramenta quanto como objeto de aprendizagem, sob uma perspectiva construtivista. Segundo o estudo, a tecnologia não pode atuar sozinha na mente dos estudantes e, dessa forma, influenciar diretamente na aprendizagem e, nesse sentido, inclui o professor e o currículo como elementos importantes na promoção de inovações no ambiente escolar. De certa forma, o estudo reforça a ideia de que as tecnologias não devem ser vistas como salvadoras da educação e nem deterministas diante da sociedade. Castells (1999) argumenta que a tecnologia não determina a sociedade e nem a sociedade descreve o curso da transformação tecnológica.

Na educação, por exemplo, a introdução da robótica ou de qualquer outra tecnologia nos processos pedagógicos, por si só, podem não representar grandes avanços. Quando feitas em conjunto, integrando todos os agentes educacionais, têm potencial para transformar adequadamente inovações tecnológicas em inovações pedagógicas. O estudo A3 não trata de experiências envolvendo alunos da educação básica, mas está ancorada em um estágio paralelo, de formação de professores com habilidades necessárias para se trabalhar ciências, tendo a mediação da robótica. Os enfoques teóricos são os mesmos das experiências diretas, assim como o tema, o ensino de ciências na educação básica. O material utilizado é o Lego *Mindstorms* NXT. Estes três elementos justificam a seleção do estudo A3 nesta revisão.

Em detrimento à memorização e à reprodução mecanizada dos conteúdos transmitidos em sala de aula, o desenvolvimento conceitual dos alunos pode ser aprimorado e estimulado por meio da integração da robótica no ambiente escolar. Se o aluno consegue aprender o conceito, a propriedade que envolve determinado conteúdo, a memorização fica em segundo plano. Este é contexto em que se situa o estudo A4, publicado por Slangen, van Keulen, e Gravemeijer (2011). Voltado para a alfabetização tecnológica na educação básica, visa transmitir esses conceitos através da manipulação da robótica por meio dos blocos Lego. Esta alfabetização, do mesmo modo que o ensino de outras disciplinas, é facilitada pela interação social, ideia de Vygotsky que tem permeado as discussões que envolvem a robótica com fins pedagógicos, desde a educação básica.

No estudo A5, Benke (2012) questiona como as aprendizagens de experiências com a robótica, enquanto competição, podem ser incorporadas às salas de aula de ciências, mantendo a mesma motivação e qualidade do aprendizado. Como contextualização, traz questões conhecidas como o pouco interesse dos alunos pelas ciências, devido ao papel passivo que estes normalmente se sujeitam na relação ensino-aprendizagem dentro das salas de aula. No entanto, quando participam de competições de robótica apresentam interesse por aquilo que estão fazendo, sendo este o diferencial entre os dois ambientes em que a aprendizagem é o foco.

O enfoque teórico é que o aluno deve ser o sujeito ativo da sua aprendizagem com capacidades de construir seu conhecimento e que o professor delegue aos alunos o “poder” para tal prática. A construção de conhecimento de forma autônoma está ancorada, portanto, nas teorias construtivistas. O direcionamento do estudo, ainda que não abordando exatamente as ciências mediadas pela robótica como enfoque principal, traz contribuições no sentido de apontar que situações semelhantes ocorrem em diferentes partes do mundo, ou seja, existe a necessidade de uma reformulação dos contextos pedagógicos, e a robótica pode contribuir nesse sentido.

O estudo A6 está centrado no uso de robôs para promover a aprendizagem das disciplinas envolvidas na educação STEM, como prevê o currículo escolar K-12, focada, essencialmente, no objeto, no caso, os robôs para incentivar o aprendizado. Contudo, este estudo sai do padrão centrado no objeto e foca na metodologia, sendo este seu objetivo: descobrir quais os métodos, plataformas e tendências de uso da robótica para a educação científica. Com propósito semelhante ao estudo ora desenvolvido, o estudo A6 procura atender aos seus objetivos apresentando os tipos de abordagens encontrados na literatura e são potencialmente atingíveis com a robótica, quais sejam, aprendizado de descoberta; aprendizado colaborativo; aprendizagem baseada na solução de problemas; aprendizagem baseada em projetos; aprendizagem baseada na competição; aprendizagem compulsória (ALTIN e PEDASTE, 2013). Elege Lego como uma plataforma com ampla aplicabilidade para aquisição de conhecimentos científicos, dando ênfase à educação STEM, (em A6 a disciplina mencionada é a física), desde que se faça uma revisão e, se necessário, a adequação das metodologias.

O objetivo do estudo A7, publicado por Somyurek (2014), é compartilhar os resultados de uma pesquisa experimental que utilizou a plataforma Lego, envolveu alunos

em idade da educação básica, numa perspectiva construtivista e ocorreu nas dependências de uma escola primária da Turquia, em caráter extracurricular. Menciona como objetivos do processo educacional moderno, a urgência em trazer os alunos de um contexto informativo em que está baseado o currículo tradicional para situações da vida, baseada no desenvolvimento de competências capazes de resolver problemas cotidianos. Esse é um discurso que aparece em muitas justificativas para realização de pesquisas que elegem a robótica como tema central. O estudo A7 faz a comparação entre modelos de avaliação de desempenho educacional, econômico e social, realizados por organismos internacionais que compartilham esses dados e indicadores entre seus membros (OCDE, PISA, PIRLS). Em países como o Brasil, participante de alguns destes organismos, os indicadores da OCDE, por exemplo, apontam para as necessidades de melhoria na qualidade do ensino em disciplinas ministradas em sala de aula.

O estudo A8 trata da necessidade da incorporação da robótica como item de currículo, que precisa ser elaborado considerando flexibilidade em relação aos ambientes de aplicação e o tempo em que devem ser constituídas as práticas pedagógicas com essa metodologia. A flexibilidade seria determinante na escolha de qual a melhor opção para se trabalhar com a robótica, seja como atividade única ou permitindo interação com outras disciplinas. Sem fazer menção direta ao termo, o estudo sinaliza sobre a possibilidade da criação de um currículo interdisciplinar capaz de promover discussões compartilhadas entre os professores, com o propósito de ajustar a integração de disciplinas por meio da robótica e realizar a interação entre elas em qualquer momento do calendário, facilitando os esforços daquele professor que tenha interesse em fazê-la.

Ressalta a atuação positiva da robótica em todas as séries da trajetória escolar, compreendida do básico à universidade, argumentando que, no nível primário, a robótica pode despertar nos jovens o interesse pela ciência e matemática, e também pode incentivá-los a prosseguir carreiras em STEM. No nível do ensino médio, a robótica pode ser usada para ilustrar a aplicação de *design*, matemática, ciência e engenharia e também recrutar estudantes para campos STEM. Em nível superior, a robótica pode ser usada para ilustrar conexões entre várias disciplinas, entre elas engenharia, informática, psicologia (BERRY, REMY e ROGERS, 2016).

O objetivo do estudo A9 é desenvolver o pensamento computacional e a educação STEM através de robótica, visando aumentar o interesse dos estudantes pela

engenharia, indicando que a mesma está em declínio no que tange à demanda. Nessa população que a educação STEM alcança, existe a possibilidade de inclusão de classes menos representadas como mulheres, indígenas e estudantes rurais, que têm menos acesso às tecnologias de ponta como a robótica. Este artigo descreve os resultados de um estudo piloto que usou robótica Lego e *design* de jogos para desenvolver estratégias de pensamento computacional dos estudantes do ensino médio. Observa-se a atenção que USA estão dedicando à robótica para promover a educação STEM de forma a despertar o interesse dos estudantes por áreas que terão demanda alta por profissionais no século XXI. Aliás essa abordagem STEM está alinhada com as palavras de Delors (2003) quando este traça os pilares para a educação deste século, destacando habilidades práticas, como aprender fazendo. A ideia é estender essas experiências para meninas e estudantes indígenas.

Este artigo aborda as deficiências na literatura, estudando um projeto que oferece às meninas e aos estudantes indígenas oportunidades de aprender conteúdo STEM, envolvendo-os na robótica e no *design* do jogo. Vincular conhecimentos prévios a novos conhecimentos é a chave. Os alunos adicionam novos conceitos à memória, ao mesmo tempo que subdividem conceitos existentes ou estabelecem novas conexões entre conceitos (Leonard, Buss, Gamboa, Mitchell, Fashola, Hubert e Almughyrah, 2016). Esses conceitos estão em conformidade com as ideias de Vygotsky e, principalmente com a teoria construtivista de Piaget, quando o mesmo destaca o aprendizado em seu contexto epistemológico, no qual a criança passa pelas fases de assimilação, acomodação, equilíbrio e desequilíbrio, em um ciclo intermitente.

O estudo A10 investiga o desenvolvimento de habilidades metacognitivas e de resolução de problemas em dois grupos de alunos de escolas públicas da Grécia, de faixa etária de 11-12 e 14-15 anos, utilizando a robótica como mediação. Cita como referencial teórico as propriedades advindas do construcionismo de Papert, com bases no construtivismo, sugerindo a construção autônoma do conhecimento das crianças através da elaboração, criação e manipulação de artefatos. Também da investigação na literatura realizada neste estudo, traz ambiguidades quanto aos resultados de aprendizagem derivados das experiências com robótica aplicadas no meio educacional, não concluindo sobre os impactos positivos ou negativos desta questão.

O nível da orientação do professor na resolução de problemas por meio da robótica é um dos elementos importantes neste estudo, evidenciando através de algumas experiências, que presença e orientação do professor são necessárias para ganhos cognitivos (Atmatzidou, Demetriadis e Nika, 2016). Isso pode estar apontando que, conforme discursos predominantes, não há autonomia absoluta do aluno em relação ao seu aprendizado, senão uma limitação da sua dependência em relação ao professor, para determinadas questões.

Retomando a questão de pesquisa que tem norteado esta fase do estudo, entendemos que os estudos analisados fornecem noções dos contextos em que a robótica está sendo aplicada na educação básica visando o ensino de ciências. As variáveis que circundam esse tema apontam caminhos que em certos momentos se cruzam, em outros indicam formas diferenciadas em que a temática é abordada, ainda em outros, convergem para assuntos já citadas em capítulos deste estudo. Dentre os assuntos já mencionados em capítulos anteriores, dois deles estão presentes na análise de teses e dissertações, na análise de produções científicas dos anais de eventos da SBC e, com maior predominância nos artigos internacionais. São eles: pensamento computacional (*computational thinking*) também sob termo resolução de problemas e educação STEM. Esse último com adjetivos do tipo, abordagem STEM, educação STEM, ensino STEM, entre outros, têm a maior incidência nos Estados Unidos, demonstrando o cuidado que o país tem com a formação futura de profissionais ligados à engenharia.

Observa-se, ainda, a ocorrência de metodologias similares em diversas partes do mundo, ainda que em áreas acadêmicas diversificadas. Citamos, como exemplo, os artigos internacionais analisados neste capítulo, onde estão representados USA e África, Chile, Holanda, Estônia, Grécia, Áustria, Turquia e novamente USA, com publicações das áreas de engenharia, educação, automação e outras tecnologias.

Na leitura preliminar dos resumos, antes da seleção dos artigos identificados de A1 a A10, observamos uma grande concentração de produções científicas focadas na educação tecnológica e ensino superior, respondendo por mais de 70% das ocorrências anotadas no *Start*, quando da classificação dos artigos para análise. Como essa anotação foi feita com base na leitura dos títulos e resumos configurando-se em uma análise empírica, fizemos uma releitura em busca de ocorrências que pudessem esclarecer que relações a robótica tem com o ensino de ciências, nesta ocasião, no ensino superior.

Assim, constatamos também nessas produções, a recorrência dos termos citados anteriormente, STEM e *Computational thinking*, que listamos no Quadro 4.6 e no Quadro 4.8. Estes termos podem estar indicando algumas tendências para o ensino de ciências por meio da robótica.

Quadro 4.6. Artigos que fazem referência à educação STEM

Título	Ano	Palavras-chave
<i>IT-Adventures: A Program to Spark IT Interest in High School Students Using Inquiry-Based Learning With Cyber Defense, Game Design, and Robotics</i>	2010	<i>Cyber defense competition; game design; inquiry-based learning; IT-Adventures; K-12; partnerships; robotics; STEM enrollment</i>
<i>A Behavior-Based Approach for Educational Robotics Activities</i>	2013	<i>Behavior-based robotics; educational robotics; mobile robots; robots programming interface; STEM outreach</i>
<i>Design and development issues for educational robotics training camps</i>	2014	<i>Robotics training camp; Design issues; STEM; Robotic camp curriculum</i>
<i>Examining fidelity of program implementation in a STEM-oriented out-of-school setting</i>	2014	<i>STEM; Fidelity; Out-of-school; Robotics; Geospatial</i>
<i>Robotics camps, clubs, and competitions: Results from a US robotics project</i>	2015	<i>Educational robotics, Research, STEM knowledge, STEM interest</i>
<i>Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching</i>	2015	<i>Educational robotics; Teacher preparation; Engagement; STEM education; Elementary education</i>
<i>Using Robotics and Game Design to Enhance Children's Self-Efficacy, STEM Attitudes, and Computational Thinking Skills</i>	2016	<i>Computational thinking Diversity in STEM Game design Robotics Self-efficacy STEM attitudes</i>
<i>RoboCup Junior for promoting STEM education, 21<sup>st</sup> century skills, and technological advancement through robotics competition</i>	2016	<i>Educational robotics; Robotics competitions; STEM education; Computational thinking; Engineering skills; 21<sup>st</sup> century skills</i>
<i>Dragons, Ladybugs, and Softballs: Girls' STEM Engagement with Human-Centered Robotics</i>	2016	<i>Engagement; Human-centered robotics; Interest development; Problem-based learning; Telepresence robotics</i>
<i>Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review</i>	2016	<i>Virtual laboratory; Dynamics based virtual reality; Virtual world; Distance learning for engineering/STEM education; Immersive education</i>
<i>Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review</i>	2016	<i>Virtual laboratory; Dynamics based virtual reality; Virtual world; Distance learning for engineering/STEM education; Immersive education</i>
<i>Inspiring next generation of engineers through service-learning robotics outreach and mentorship programme</i>	2016	<i>Robotic outreaches; mentorship; engineering education; STEM; service learning</i>
<i>Adapting a robotics program to enhance participation and interest in STEM among children with disabilities: a pilot study</i>	2017	<i>Autism; children; elementary school; inclusion; inclusive STEM; LEGO robotics; physical disability; play; robotics; underserved youth</i>
<i>Simulator for Teaching Robotics, ROS and Autonomous Driving in a Competitive Mindset</i>	2017	<i>Autonomous Driving Competition; Educational Robotics; Gazebo; Hardware in-the-loop Simulation; Mobile Robotics; ROS – Robotics Operating System; STEM – Science Technology Engineering Mathematics</i>

<i>Educational robotics and STEM education in primary education: A pilot study using the H&amp;S electronic systems platform</i>	2017	<i>Educational robotics; H&amp;S electronic systems; Programming fundamentals; STEM education</i>
<i>The effects of STEAM class using science-art-IT convergence art work for middle school education under a free semester system in Korea</i>	2017	<i>Free semester system; Robotic art; Science-art-IT convergence; STEAM attitude</i>
<i>Co-robotics hands-on activities: A gateway to engineering design and STEM learning</i>	2017	<i>Robotics education; Co-robots; Marine robots; Assistive robots; Engineering design; Hands-on activity; K-12 stem education</i>
<i>An Interactive Robotic Fish Exhibit for Designed Settings in Informal Science Learning</i>	2017	<i>STEM (science, technology, engineering and mathematics); Biomimetic; Robotic fish; Educational 84 ideas; Informal science; Interactive mode; Interactive robotics; Public understanding; Science inquiries; Through the lens; Biomimetics; Fish; Robotics; Surveys</i>
<i>Engineering for children by using robotics</i>	2017	<i>Educational robotics; K-12 engineering education; STEM</i>

Fonte: Autoria própria

A educação STEM está relacionada ao tema desta pesquisa, por tratar do incentivo aos estudos das disciplinas científicas, buscando promover as áreas de engenharia, ciências, matemática e tecnologias. A inserção deste tema no ensino superior parece ser uma tendência, mais evidenciado fora do Brasil, e pode ser observada através do aumento de artigos publicados no decorrer dos anos. Como ilustra o Quadro 4.7, no ano de 2017 foram publicados 7 (sete) artigos, correspondendo a, aproximadamente, 37% das produções científicas selecionadas no período estudado.

Quadro 4.7. Artigos publicados com o tema STEM, por ano.

Ano	2010	2013	2014	2015	2016	2017	Total
Publicações	1	1	2	2	6	7	19
%	5%	5%	11%	11%	32%	37%	100%

Fonte: Autoria própria

Em menor número do que a educação STEM, porém, recorrente em cenários de resolução de problemas por meio da robótica, a expressão *computational thinking* (pensamento computacional) encontra representação na literatura internacional. Essa temática está relacionada com robótica abrangendo uma faixa de alunos de diferentes idades, bem como professores. O Quadro 4.8 mostra a lista com os artigos que exploram o pensamento computacional.

Quadro 4.8. Artigos que fazem referência a *computational thinking*

Título	Ano	Palavras-chave
<i>Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum</i>	2014	<i>Elementary education; Interactive learning environments; Pedagogical issues; Teaching/learning strategies robotics; Programming; Early childhood</i>
<i>Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences</i>	2015	<i>Computational thinking; Educational robotics; Secondary education; Skill development</i>
<i>A Study on Gender Differences in the Skills and Educational Strategies for the Development of Computational Thinking</i>	2015	<i>Computational Thinking; Teaching of Programming; Gender Gap; Study</i>
<i>Using robot to motivate computational thinking in high school students</i>	2016	<i>Pensamiento Computacional; Robot Lego MindStorm NTX; Competencias</i>
<i>Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming</i>	2017	<i>Computational thinking; Evaluation methodologies; Programming and programming languages; Robotics education</i>
<i>Effect of Robotics on Elementary Preservice Teachers' Self-Efficacy, Science Learning, and Computational Thinking</i>	2017	<i>Computational thinking; Preservice teachers; Robotics; Science education; Self-efficacy</i>

Fonte: Autoria própria

Rememorando a citação feita em capítulo anterior, foi definido que pensamento computacional se constitui em uma estratégia de resolução de problemas. Foi proposta por Papert (2008) e popularizada por Wing (2006), com a seguinte proposição: é uma forma de confrontar, planejar e resolver situações-problema com o uso de dispositivos computacionais. O Quadro 4.9 resume o número de publicações com o tema nos últimos anos.

Quadro 4.9. Artigos publicados com o tema *computational thinking*, por ano.

Ano	2014	2015	2016	2017	Total
Publicações	1	2	1	2	6
%	17%	33%	17%	33%	100%

Fonte: Autoria própria

## Capítulo 5

### Análise de experiências com robótica pedagógica na educação básica

#### 5.1. Introdução

Este capítulo constitui-se de uma parte da pesquisa que trata das investigações feitas em campo através de observações das experiências com robótica realizadas em três colégios, como disposto na metodologia. Antes de iniciarmos a apresentação, ressaltamos que, de acordo com Barros (2007), observar é aplicar atentamente os sentidos a um objeto para dele adquirir um conhecimento claro e preciso. É um procedimento investigativo de suma importância na ciência, pois é por meio dele que se inicia todo estudo dos problemas (2007, p.74).

Dessas considerações, apresentamos como justificativa para realização da pesquisa de campo o enunciado de Hoffmann e Miotello (2013) sobre a importância da ciência, quando esclarecem que,

as práticas científicas, sociais e culturais, e as aplicações tecnológicas, usadas para melhorar ou aprimorar o desenvolvimento de diversas áreas do conhecimento, têm levado às várias transformações na sociedade, refletindo em mudanças nos comportamentos e carecendo da compreensão detalhada e aprofundada dos diversos desafios da nova relação da Ciência e Tecnologia com os anseios da sociedade (HOFFMANN; MIOTELLO, 2013, p.7).

Buscando compreender como se desenrola a ciência em seu ambiente natural, observamos a robótica sob o ponto de vista educacional, definida, sobretudo, como ambiente de aprendizagem, onde se realizam atividades de construção e controle de dispositivos, usando desde *kits* comerciais até materiais recicláveis, compostos por sucata eletrônica, passando pelas simulações robóticas em ambientes virtuais e pelas placas de prototipagem. Nesses ambientes tornam-se distintos dois modelos predefinidos como robótica pedagógica, isto é, quando o tema é robótica pedagógica, a expressão pode ser sinônima de: 1) prototipagem: construção física de um dispositivo robótico, possível de programação e reprogramação das unidades de controle, via *software*; e, 2) simulação:

consiste na aplicação de *design*, programação e controle de objetos virtuais, onde não ocorre a manipulação física de robôs ou qualquer outro dispositivo robótico. A operação remota também se encaixa nesse item.

Por ambiente de aprendizagem, retomamos as palavras de Mill e César (2013) apresentadas em capítulo anterior, quando se referem às possibilidades da robótica como um ambiente dinâmico de ensino e aprendizagem, em que se pode adquirir conhecimentos específicos da área e também, pela interseção de saberes, conhecimentos de outras áreas. Consideramos também Silva (2009), quando se refere ao ambiente de aprendizagem, em que o professor ensina ao aluno a montagem, automação e controle de dispositivos mecânicos que podem ser controlados pelo computador é denominado de Robótica Pedagógica ou Robótica Educacional (SILVA, 2009, p.31).

Isto posto, ressaltamos que esta pesquisa sobre o processo de construção de conhecimentos, analisados através da investigação de experiências com atividades envolvendo a robótica pedagógica, contou com a participação de três colégios, dois particulares, localizados no Sul de Minas e um estadual localizado no estado de São Paulo, observadas em campo, no seu local de realização. Em um dos colégios particulares observamos duas experiências.

Cada colégio utiliza a robótica como meio para potencializar o desenvolvimento do aprendizado científico, e o fazem de maneira bastante peculiar. Neste cenário, foram observadas experiências com formato de cursos-oficina, inseridas no currículo regular ou realizando atividades propostas por projetos, através da chamada pedagogia de projetos. Com isto, inicialmente, esperávamos analisar quatro experiências em locais distintos, sendo que três delas foram efetivadas no primeiro semestre do ano. A quarta experiência foi observada no mesmo colégio onde fora realizado o experimento com objetivo de preparar uma equipe para participar de uma competição, o Colégio Alfa. Nesta ocasião o foco da experiência mudou totalmente, sendo realizada em cooperação entre a professora de ciências e o professor de programação. Um resumo com as características das experiências, incluindo a interdisciplinar do Colégio Alfa é apresentado no Quadro 5.1.

Quadro 5.1. Síntese das características das experiências de robótica pedagógica nas instituições de ensino pesquisadas

	Colégios			
	Alfa		Beta	Gama
Tipo de instituição	Particular		Particular	Público
Nº de estudantes	559		320	748
Local de realização	Laboratório próprio, composto por 20 computadores.		Laboratório comum para outras atividades, composto com três computadores e seis conjuntos de mesas e cadeiras, e quatro armários	Sala de aula preparada com quatro kits de robótica modelo Alpha Mecatrônica
Série dos estudantes participantes	4º e 5º ano	7º ano	6º ano	6º ano
	Ensino Fundamental			
Nº de participantes - por turma	14	10	30	8
Tempo de atividade - Robótica - em meses	7	10	60	30
Disciplina predominante	Ciências	Robótica	Matemática	Matemática
Materiais	<i>Alpha Maker</i> Pete	Arduino, <i>Shields</i> , Sucata eletrônica	Legó <i>Mindstorms</i> NXT	<i>Alpha Mecatrônica</i> Pete
Objeto de estudo	Veículo e painel temático	Veículo sobre rodas	Pião com braço articulado	Veículo (Robô Zero)
Classificação da atividade na grade	Extracurricular		Curricular	Extracurricular
Periodicidade	Semanal	Quinzenal	Semanal	Semanal
Objetivo principal	Estudar os biomas brasileiros, levantando e resolvendo seus principais problemas com auxílio da robótica.	Ensino da robótica preparando os estudantes para participação em eventos de robótica - <i>RallyDuino</i> <sup>9</sup>	Cumprimento de carga horária prevista em currículo e incorporação em projetos desenvolvidos durante o ano letivo.	Introduzir a robótica no dia a dia dos estudantes, realizando montagem e programação de robôs, com a introdução de conteúdos de matemática como disciplinar científica.

<sup>9</sup> Competição de robótica, edital e outras informações disponíveis em <https://www.pucpcaldas.br/news.php?curso=73&id=2145>

<b>Metodologia</b>	Pesquisa das características da fauna e flora; levantamento dos problemas de cada região e apresentação de possível solução, utilizando robô criado com sucata eletrônica.	Utilizando o edital do evento <i>RallyDuino</i> , planejar a participação no evento. Desenhar, construir e programar o veículo, para cumprir com uma entre trajetórias previstas no edital. Construir no laboratório, a pista para simulação dos trajetos a serem percorridos.	Aplica-se a metodologia constante do manual Lego: contextualizar, construir, analisar e continuar.	Com plano de aulas elaborado pelo PIBID de matemática de uma universidade local e executado no formato de curso introdutório de robótica, foram ministrados quatro módulos explanando a construção de robôs e testes com conteúdos da matemática.
				Aula 1 - Explanções sobre robótica e montagem do primeiro robô.

Fonte: Autoria própria

Nos tópicos seguintes apresentamos como são realizadas as experiências nas instituições, procurando destacar a metodologia aplicada, objetivos, materiais, dentre outras características. Esclarecemos ainda que três das atividades foram observadas no primeiro semestre do ano de 2017 e uma no segundo semestre.

## 5.2. Investigação de experiências com robótica pedagógica

A base teórica para essa análise está pautada nas ideias de Papert – construcionismo, Piaget – construtivismo e Vygotsky – sociointeracionismo. Os autores oferecem a referência necessária quando o assunto a ser tratado é a robótica na educação.

Por Piaget inicia-se uma breve contextualização da teoria dita construtivista. Esse autor formou-se biólogo e foi o responsável por criar a teoria que foi amplamente aceita e aplicada aos contextos educacionais, ainda que não tenham sido formuladas para essa área. Buscou na psicologia uma forma de conciliar a Epistemologia com a Ciência (PAULA; MENDONÇA, 2009), ou seja, ter cientificamente comprovadas, ou refutadas as reflexões da epistemologia.

A construção de conhecimentos científicos passa pela (re)solução de problemas que se apresentam no desenrolar de qualquer atividade. Este modelo de aprendizagem está em conformidade com as ideias de Piaget, quando o mesmo trata do desenvolvimento cognitivo, psicomotor, como um *loop*, composto por ações de

desequilíbrio, equilíbrio e acomodação, nesta ordem. Estas ações são comparáveis ao movimento de ondas geradas ao se atirar uma pedra em um lago. A princípio, o impacto da pedra tira a água do ponto de repouso (acomodação), gerando ondas que vão do centro para as extremidades (desequilíbrio), até serem novamente absorvidas, voltando ao estado original. A diferença entre a ilustração das ondas e a teoria de Piaget é que, ao invés de voltar ao estado original, o desequilíbrio provoca um avanço para uma fase posterior (pós-acomodação somando-se a ela) e se acomodando novamente, esperando um novo desequilíbrio.

Assim, no processo de desenvolvimento, ao confrontar um problema e superá-lo, o aprendiz não volta ao estágio em que se viu frente a esse “desequilíbrio”, à sua zona de conforto. Esse é um ponto importante da teoria construtivista, que prevê o aprendizado do sujeito pelo contato com o objeto, internamente e sem necessidade da interação com o meio.

Tanto a teoria de Piaget quanto as ideias de Vygotsky, no que se referem ao desenvolvimento, seguem o princípio da alteridade no qual se presume que o sujeito não nasce pronto mas vai agregando conceitos e aprendizados a partir da interação com as pessoas e o mundo à sua volta. O foco do desenvolvimento para Piaget está no sujeito, enquanto para Vygotsky situa-se no ambiente (social) através de elementos como a linguagem.

Vygotsky é contemporâneo de Piaget. Suas ideias partem do pressuposto de que a aprendizagem ocorre na interação do sujeito com o meio, ou seja, de fora para dentro e socialmente. Segundo (PAULA; MENDONÇA, 2009), em Vygotsky, as interações sociais são importantes para as pessoas, pois promovem novas ações. Para ele, é significativo que as crianças compartilhem experiências, orientem e sejam orientadas por seus pares; influenciem e sejam influenciadas por outros.

Vygotsky dizia que a inteligência da criança começa com o processo de interação social e sua capacidade de aprender depende do grau da interação a que se submete. Em outras palavras, é conversando, convivendo, trocando ideias, em meio a ambientes comuns e com culturas diferentes, que as crianças desenvolvem sua capacidade de aprendizagem (CASTORINA, 1990). Por culturas diferentes entende-se qualquer ambiente fora do seu convívio familiar. O ambiente familiar não caracteriza um ambiente de interação porque todos, normalmente, têm uma linguagem peculiar, todos têm a mesma

forma de falar, de se expressar, costumes iguais entre todos. Por exemplo, “pegar um trem” em Minas pode ser diferente de “pegar um trem” em São Paulo. A grafia é a mesma, mas, e o significado?

O desenvolvimento, para Vygotsky, se constitui de três níveis (VYGOTSKY, 2007):

- Nível de desenvolvimento real, onde a pessoa, não especificamente delimitada por uma idade, englobando criança ou adulto, é “medida” por sua capacidade real de resolução de problemas de maneira independente. O nível de desenvolvimento real define funções que já amadureceram (p.97).
- O nível de desenvolvimento potencial representa o que a pessoa é capaz de fazer no estágio de maturação atual, não prospectivamente.
- Zona de desenvolvimento proximal é capacidade de uma pessoa resolver problemas sob orientação de outras.

Vygotsky define como zona de desenvolvimento proximal, a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de um problema, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado pela solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (Vygotsky, 2007, p.97). É a corrente de pensamento que a pedagogia convencionou chamar de sociointeracionismo ou socioconstrutivismo. Este movimento prevê o desenvolvimento da aprendizagem pela interação entre os indivíduos e o meio em que estão inseridos, respondendo a estímulos externos que agem nessas circunstâncias para organizar e construir o conhecimento de forma cada vez mais elaborada. A linguagem é um elemento essencial neste contexto.

O também contemporâneo de Piaget, com quem trabalhou em Genebra, Papert tem os mesmos princípios de construção autônoma do conhecimento e defende a ideia da aprendizagem mediada pelas tecnologias (PAPERT, 2008). Para Papert as crianças se desenvolvem melhor quando envolvidas com planejamento e construção de objetos palpáveis, partindo das ideias do construtivismo. Essa é a proposta do construcionismo, por ele formulada.

Em todas essas ideias estão presentes outras características humanas (como a afetividade, a empatia, a criticidade) que possibilitam o agir colaborativa ou

subjetivamente, desenvolvendo o aprendizado. Se a afetividade aflora na interação social entre os estudantes no momento em que se reúnem em grupos para a realização das respectivas ações, as experiências evidenciam a possibilidade de se adquirir as habilidades e exercitar as competências propostas por Delors (2003):

Quadro 5.2. Pilares da educação segundo Delors

<b>Aprender a conhecer</b>	Implica o domínio dos próprios instrumentos do conhecimento. Pode ser considerado, simultaneamente, como um meio e como uma finalidade da vida humana (DELORS, 2003, p.90).
<b>Aprender a fazer</b>	Implica o desenvolvimento de habilidades psicomotoras e cognitivas, visando aquisição de competências que traduzam em aprendizagem significativa para o sujeito, dando-lhe condições de resolver problemas que se apresentam no dia a dia (DELORS, 2003, p.93).
<b>Aprender a ser</b>	Implica atitudes e comportamentos que traduzem as qualidades pessoais de um sujeito. Todo o ser humano deve ser preparado, especialmente graças à educação que recebe na juventude, para elaborar pensamentos autônomos e críticos e para formular os seus próprios juízos de valor, de modo a poder decidir, por si mesmo, como agir nas diferentes circunstâncias da vida (DELORS, 2003, p.99).
<b>Aprender a viver juntos</b>	a realização de projetos comuns e preparação para gerir conflitos implicam o desenvolvimento da compreensão do outro e a percepção das interdependências no respeito pelos valores do pluralismo, da compreensão mútua e da paz (DELORS, 2003, p.102).

Fonte: Autoria própria

Pelas palavras de Delors (2003), pode-se considerar que o produto final de uma experiência tem tanta importância quanto os processos executados para sua construção. Para César (2009, p.23), as atividades de elaboração, construção de dispositivos, programação, testes e avaliações constituem-se na chave para a aquisição de competências por parte das pessoas envolvidas.

Sob as perspectivas teóricas apregoadas pelos autores citados, esta pesquisa, qualitativa por natureza, identificou, observou e analisou a realização de atividades que se valeram da robótica, como estratégia pedagógica, para o ensino de conteúdos como matemática e ciências, além de valores subjetivos como a prática de trabalho em grupo, interação social e alteridade. As experiências foram descritas conforme as ações executadas, observando-se o desenvolvimento psicomotor, desenvolvimento cognitivo e afetivo, através da montagem dos dispositivos, sua programação e testes.

### 5.3. Planejamento e prototipagem

O que é planejar?

A palavra planejamento, conforme o Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa (2001), significa ato ou efeito de planejar; serviço de preparação de um trabalho ou de uma tarefa, com o estabelecimento de métodos convenientes; determinação de um conjunto de procedimentos, de ações visando à realização de determinado projeto. O planejamento é uma ação que precede toda atividade humana, ainda que apenas mentalmente sem presença física, um esboço sempre ocorre. Então, antes da realização de qualquer experiência com robótica, planejar é preciso.

Nos colégios identificados, as atividades de robótica pedagógica seguem padrões distintos de realização das aulas. Esses padrões podem ser assim definidos: Colégio Alfa – Projetos; Colégio Beta – Atividade curricular; Colégio Gama – Projetos/Oficinas, observados nas experiências descritas a seguir.

#### 5.3.1. Colégio Alfa: Projeto-piloto para participação em competição Rallyduino e Projeto Biomas Brasileiros

Segundo Prado (2005), a chamada pedagogia de projetos é uma metodologia de aprendizagem ativa e que possibilita ao aluno, sujeito ativo da aprendizagem, aprender ao fazer, levantar e testar ideias, experimentar, aplicar conhecimentos e representar o pensamento. Ainda segundo o autor, visando inverter a lógica existente nas grades de conteúdos temáticos estanques e colocar em prática estratégias de aprendizagens ativas,

é fundamental que o professor compreenda as potencialidades, as implicações e as exigências do desenvolvimento de projetos em sala de aula, nos quais os alunos são sujeitos ativos da aprendizagem, procurando propor estratégias e reflexões que contemplem a autoria dos alunos e preservem a função essencial da escola: o desenvolvimento da autonomia do ser humano, a produção de conhecimentos e a construção da cidadania (PRADO, 2005, p.10).

Este modelo de projeto faz, dessa forma, referência à aprendizagem significativa, formulada por Ausubel (MOREIRA, 1999) que, em síntese, significa um modelo em que uma nova informação, ao ser interiorizada, relaciona-se com algum conceito que já faz parte da estrutura do sujeito. Em outras palavras, o sujeito aprende, mais facilmente, algo no qual tenha interesse, algum significado ou dê alguma importância. É nesse sentido que

foi desenvolvido o projeto de robótica com alunos do Colégio Alfa, visando agregar conhecimentos àqueles já interiorizados anteriormente.

O Colégio Alfa é uma instituição particular que atende ao ensino fundamental e o ensino médio, com um total 559 alunos. Possui laboratório para as atividades de informática e robótica, contando com um total de 20 computadores, *tablets*, acessórios para prototipagem, entre outros. Este é o ambiente no qual foram elaborados os projetos do Colégio Alfa, cujos objetivos eram a preparação dos alunos para participar de uma competição de robótica, no primeiro e trabalhar os biomas brasileiros, no segundo.

Para o desenvolvimento do projeto de robótica, os dispositivos utilizados foram elaborados a partir de placas de prototipagem Arduino<sup>10</sup>, possibilitando maior flexibilidade no *design* e criação, ao mesmo tempo, exigindo maior dedicação e exercício de criatividade, uma vez que seriam criados do zero, sem um modelo comparativo. A Figura 5.1 ilustra a placa em questão.



**Figura 5.1.** Placa de prototipagem Arduino UNO

Fonte: [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)

A IDE (*Integrated Development Environment* ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) do Arduino pode parecer pouco amigável na tarefa de programação para iniciantes, sendo, então, recomendável algum contato anterior com a interface. Por esse motivo, foi sugerido um aplicativo que incorpora a IDE do Arduino com o *Scratch*, que é um *software* de programação em blocos, de mais fácil entendimento. O *software* é o *Scratch for Arduino (S4A)*, desenvolvido no M.I.T. (*Massachusetts Institute of Technology*)

---

<sup>10</sup> Plataforma de prototipagem eletrônica, criada na Itália, pelo professor Massimo Banzi, para facilitar o acesso à tecnologia robótica com fins educacionais ([www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)).

por Mitchel Resnick. Possui áreas de acesso distintas para professores e estudantes interessados em criar projetos e compartilhar com outros colegas. Pode ser acessado *on-line* ou, se realizado *download*, pode ser acessado *off-line*. A Figura 5.2 ilustra a interface do *Scratch*, indicando os painéis (elementos) que o compõem. Marji (2014) define *Scratch* como

uma linguagem de programação visual que oferece um ambiente de aprendizagem rico para pessoas de todas as idades. Permite a criação de projetos interativos, ricos em recursos multimídia, incluindo histórias animadas, projetos de ciências, jogos e simulações (MARJI, 2014, p.17).

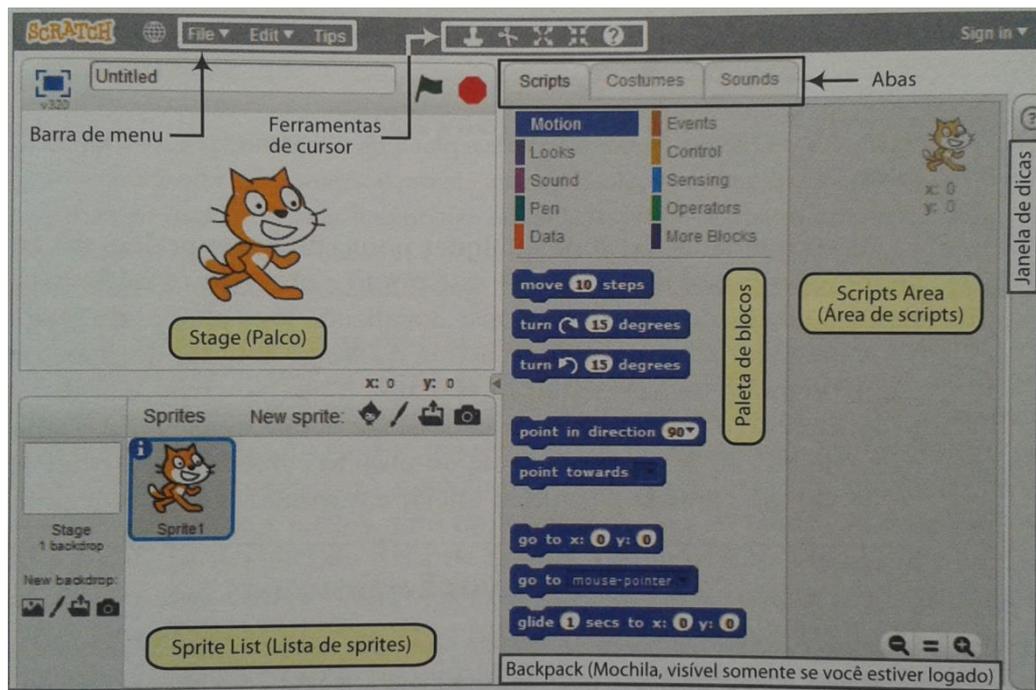
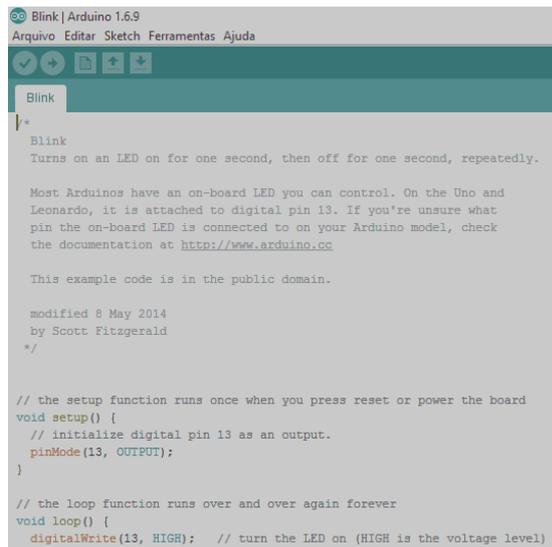


Figura 5.2. Interface de usuário do *Scratch* versão *desktop*

Fonte: Marji (2014)

A interface de programação do Arduino também pode ser acessada *on-line* ou ser instalada em equipamentos, após *download*, para se trabalhar *off-line*.

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The title bar reads "Blink | Arduino 1.6.9". The menu bar includes "Arquivo", "Editar", "Sketch", "Ferramentas", and "Ajuda". The main window displays the "Blink" sketch. The code is as follows:

```
/*  
 * Blink  
 * Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.  
 *  
 * Most Arduinos have an on-board LED you can control. On the Uno and  
 * Leonardo, it is attached to digital pin 13. If you're unsure what  
 * pin the on-board LED is connected to on your Arduino model, check  
 * the documentation at http://www.arduino.cc  
 *  
 * This example code is in the public domain.  
 *  
 * modified 8 May 2014  
 * by Scott Fitzgerald  
 */  
  
// the setup function runs once when you press reset or power the board  
void setup() {  
  // initialize digital pin 13 as an output.  
  pinMode(13, OUTPUT);  
}  
  
// the loop function runs over and over again forever  
void loop() {  
  digitalWrite(13, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)  
  delay(1000); // wait for a second  
  digitalWrite(13, LOW); // turn the LED off by making the pin LOW  
  delay(1000); // wait for a second  
}
```

Figura 5.3. Recorte de programa em interface Arduino

Fonte: <http://www.arduino.cc>

Os dois *softwares* são gratuitos, podem ser usados separadamente e estão disponíveis nos sites: <http://www.arduino.cc> e <http://www.scratch.mit.edu>. Nesta fase, os alunos desenvolvem a programação do veículo juntamente com o professor, que acompanha mais de perto a execução da tarefa. Segundo Marji (2014),

o Scratch permite o desenvolvimento de habilidades relacionadas à resolução de problemas, o que é importante em todos os aspectos da vida e não somente na programação. O ambiente oferece *feedback* imediato, permitindo conferir a sua lógica de forma rápida e fácil. A estrutura visual faz com que isso seja uma simples questão de seguir o fluxo de seus programas e refinar sua maneira de pensar. Ele faz com que o aprendizado seja intrinsecamente motivador, estimula a busca pelo conhecimento e incentiva o aprendizado prático e autônomo por meio da exploração e da descoberta. (MARJI, 2014, p.17).

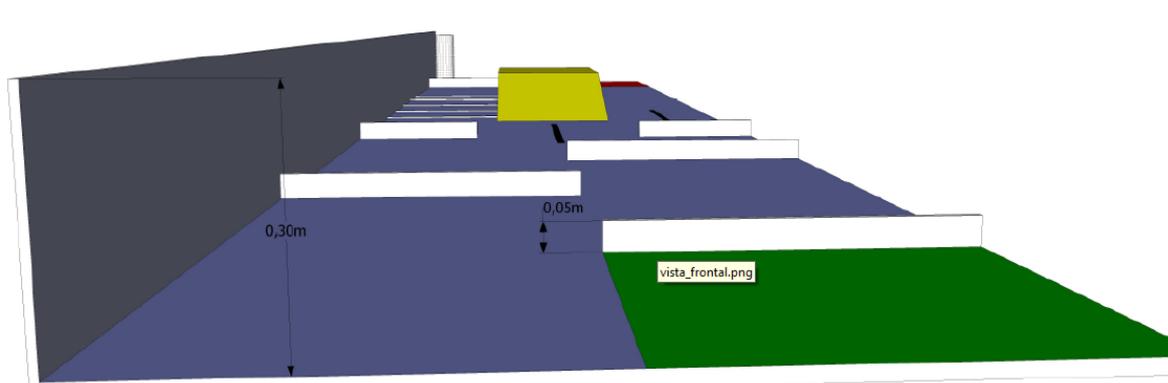
Os alunos tiveram pouco contato com a programação durante as experiências em laboratório, porém, decidiram que usar a interface (IDE) do Arduino, deixando de lado, no momento, o *Scratch for Arduino*. Uma vez que os alunos entendam a lógica de programação, a tarefa de codificação é praticamente a mesma, qualquer que seja a linguagem escolhida. Como as interfaces são todas gratuitas, o conceito de robótica pedagógica livre está presente nesse tipo de programação. A aprendizagem da lógica e a codificação assumem características semelhantes à programação profissional.

De acordo com o professor que coordena a área de TI da instituição e ministra as aulas de robótica e programação, as atividades foram elaboradas visando desenvolver nos

alunos diferentes habilidades. Ainda segundo o professor, por ser uma área multidisciplinar, a robótica estimula os alunos a buscarem soluções em outras disciplinas envolvidas, como matemática, física, mecânica, eletrônica, informática etc., e por ser uma atividade realizada em conjunto, possibilita aos alunos a vivência do trabalho em equipe, desenvolve criatividade e capacidade de resolver problemas.

Os alunos foram convidados para participar das atividades a serem realizadas no contraturno das aulas, constituindo um ambiente de aprendizagem no modelo extracurricular. Esses alunos participam de atividades de programação, também extracurricular. A participação deles não é obrigatória, mesmo após confirmar o seu nome na atividade.

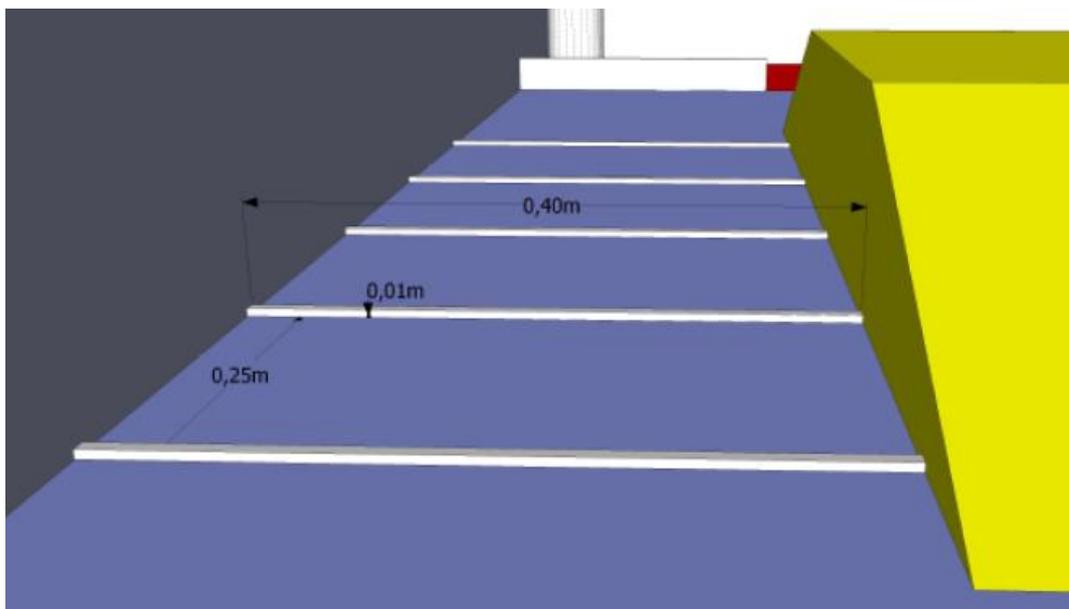
Foram criados dois grupos de cinco alunos cada (nº médio de alunos presentes nas atividades), ambos a mesma tarefa: construir um veículo autônomo que percorra um entre três trajetos descritos no edital de evento de robótica, usando Arduino, promovido pela Faculdade de Engenharia Elétrica de uma universidade local. A Figura 5.4. mostra a vista frontal do trajeto a ser percorrido na competição.



**Figura 5.4.** Vista frontal do trajeto a ser percorrido na competição

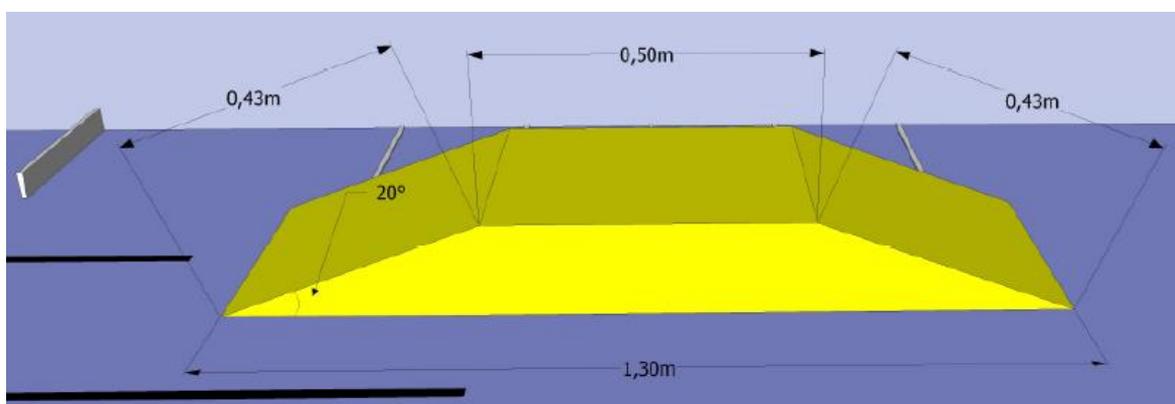
Fonte: Edital Rallyduino

Os participantes tomaram conhecimento das regras gerais da competição através do edital, e o professor informou sobre quais recursos têm à disposição para executar o projeto. Conheceram os obstáculos a serem superados, selecionaram qual dentre os três trajetos deverá ser percorrido e iniciam o planejamento para construção do veículo. A Figura 5.5. mostra um dos trajetos como opção a ser percorrido e a Figura 5.6. a rampa.



**Figura 5.5.** Vista dos obstáculos no trajeto a ser percorrido na competição

Fonte: Edital Rallyduino



**Figura 5.6.** Vista da rampa, opção do trajeto a ser percorrido na competição

Fonte: Edital Rallyduino

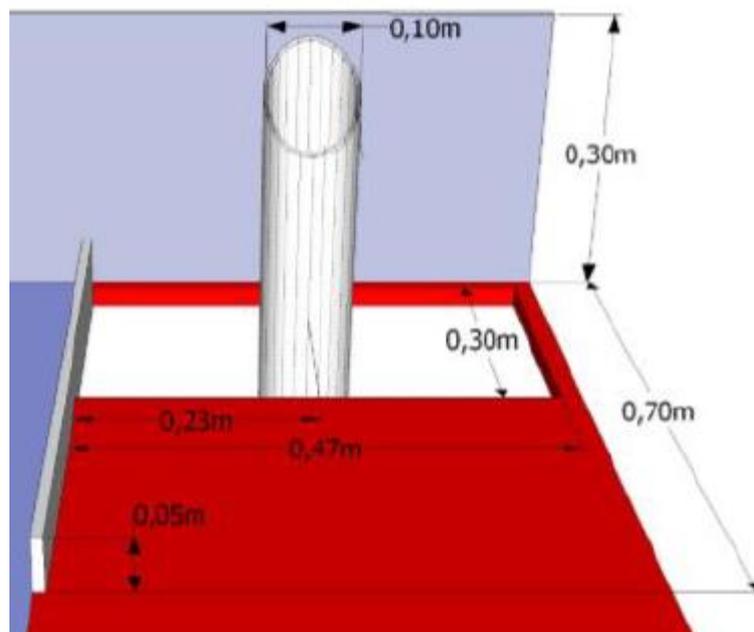
Um esboço inicial do veículo foi feito em papel, por um dos grupos, e o professor questionou sobre o uso de alguns mecanismos, como seriam construídos, onde seriam colocados os sensores, obedecendo certas regras para sua confecção. Por exemplo, em dimensão, o veículo não poderia ultrapassar 30 cm de altura.

O projeto estava no seu início e foi possível observar o real interesse dos alunos pela atividade, durante a conversa que os professores tiveram com o grupo. Essa foi a segunda explanação do projeto, para esclarecimento de algumas questões, direcionamentos, justificativas e para se pontuar os objetivos.

Nas primeiras aulas observadas, os alunos formaram grupos, a pedido do professor, e foram para os computadores. Pesquisaram na *web* possíveis *designs* para seus robôs. Havia certa preocupação com o formato desse robô, porque um dos obstáculos que o mesmo deveria passar seria uma rampa. Se não fosse ajustado o ponto de equilíbrio do robô, ele poderia tombar na subida ou na descida da rampa.

Nesta fase, que deveria se estender por algumas semanas, depois de construído o veículo e inserida sua programação, seria feito o teste em uma pista. Tanto os erros no *design* do protótipo quanto eventuais falhas na programação seriam identificados e alterados. Após as discussões e realização das atividades propostas, nos dez minutos finais de cada aula, os grupos resolvem um problema proposto, normalmente de lógica.

Em uma das aulas, acompanhada no Colégio Alfa, a participação foi de oito alunos e uma aluna, divididos em dois grupos, um de quatro e outro de cinco alunos. A atividade principal dessa aula foi conhecer algumas características do projeto, dentre estas, como é a pista que deveria ser percorrida e como deveria ser executado o percurso. No caso, o veículo deveria sair de um ponto demarcado da pista, carregando uma bolinha de pingue-pongue, subir uma rampa (Figura 5.6) ou passar por pequenos obstáculos (Figura 5.5) ou ainda, seguir por um caminho sem obstáculos, e colocá-la em um compartimento de 30 cm de altura (Figura 5.7). O que varia é a pontuação conforme a dificuldade.

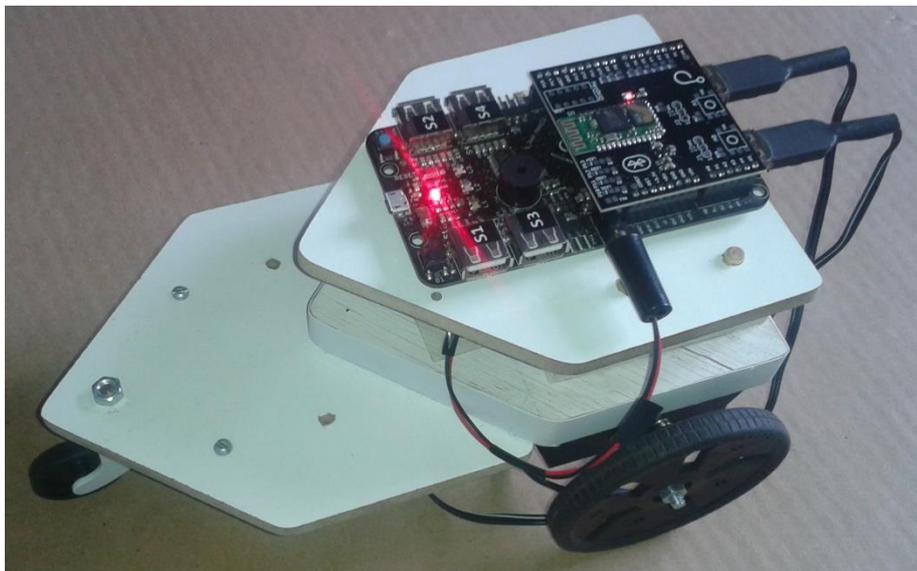


**Figura 5.7.** Vista da área de compartimento para a bolinha de pingue-pongue

Fonte: Edital Rallyduino

Ainda que os alunos que participavam do projeto-piloto de robótica tenham sido selecionados do projeto de programação, o desafio de se trabalhar com a placa de prototipagem Arduino estava um pouco além das suas possibilidades naquele momento. Além da programação, a construção física do robô dependia do aprendizado de conceitos de eletrônica. Eram muitos pontos a serem resolvidos e pouco tempo para preparar o robô para a competição. Por esse motivo, o interesse dos alunos parece ter diminuído. Para Coll, Marchesi e Palacios (2004), quando um aluno não tem claro o que é preciso fazer e não consegue entender as explicações do professor, dificilmente tentará enfrentar a tarefa. Às vezes, o problema está em que as demandas da tarefa estão muito acima das possibilidades do aluno (p.133).

No intervalo entre essa e a próxima aula, foi apresentada ao professor a placa de prototipagem Pete, já montada em uma estrutura que poderia ser utilizada em testes no laboratório. Também uma rampa com as mesmas características da que seria utilizada na competição foi adquirida para as aulas.



**Figura 5.8** Veículo (robô) criado com placa de prototipagem Pete, usado nos testes em laboratório

Fonte: Autoria própria

Os alunos demonstraram interesse pela novidade e a interação entre eles ficou bastante evidente. Mesmo sendo o primeiro contato com um robô funcional, já se percebia a apreensão de alguns conceitos por parte dos alunos, destacando-se pesquisa,

para conhecer as funcionalidades daquele novo dispositivo; *design*, a fim de elaborar um dispositivo que tivesse as mesmas características físicas; lógica de programação, conceitos de cinemática e matemática, dando os primeiros movimentos ao robô.

Na primeira aula com a nova placa e prototipagem e a rampa, a tarefa a ser executada era conhecer a interface de programação e programar o robô. Isso foi rapidamente assimilado pelos alunos, que tentaram programar o robô para executar o trajeto pedido no edital da competição. A atividade foi bem simples porque a interface de programação é intuitiva e os alunos também já estavam familiarizados, o que facilitou a execução.

Os alunos se revezaram na programação que consistia em comandos elementares, tipo: “Frente  $x$  s, Curva esquerda  $x$  s, Curva direita  $x$  s”. Exemplos desses comandos são exibidos na Figura 4.9. Observa-se a semelhança com comandos da linguagem LOGO.



Figura 5.9. Recorte da interface de programação Fácil com comandos da linguagem

Fonte: Adaptado do Programa Fácil, de Pete

Aulas dessa natureza, com os alunos programando e testando os movimentos na pista, foram realizadas até o final do semestre. Praticamente todos eles passaram por momentos de programação e testes no laboratório. Nas aulas em que foi necessário fazer alguma alteração nos movimentos do robô, via programação, os alunos faziam as alterações dos parâmetros do robô diretamente nas linhas de código, sem pensar muito em qual seria o valor ideal a ser inserido para corrigir a trajetória. Outra possibilidade seria observar o movimento do robô, comparar com o código escrito e calcular mentalmente

qual o valor resultante. O cálculo mental é uma habilidade desejável para alunos desde o 3º ano. César (2013) argumenta sobre a possibilidade de o aluno vivenciar e compreender o erro como parte do processo de aprendizagem. Nesta fase descrita, surge essa possibilidade, uma vez que, se houver uma falha na montagem ou na programação, será necessária a sua correção após os testes.

Um caso que chamou a atenção foi a atitude de um dos alunos, a quem denominamos aqui de L1. L1 esteve presente em todas as aulas e, em todas as oportunidades que lhe foram dadas para programar, demonstrou muito interesse e procurou aproveitá-las. O comportamento dele era praticamente o mesmo dos demais alunos, ou seja, procuravam trocar ideias, discutir quais parâmetros deveriam ser inseridos no robô, para que esse executasse corretamente a ação para a qual estava sendo programado. A exceção ficou por conta da insistência de L1 em codificar corretamente o robô para desviar de obstáculos do trajeto. Enquanto os outros alunos deixavam o laboratório assim que terminava o horário, L1 continuava programando e testando o robô, até que chegasse a pessoa responsável por levá-lo para casa. Isso aconteceu em duas oportunidades, em duas semanas seguidas. Por ocasião de eventos que aconteceriam no colégio nas semanas seguintes, as aulas foram interrompidas.

Outro fato que chamou a atenção foi que a busca pela solução do problema baseou-se na tentativa e erro, um modelo em que existe a possibilidade de aprendizagem em ambientes dessa natureza, com o uso de dispositivos robóticos. Quando o aluno tem a possibilidade de aplicar na prática os conceitos teóricos recebidos em sala de aula, pode facilitar o entendimento desse conteúdo e visualizar concretamente a sua aplicação. O trabalho em equipe, a aplicação de conceitos matemáticos, a capacidade de assimilação do erro cometido e a busca pela solução do problema com outras alternativas, as habilidades de aprender a estrutura das interfaces de programação, foram algumas das possibilidades incentivadas e que ficaram patentes nas aulas de robótica.

O projeto-piloto, em laboratório, não era de caráter competitivo entre os grupos. O objetivo principal daquela atividade, como o próprio professor mencionou, era a participação no evento de robótica. De fato, na condução do projeto com os alunos pôde-se constatar o direcionamento nesse sentido. Não houve referência direta à aprendizagem de conhecimentos científicos, tampouco integração com outras disciplinas curriculares. Ainda assim, pôde-se observar nas práticas, intrinsecamente, a presença de elementos que

conduzem ao aprendizado da matemática, física, engenharia. *Design*, trabalho em grupo e raciocínio lógico vieram como aprendizagens “secundárias”.

A função de cada aluno no grupo foi definida por eles mesmos, de acordo com o interesse. Todos fizeram pesquisas; o *design* do veículo foi feito por um participante que tinha mais afinidade com desenhos; a funcionalidade, como a bolinha de pingue-pongue seria colocada no compartimento, qual trajeto seria o ideal, entre outras, foram discutidos e resolvidos de forma colaborativa, em conformidade com a habilidade de cada participante.

De modo geral, ainda que tenha sido realizada em pouco tempo, a atividade mostrou-se relevante pelo potencial que representa para o processo ensino-aprendizagem e sua possibilidade de integração com outras disciplinas. Igualmente importantes foram o interesse dos alunos e a disposição do professor em promover o desenvolvimento cognitivo no ambiente lúdico, constituído a partir das experiências.

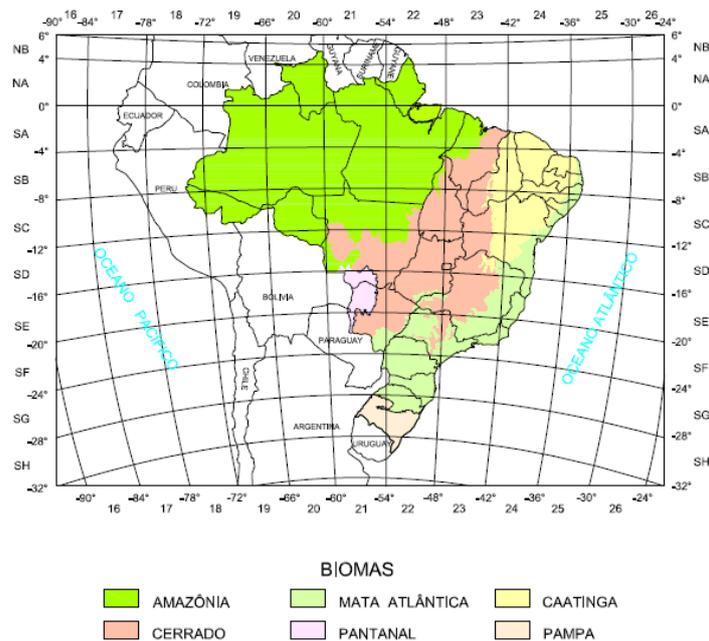
No término do projeto, não foi possível participar da competição pelos motivos expostos anteriormente, isto é, o tempo para elaboração e construção do robô não foi suficiente. A curva de aprendizagem dos conceitos de eletrônica e mecânica se mostrou alta para os alunos participantes.

O Colégio Alfa iniciou, em abril de 2017, a segunda atividade com robótica, o Projeto Biomas Brasileiros. É um projeto interdisciplinar que consiste em inserir os alunos de 4º e 5º anos nos contextos dos biomas nacionais por pesquisas e resolução de alguns problemas pertinentes a esses ecossistemas, tendo mediação da robótica.

O IBGE<sup>11</sup>, em seu site, define Bioma como um conjunto de vida (vegetal e animal) constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, com condições geoclimáticas similares e história compartilhada de mudanças, o que resulta em uma diversidade biológica própria. São 6: Bioma Amazônia, Bioma Caatinga, Bioma Cerrado, Bioma Pantanal, Bioma Mata Atlântica e Bioma Pampa. A Figura 5.10. ilustra a distribuição dos biomas brasileiros.

---

<sup>11</sup> <https://ww2.ibge.gov.br>



**Figura 5.10.** Distribuição dos biomas brasileiros

Fonte: Ministério do Meio Ambiente – <http://www.mma.gov.br/biomas>

Seguindo o plano de aulas, elaborado com a finalidade de definir a execução do projeto, os alunos teriam que, na disciplina de ciências, desenvolver as atividades para cada bioma:

- Pesquisar características de fauna e flora;
- Listar os problemas característicos da região e apresentar soluções;
- Definir tarefas para que o robô resolva os problemas da região.

Em cada um dos biomas, o robô precisa ser acionado para resolver um problema identificado na pesquisa que os alunos fizeram para conhecer as características de região do Brasil. Entre esses problemas, apagar o fogo, por exemplo, no cerrado; identificar e alertar autoridades sobre alterações da biodiversidade do Bioma Amazônia; retirar animais de áreas alagadas no Bioma Pantanal etc.

A tarefa foi realizada de abril até o início de junho de 2017, como atividades extracurriculares. Logo após, ainda no mês de junho, os alunos desenharam o mapa do Brasil identificando nele cada bioma, indicando também, características da fauna e da flora local. O mapa seria impresso em um painel de tal forma que permitisse o seu uso como um tapete, onde as ações do robô pudessem ser realizadas sobre ele.

Iniciado em agosto de 2017, o passo seguinte foi o trabalho com sucata eletrônica:

- Identificar a ferramenta correta para cada atividade de desmontagem;
- Desmontar os materiais;
- Conhecer as partes internas de aparelhos eletrônicos;
- Separar as peças em categorias.

Na próxima fase, que se iniciou em meados de agosto, foi desenvolvido o protótipo individual do robô no computador, seu desenho e construção:

- Projetar o robô no computador utilizando o *software MS Paint (Windows)*;
- Separar as peças necessárias para a construção do seu robô;
- Construir o robô. Dotá-lo de sensores de luz e de cor para dar autonomia e se movimentar sobre o painel.

Na última fase, prevista para o final do semestre, os alunos deveriam ser capazes de manobrar o robô sobre o painel, de modo a solucionar os problemas apontados em cada bioma. Usariam para isso o sensor de luz e o sensor de cor. A Figura 5.11. ilustra o mapa do Brasil com os biomas inseridos.



**Figura 5.11.** Painel estampado com os biomas brasileiros

Fonte: Colégio Alfa

Na primeira aula em que foram coletados dados para o presente estudo, durante a explanação feita pela professora de ciências, questionou-se junto aos alunos, o que eles achavam que era um robô? Qual o formato de um robô? As respostas deles eram parecidas e, para a maioria, um robô era uma máquina no formato humanoide, que se movia sobre pernas; falava e interagia com as pessoas como se fosse um humano; que seria capaz de responder todas as perguntas que se fizesse a ele.

Majoritariamente mas não unicamente, os robôs criados para as primeiras experiências educacionais são veículos sobre rodas, estando assim, a opinião dos alunos voltada para uma visão estereotipada, vinda do campo ficcional, um pouco distante da concepção dos robôs que seriam criados para a atividade. Quando as pessoas pensam em robótica, muitas vezes pensam em robôs-personagens de filmes. Contudo, cada vez mais, os robôs estão se tornando objetos de consumo, realizando diferentes trabalhos, como os robôs aspiradores de pó, que executam serviços domésticos ou os robôs de hospitais e aeroportos, responsáveis por dar informações aos clientes.

Encerrada a discussão inicial, foram colocadas as primeiras tarefas que deveriam ser executadas. Dentre elas estava a desmontagem de equipamentos eletrônicos obsoletos que foram coletados e suas peças serviriam para construir robôs para o projeto.

Os alunos, anteriormente, haviam sido instados a levar para o colégio aparelhos eletrônicos com defeito ou fora de uso, já obsoletos. O pedido foi atendido e apareceu um pouco de tudo: *mouses*, computadores, teclados, *drives* de CDROM, roteadores, ventiladores. Esse material, antes de ser desmontado para uso nas experiências, foi usado *a priori*, para despertar a curiosidade e a consciência sobre questões ambientais, com foco em sustentabilidade. Ser sustentável não é somente dar destino correto ao que não serve mais. Antes, é fazer o uso de acordo com as finalidades para os quais foi produzido. A questão ambiental foi a primeira e uma das mais marcantes temáticas para as quais foi direcionado esse projeto.

Silva (2009) define assim a sucata eletrônica que faz parte das experiências no Colégio Alfa:

o material para montagem dos protótipos pode ser obtido de equipamentos eletroeletrônicos obsoletos inutilizados, que não justificam sua manutenção. Esses equipamentos costumam conter dispositivos eletromecânicos, tais como motores e sensores, além de materiais que podem ajudar o educando na montagem de seus projetos de controle dos dispositivos, como eixos, roldanas, engrenagens, fiações, resistores, transistores, reguladores de tensão etc. (SILVA, 2009, p.38).

No decorrer das aulas, foram atribuídas duas atividades aos alunos, distribuídos em duas equipes, em que uma delas ficou encarregada de desmontar os equipamentos recolhidos, enquanto a outra equipe ficou responsável por pesquisar na *web* um modelo de robô e discutir com os demais membros do grupo e com os professores, a viabilidade de sua construção. Em um segundo momento, as atribuições se invertem. A equipe que desmontava os eletrônicos passa para a pesquisa, trocando de lugar com a outra equipe. Durante as desmontagens dos eletrônicos, a habilidade dos alunos no manuseio das ferramentas era compatível com a idade, ou seja, tiveram algumas dificuldades para a tarefa, mas aproveitando o momento, aprenderam a manuseá-las.

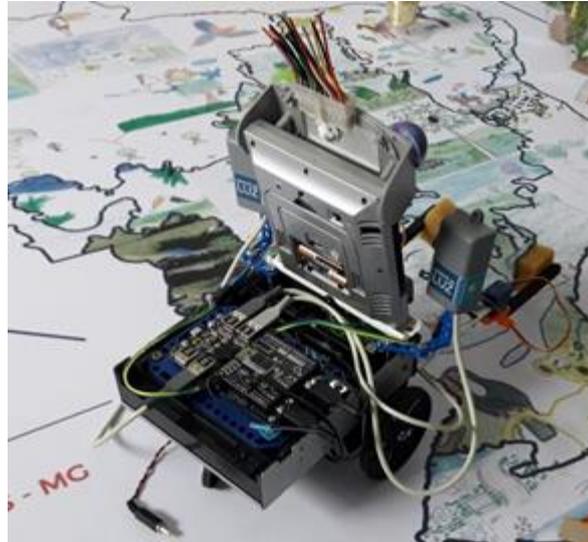
Nas aulas em que os alunos estiveram abrindo e desmontando os aparelhos eletrônicos, eles expressaram curiosidade ao ter o primeiro contato com dispositivos e perguntaram sobre a serventia de pequenas peças como resistores, capacitores e uma gama de componentes dessa natureza. Nem todos se preocupavam em saber onde estavam conectados os *flats* e outros cabos, iam cortando tudo à sua frente. Um cuidado especial foi tomado com baterias de *motherboards* (placas-mãe).

Como era um momento livre em que todos conversavam e trocavam ideias do que poderia ser a peça que estavam manuseando, não poucos, perguntavam ao professor: “o que é isso? Pra que serve?”

Para os alunos que participavam da robótica pela primeira vez, houve um misto de expectativa e frustração, principalmente pela forma do robô, que, pelo imaginário, teria aspecto humano. Superadas essas expectativas iniciais, observamos a interação entre os alunos e destes com os professores.

De acordo com o plano de aulas, após os alunos separarem as peças da sucata eletrônica por categoria, passou-se à fase de *design* do robô. Isso foi concretizado com o auxílio do *MS Paint*, onde cada aluno desenhou seu robô e o apresentou à turma. Escolhido em comum acordo aquele que seria construído, foram separadas as peças e iniciada a montagem. Neste projeto, o Arduino foi substituído pela placa de prototipagem, motores e rodas do *kit* Pete, por causa da facilidade de manuseio e possibilidades didáticas que oferece. Para controle do robô uma *shield bluetooth* foi incorporada ao protótipo. Este foi um dos componentes utilizados para dar movimento ao robô. Para atuar junto com o módulo *bluetooth* o *app* Legal B V.21.0 precisou ser instalado em *smartphones* com sistema operacional *Android* versão 4.2.2, ou superior.

Placa de prototipagem e *shield bluetooth*, sensores de luz e sensor de cor, motores e rodas, todos da marca Pete; estrutura em carcaça de *drive* de CDROM; servomotores; peças de plástico e madeira; essa foi a composição básica do robô, conforme Figura 5.12.



**Figura 5.12.** Robô montado com sucata eletrônica e *kit Pete*

Fonte: Colégio Alfa

Para César (2013), a elaboração do projeto dos dispositivos robóticos, a montagem do artefato e a criação de movimentos a partir de um programa de computador pode exigir um nível de raciocínio lógico-matemático extremamente elaborado e complexo. De modo geral, a ação predominante no que foi observado na fase de montagem corrobora com um dos autores citados ao afirmar sobre o desenvolvimento psicomotor nesse tipo de atividade. Segundo Silva (2009), a montagem permite o desenvolvimento da coordenação motora e do pensamento sequencial. A Figura 5.13 mostra o robô montado pelos alunos.



**Figura 5.13.** Robô em movimento para executar uma tarefa

Fonte: Colégio Alfa

Uma vez montado o robô, foi incluída a codificação para que este executasse aquilo para o qual foi projetado. Segundo Baranauskas (1999, p.56) a programação tem grande destaque como ferramenta educacional, pois, por intermédio da resolução de problemas via uma linguagem de programação, tem-se a descrição do processo utilizado pelo aluno para resolver uma tarefa. Essa atribuição foi pouco observada no laboratório durante as aulas de robótica, já que, como os alunos foram selecionados do projeto de programação, estando, como citado anteriormente, familiarizados com essa prática, eles faziam todas as alterações no robô em momentos fora da aula de robótica. As aulas em laboratório foram utilizadas, a maior parte do tempo, para discussões e desenvolvimento da parte física do robô e testes posteriores.

Analisando mais a fundo cada experiência, observamos algumas peculiaridades. No projeto elaborado para participar da competição, o material adotado – *kit* de robótica – teve como base a placa de prototipagem Arduino. Este material conduz a uma aprendizagem, em primeira instância, orientada à educação tecnológica, com pouco envolvimento de disciplinas comuns ao currículo do ensino fundamental, caracterizando-se, segundo Altin e Pedaste (2013), em *competition-based learning* ou aprendizagem baseada na competição.

Altin e Pedaste (2013) referindo-se a Pedaste & Sarapuu, 2006; Pedaste, Mäeots, Leijen e Sarapuu, 2012, dizem que

a aprendizagem baseada na competição é uma metodologia em que os resultados de aprendizagem são alcançados através de competições. Foi aplicado com sucesso em vários estudos no contexto da educação científica com tecnologia avançada. No entanto, as competições são dirigidas apenas a um grupo limitado de alunos, uma vez que as

competições de robótica são bastante dispendiosas e o número de participantes tende a ser limitado (ALTIN; PEDASTE, (2013), p.366).

Ainda que este modelo, em um primeiro momento, esteja mais inclinado à educação tecnológica, citando Giannakopoulos (2009), Altin e Pedaste (2013) também afirmam que a aprendizagem baseada na competição tem sido a maneira mais eficaz de conseguir que os alunos apliquem matemática, física e outros assuntos através da robótica. Na prática, observou-se que, como citado anteriormente neste estudo, a curva de aprendizagem da tecnologia envolvida no Arduino é relativamente alta para alunos da faixa etária que participaram do projeto, se não tiveram contato anterior com a tecnologia. Aparentemente, o tempo foi o maior limitador para conclusão do projeto, tanto que os alunos não tiveram grandes obstáculos em se tratando da programação. Porém, a integração dessa com o *hardware* (Arduino) foi um pouco mais complexa. Os alunos não se mostraram motivados. Houve pouco progresso na construção do dispositivo robótico que seria utilizado na competição.

No segundo projeto, Biomas Brasileiros, o planejamento favoreceu a condução do aprendizado. Os professores seguiram o plano de aula proposto e utilizaram um *kit* que propiciou a criação rápida do robô. Os alunos absorveram bem a novidade e mostraram muita disposição desde a desmontagem da sucata eletrônica até a apresentação do trabalho final para a comunidade em que estão inseridos.

Segundo os professores que conduziram a execução do projeto, todos os passos foram seguidos conforme planejamento, porém, alguns acontecimentos não estavam previstos para ocorrer da forma que se sucedeu. Nas palavras da professora, quando foi solicitado que trouxessem sucata eletrônica para ser desmontada, não se imaginava que fossem gostar tanto, que fossem se interessar pelo que tinha dentro da máquina, como funcionava. Isso foi algo que despertou a curiosidade dos alunos.

Outro fato que chamou a atenção, ainda conforme relato da professora, foi o espírito de autonomia com que os alunos mostraram estar imbuídos. “Eles foram direcionados a executar determinada atividade e, em certo momento, foram se separando e cada um foi fazendo aquilo no qual tinham maiores habilidades: quem gostou de desmontar as máquinas foi desmontar; quem tinha aptidão para desenho, foi desenhar; uma turma foi pro computador, outra para o papel. Eles começaram a se organizar de modo que não havia sido imaginado.”

As investigações *in loco*, realizadas durante o desenvolvimento de nosso estudo no Colégio Alfa, demonstram a aplicação da aprendizagem baseada em projetos. Visando à colaboração de forma mais eficiente, ficou a cargo dos alunos a divisão das equipes e as atribuições de cada um dentro delas. Dessa forma, cada aluno optou por executar aquela tarefa que mais o atraía ou tinha habilidades para realizá-la. O aluno que tinha mais aptidão para desenho optou pelo *design* do robô; quem estava mais familiarizado com a programação executou essa tarefa com as unidades de controle dos robôs; e assim sucessivamente. Ficam claras, nesse tipo de divisão de tarefas, as habilidades de cada aluno e conseqüentemente, as capacidades mais afloradas e as que necessitam de maior desenvolvimento. Estas ações são típicas de ambientes idealizadas para a construção autônoma do conhecimento.

Os professores agiram como mediadores, segundo relato da Professora: “A cada dia eles (os alunos) traziam algo novo. Coisas que eles aprendiam sozinhos, sobre o que estudávamos no laboratório. Então é muito diferente essa parte prática do que a gente tem em sala de aula. Eu não conseguiria fazer com que eles entendessem exatamente como são os biomas da forma que entenderam aqui, se estivesse dentro da sala de aula. Por que aqui, como eles fizeram os desafios, as tarefas que o robô tinha que resolver no mapa não precisou falar nada (do tipo): ali está a Caatinga. Ou, aqui a Mata Atlântica. Foram conhecimentos que, sem perceber eles adquiriram, numa brincadeira, numa atividade bastante lúdica”, conclui. Claramente, com o projeto, trabalhou-se biologia, geografia, história...

Este projeto também apresentou uma característica que nenhum outro mostrou. Segundo a Professora, alunos que em sala de aula apresentavam certa ansiedade, foram selecionados para participar do projeto, e nas aulas de robótica conseguiram controlar esse sentimento. Conflitos que alunos mostram em sala de aula, do tipo que os fazem defender o grupo a que pertencem, com tendências a confrontar e excluir os demais, inexistiram dentro do laboratório de robótica. Eles desenvolveram uma visão diferente em termos de socialização. Aqueles mais tímidos, se soltaram, se mostraram mais dispostos a expor suas ideias, falar, questionar, coisa que antes não faziam.

Em termos de conhecimentos não formais, a percepção dos professores foi que as atividades de pesquisa aguçaram a curiosidade e o desejo por buscar o que lhes interessava. Isso acabou fazendo diferença porque os alunos, antes estanques, agora

mostravam disposição por aprender coisas que lhes foram apresentadas nas aulas de robótica, por exemplo, questões sobre eletrônica, com vistas a seguir carreira nessa área.

O projeto estimulou a busca por conhecimentos de engenharia, programação e outras áreas que foram mencionadas nas aulas. Ainda segundo o professor, foi perceptível o desenvolvimento do raciocínio lógico, se comparando o início com o final das atividades. E, ao fazer a apresentação para a comunidade, perceberam, também, novas possibilidades para empreendimentos futuros por meio da robótica, em integração com outras disciplinas e com faixas etárias diferentes, incluindo alunos em processo de alfabetização.

Quanto aos *kits*, o Arduino seria mais desafiador para trabalhar com os alunos nessa idade, sendo necessário conhecimentos intermediários de computação e, principalmente, eletrônica. O *kit* Pete atendeu bem ao propósito do projeto e se mostrou didático, oportunizando o contato com parafusos, chaves de fenda e outras ferramentas. O que não poderia ser feito com *kits* mais sofisticados, por exemplo, argumenta o professor.

Com um olhar mais apurado, pode-se considerar que as aulas de ciências foram enriquecidas sobremaneira com o uso do robô, movendo-se sobre o painel e executando ações sobre os biomas, algo que não seria possível mostrar em sala de aula de forma tão rica. O contato com *hardware* e *software* desperta para novos usos das tecnologias.

### **5.3.2. Colégio Beta: Robótica com Lego *Mindstorms* em auxílio às aulas de matemática**

O Colégio Beta é uma instituição particular, contando com 320 alunos e atuando desde o ensino fundamental até o ensino médio, assim como as demais instituições pesquisadas. A experiência observada contou com uma turma de 30 alunos, em média, e um professor que auxilia a disciplina de matemática, ministrando as aulas de robótica. Cada assunto da atividade foi planejado para ser ministrado em cinco aulas, podendo variar de acordo com a necessidade de introdução de temas transversais ou de eventos extracurriculares da instituição.

Inicialmente, a turma é dividida em grupos com quatro ou cinco participantes; o professor informa o tema, liberando o manual onde consta a atividade proposta e um *kit* para cada grupo. Com auxílio do material impresso, repassa com a turma o conteúdo a ser trabalhado.

Após as considerações iniciais, o primeiro passo foi fazer a montagem do objeto escolhido. Para a montagem seguiu-se o passo a passo descrito no manual. Nessa fase, cada participante, no seu grupo, dá sua contribuição, selecionando as peças, fixando-as no local adequado e, em algumas ocasiões, trocando peças pequenas com outros grupos. O material utilizado nas atividades é *Kit Lego Mindstorms NXT*, conforme unidade de controle exposta na Figura 5.14.



**Figura 5.14.** Unidade de controle Lego *Mindstorms* NXT

Fonte: <http://zoom.education>

Silva (2009), esclarece que, o sistema Lego *Mindstorms* é fruto da parceria entre o MIT *Media Laboratory* e a Lego e teve o apoio de Seymour Papert e de Mitchel Resnick, através do *Epistemology and Learning Group*. A designação *Mindstorms* é parte do título de uma publicação de Seymour Papert, *Mindstorms: Children, Computers and Powerfull Ideas* (p.54).

Como a montagem exige certas habilidades manuais, esse é um momento de colaboração entre os membros, dentro do seu grupo, e há, inclusive, busca de informações e solução de dúvidas com o professor. A fase de montagem tem, normalmente, duração de duas aulas de 50 minutos, distribuídas em duas semanas. Lembrando que o Colégio Beta possui laboratório próprio para realização de atividades dessa natureza, contando com três computadores para programação das unidades de controle dos dispositivos robóticos.

Na fase de montagem, alguns alunos tiveram pequenas dificuldades. Mesmo sendo no modelo “*plug and play*”<sup>12</sup>, onde a peça se encaixa perfeitamente na outra, alguns alunos não conseguiram seguir em frente, na execução das atividades, sem a intervenção do professor, ou pela dificuldade de reconhecer a peça no manual ou por não funcionar adequadamente ao ser colocada no lugar.

Fica evidente, segundo Feitosa (2013), que a metodologia de trabalho da *Legó Education* está em consonância com os princípios do construcionismo preconizado por Seymour Papert. O construcionismo propõe que sejam fornecidas as ferramentas necessárias para que o aluno possa descobrir e explorar seu conhecimento, de forma autônoma ou com a menor intervenção possível de um adulto, tendo como resultado dessa aprendizagem a construção de um objeto palpável. Dentre essas ferramentas estão, preferencialmente os computadores.

Conforme Feitosa (2013), das contribuições de Papert, a *Legó Education* desenvolveu uma metodologia própria que contempla a prática do trabalho em equipe, a utilização de jogos educativos e divide as ações nas atividades com a robótica em quatro fases distintas: contextualizar, construir, analisar e continuar. Na contextualização ocorre a explanação, por parte do professor, da situação-problema que deverá ser resolvida na fase de construção, unindo os conhecimentos prévios que os alunos possuem com os propostos naquele momento. A construção é fase da execução do problema proposto na contextualização. É o momento onde a construção do conhecimento ocorre de maneira prática, literalmente, e onde o professor se coloca como mediador de possíveis conflitos, resolvendo-os em conjunto com os alunos e orientando-os (os alunos) à aquisição de novos conhecimentos. A fase seguinte é o continuar o ciclo de execução da construção de acordo com a contextualização. Finalizando, a análise.

Nesta fase, os alunos são levados a pensar como funcionam suas montagens, experimentando, observando, analisando, corrigindo possíveis erros e validando assim o projeto. Ao analisar o que foi feito, eles têm a oportunidade de aprofundar seu conhecimento. Como resultado, desenvolvem conexões entre o conhecimento anterior e as novas experiências vivenciadas (FEITOSA, 2013, p.25).

A aula em laboratório, para início das atividades de programação, é precedida por uma reunião, ainda na sala de aula, para que o professor passe algumas diretrizes sobre as tarefas que estão prestes a empreender. Utilizando um projetor, apresenta a IDE onde

---

<sup>12</sup> Expressão comum na informática que significa literalmente, ligar e usar.

serão inseridos os blocos de instruções para que o dispositivo robótico execute a ação para o qual foi elaborado. Após a apresentação desse conteúdo, que normalmente não passa de 20 minutos, os alunos se encaminham para o laboratório onde estão sendo montados os robôs. Nesse momento, três turmas que estiverem com os protótipos prontos passam para a fase da programação propriamente dita, enquanto os demais grupos encerram a montagem.

O conjunto *software-hardware* do Lego foi elaborado para facilitar o manuseio pelo aluno. A programação em blocos é feita alterando os parâmetros das variáveis que agirão sobre o robô. A utilização de blocos para programação reforça a ideia de que o conjunto Lego foi concebido para funcionar de modo a diminuir os erros, favorecendo, assim, as possibilidades de interação mais aprofundada com a interface de programação. Assim também, a apreensão de conceitos referentes à programação formal estão presentes nessa fase da experiência.

A fase de testes e possíveis correções ocorre juntamente com a programação. A programação, feita na configuração dos blocos colocados na tela principal da IDE, é transferida, via cabo USB do computador para o robô e testado na sequência. Qualquer erro ou anormalidade constatada é resolvida no ato da ocorrência.

No contexto em que ocorrem percebe-se que as atividades de robótica se incorporaram naturalmente à grade curricular. Os alunos já estão acostumados ao horário e, aparentemente, os conceitos lógico-matemáticos foram absorvidos de forma satisfatória.

No Colégio Beta, as atividades com robótica pedagógica seguem o padrão de aula normal da grade curricular. O comportamento dos alunos também segue no mesmo sentido, ou seja, alguns estão mais envolvidos com a temática, buscando resolver rapidamente seu "problema", enquanto outros ficam um pouco mais dispersos, porém, todos concluem o que foi proposto, executando as ações no seu próprio ritmo. Não aparentam motivação diferente das normalmente apresentadas em uma prática de laboratório, por estarem trabalhando com esse tipo de tecnologia, ou seja, para os alunos não há diferença se estão envolvidos em projetos de robótica ou qualquer outro projeto, de biologia ou química, por exemplo.

A metodologia de ensino descrita no manual Lego prevê a flexibilidade do processo ensino-aprendizagem no que tange à inclusão de alunos com necessidades

especiais, uma vez que na sala de aula observada um dos alunos tem essa característica. O que se percebeu foi uma atenção maior do professor para o aluno, tanto no quesito atendimento individual quanto no que se refere ao material, no caso um *tablet* com programas especiais para o aluno com essa especificidade. É importante evidenciar que necessidades especiais não significam necessariamente que o estudante tenha um *deficit* de aprendizado. Existem casos de dificuldades motoras, por exemplo, que exigem uma atenção especial por parte dos educadores e gestores e, conseqüentemente, recursos específicos para esses casos.

Seguindo a metodologia proposta pela divisão educacional Lego, os alunos participantes das aulas de robótica não parecem estar atuando com algo muito diferente do que é o seu cotidiano escolar. Diferentemente do que acontece com experiências de robótica, em que um projeto de construção de robôs com materiais alternativos ou placas de prototipagem, nas aulas com *kits* Lego os alunos ocupam-se apenas da montagem dos dispositivos e aplicação do conteúdo.

Como estas aulas estão integradas ao currículo, os alunos apenas aguardam a orientação do professor sobre quais as atividades a serem desenvolvidas naquele horário. Materiais que compõem o *kit*, os blocos de montagem seguem um padrão e não há como “errar” a construção do dispositivo já que é seguido o manual onde consta o passo a passo; e as peças, se encaixadas em lugar indevido, ficarão esteticamente “desajeitadas” e não permitirão a continuação da montagem.

Uma particularidade observada com as experiências que utilizam os *kits* Lego é que a montagem inicial é simples e sistematizada. O resultado final é previsível. A finalidade de cada peça é servir a propósitos preestabelecidos, não permitindo substituir, por exemplo, uma engrenagem por outra diferente e muito menos improvisar. Nas aulas com esse material, o ensino é focado no conteúdo, permitindo explorá-lo com a intensidade e profundidade necessárias. O conteúdo ensinado na teoria passa a ser visto, flexibilizado e disponibilizado na prática. A partir do momento em que o aluno obteve o domínio da construção daquele objeto proposto para o projeto, abrem-se possibilidades para a criação de outros projetos mais complexos.

Silva (2009) argumenta que

a escolha desse recurso privilegia o manuseio por crianças que ainda estão desenvolvendo a coordenação motora (fina e grossa) e o tempo de montagem em relação a outros *kits* que exigem um maior desenvolvimento motor, pois os dispositivos são montados usando

parafusos e porcas. Alguns conceitos científicos não precisam ser abordados ao se construir um protótipo, tais como eletricidade, transistores, etc. A didática que envolve o *kit* Lego torna-o uma boa opção para o ensino de robótica às pessoas que estão iniciando o aprendizado nessa área (SILVA, 2009, p.4).

Em conformidade com as teorias do construtivismo de Piaget e as ideias de Vygotsky do sociointeracionismo, a metodologia Lego, configurando-se em aprendizagem ativa, está em acordo com as ideias de Papert, propostas no construcionismo. Essa aprendizagem, segundo Feitosa (2013), contempla quatro momentos distintos: contextualizar, construir, analisar e continuar.

Por contextualizar, entende-se um conhecimento novo que se integra ao já existente para o aluno. Para o autor, toda tarefa envolve uma atividade de construção relacionada à contextualização. O aprendizado ativo envolve construções físicas e as mentais; quando constroem artefatos palpáveis constroem também conhecimento na mente. Analisar corresponde a pensar sobre os conhecimentos adquiridos, comparados aos já existentes e, continuar é o prosseguimento em direção ao novo ciclo de aprendizagem.

A metodologia Lego facilita quando o projeto prevê a realização de um experimento para analisar, por exemplo, o comportamento de líquidos em determinada temperatura. Se for necessário dedicar tempo para criar um dispositivo robótico que realize a tarefa, pode-se entrar em uma condição desmotivadora, dificultando a explanação e a conseqüente aprendizagem. Para Feitosa (2013), os resultados com os alunos aparecem também na área pessoal e social, pelo desenvolvimento de qualidades pessoais, tais como autonomia, iniciativa, responsabilidade, criatividade, trabalho em equipe, autoestima e interesse por pesquisa.

### **5.3.3. Colégio Gama: Curso e oficinas de robótica para o ensino da matemática**

O Colégio Gama foi o primeiro colégio visitado nesta fase da pesquisa de campo. É uma instituição pública estadual que conta com um efetivo de 748 alunos distribuídos desde o ensino fundamental até o ensino médio. Para a realização do curso de robótica foi utilizada uma sala de aula que fica desocupada no período da tarde. Segundo o coordenador do curso, que também é professor de física, o projeto teve objetivo duplo,

sendo a difusão das tecnologias no ambiente educacional e a preparação de membros de equipes para participação nas etapas da Olimpíada Brasileira de Robótica.

A seleção dos alunos participantes das atividades foi feita nas salas de aula do 6º ano, em número de oito cada turma, duas turmas, com um total de 16 alunos. As aulas foram agendadas para serem ministradas às segundas-feiras, no período de 15 às 17 horas a primeira turma; e das 17h a segunda turma. O curso está sendo realizado desde 2015, perfazendo, até então, um período de 30 meses. Os estudantes têm à disposição quatro *kits* de robótica para uso nas aulas práticas orientadas, desenvolvendo noções básicas sobre o tema.

Os planos de aula foram desenvolvidos pelo PIBID<sup>13</sup> da Universidade Federal de São Carlos, com formandos do curso de matemática. O programa de aulas prevê a ministração de conteúdos voltados para a matemática, divididos em cinco aulas com duração de até duas horas, com a utilização de *kits* de robótica modelo *Alpha Mecatrônica*<sup>14</sup> Pete. A Figura 5.15. mostra o módulo de controle do *kit*.



**Figura 5.15.** Módulo de controle do *kit Alpha Mecatrônica* Pete

Fonte: <http://www.pete.com.br>

A primeira atividade teve início com a apresentação do *kit* que seria utilizado para o curso introdutório de robótica e fornecendo instruções de montagem do robô, chamado

---

<sup>13</sup> PIBID – O Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência, PIBID, financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), é um programa que oferece bolsas de iniciação à docência aos alunos de cursos presenciais que se dediquem ao estágio nas escolas públicas e que, quando graduados, se comprometam com o exercício do magistério na rede pública (<http://portal.mec.gov.br/pibid>).

<sup>14</sup> *kit* de robótica produzido e comercializado pela empresa PETE ([www.pete.com.br](http://www.pete.com.br)).

Robô Zero<sup>15</sup>. Este foi o dispositivo utilizado em todas as demais aulas. No entanto, no final de cada aula, o robô era desmontado para ser montado novamente, a partir do início, na aula seguinte. A Figura 5.16. ilustra o Robô Zero.

Foram apresentados os conceitos dos componentes básicos dos robôs: módulo de controle, sensores, atuadores, peças plásticas da estrutura, rodas, parafusos e ferramentas. Em seguida, iniciou-se a montagem. Para isso, utilizou-se um módulo de controle, dois atuadores com suas respectivas rodas. Esse conjunto foi unido por alguns parafusos, seguindo as orientações do manual distribuído aos alunos. Em todas as demais aulas, montou-se o Robô Zero, acrescentando os sensores que seriam utilizados conforme proposto no plano de aula, explicou-se o conteúdo de matemática e passou-se à montagem dos robôs.



**Figura 5.16.** Robô Zero, dispositivo básico montado com *kit Alpha Mecatrônica*

Fonte: <http://www.pete.com.br>

Durante as observações preliminares ficou evidente que alguns dos materiais usados nesta fase de construção dos robôs são objetos do dia a dia, como chaves de fenda, porcas, parafusos, aparentemente comuns e até mesmo insignificantes para um aluno de uma série um pouco mais avançada. Porém, não para aqueles alunos participantes do curso, podendo assim analisar a aplicação de conceitos da teoria socioconstrutivista idealizada por Vygotsky (2007), ou seja, observa-se com certa facilidade a aplicação da

---

<sup>15</sup> Dispositivo robótico básico, composto por atuadores (motores), unidade de controle, rodas e peças plásticas, sem o uso de sensores ([www.pete.com.br](http://www.pete.com.br)).

zona de desenvolvimento real e a zona de desenvolvimento proximal, de acordo com a idade dos alunos.

Foi notório o despertar do desenvolvimento psicomotor, se comparados aos períodos de montagem do primeiro robô e do último. Mesmo seguindo as instruções do manual, na primeira aula, a dificuldade em se colocar as peças nos lugares corretos foi grande. À medida que o curso avançou, as dificuldades iniciais foram diminuindo. A atenção maior, agora, estava voltada para as fases seguintes à montagem, ou seja, na programação e testes das tarefas propostas. A Figura 5.17 ilustra o momento de montagem do Robô Zero em uma das aulas.



**Figura 5.17.** Alunos montando o Robô Zero

Fonte: Autoria própria

Outra observação do início das atividades diz respeito à expectativa dos alunos, quando perceberam que o robô era um veículo sobre rodas e não uma construção com formato humanoide. O comentário de um dos alunos: “Não sabia que isso era um robô! Pra mim, o robô tem que ter braços e pernas!”. Segundo Oliveira (2010, p.58), é o aprendizado que possibilita o despertar de processos internos de desenvolvimento que, não fosse o contato do indivíduo com certo ambiente cultural, não ocorreriam. Essa afirmação corrobora com as ideias de Vygotsky em que a interação social, que contribui

para a construção do conhecimento, se dá em ambientes comuns com culturas e opiniões diferentes (CASTORINA, 1990).

Após a montagem do robô, foi feita a programação seguindo o escopo disponível no material impresso para aquela aula. A IDE (*Integrated Development Environment* ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado), denominada Legal, foi apresentada aos alunos de forma detalhada, explicando o funcionamento, posição de ícones, local de inserção das linhas de comandos e de que forma são mostrados os erros, quando ocorrem. A Figura 5.18 ilustra a tela inicial do *software* de programação que compõe o *kit Alpha* Mecatrônica.



**Figura 5.18.** Tela inicial do *software* Legal

Fonte: [www.pete.com.br](http://www.pete.com.br)

Para o Robô Zero, apenas os comandos de movimento e alguns atuadores são relevantes. Para os robôs que têm algum sensor os valores-padrão colocados na programação podem ser alterados diretamente na linha de comandos. A IDE conta ainda com algumas formas de programação mais sofisticadas que podem ser feitas pelas abas de eventos sobrepostas na parte superior, ao lado da tela principal das linhas de comandos. Após a digitação, a sintaxe dos comandos pode ser checada através do botão “verificar”. Estando correta a digitação, basta clicar no botão “programar” para que as instruções sejam compiladas e enviadas ao robô. A transferência das instruções do computador para o robô é feita por cabo mini-USB / USB.

A interface de programação utilizada pelos alunos é comercial e tem características próprias que não são encontradas em outras interfaces, sejam comerciais

ou *opensource*<sup>16</sup>. Mesmo com essas especificidades, é possível desenvolver a lógica de programação, permitindo a aplicação em qualquer outra linguagem de programação. Ressalta-se, também, a possibilidade de se utilizar eventos que são pequenos blocos de instruções presentes na interface, que podem ser chamados a partir do programa principal, no momento em que se fizerem necessários. A aprendizagem dos alunos torna-se rica com esse tipo de recurso, pela introdução de noções de programação orientada a objetos, paradigma que vem substituindo a programação procedural utilizada amplamente nas linguagens mais antigas. A Figura 5.19 ilustra a barra de funções do *software* Legal. Esse recurso agiliza a programação, dispensando a digitação de alguns códigos.



**Figura 5.19.** Botões de função do *software* Legal

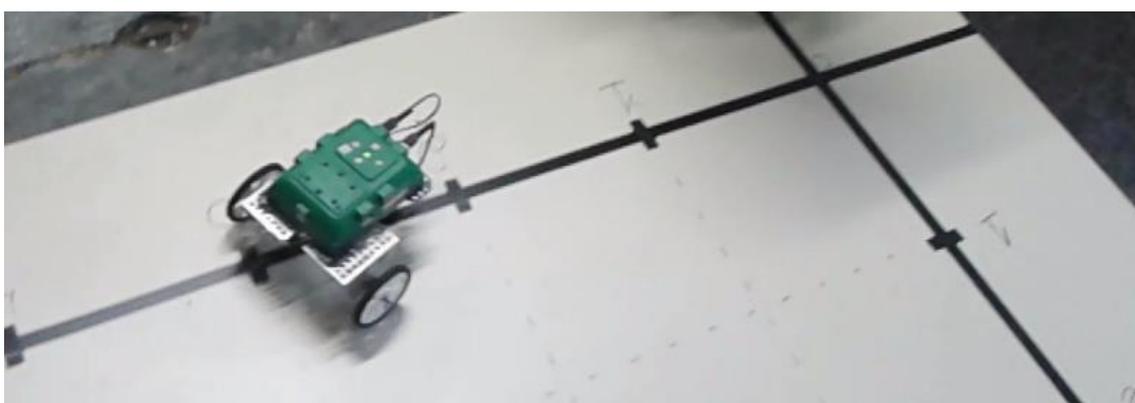
Fonte: <http://www.pete.com.br>

Os testes podem ser realizados logo após a transferência da programação para o robô. Nesse momento, é interessante observar as reações dos alunos, uma vez que, dificilmente, o resultado esperado é alcançado na primeira execução. Voltando à IDE, os parâmetros do programa são alterados e novamente testados, até que o robô execute as ações satisfatoriamente. Nos 30 minutos finais são realizadas atividades propostas conforme a temática daquela aula.

---

<sup>16</sup> Código aberto. Significa que *softwares* desse tipo podem ser adaptados às necessidades dos usuários sem custos ao desenvolvedor principal.

Cada aula do curso passou pelas três fases: montagem, programação e testes, tendo no final de cada período alguma atividade de matemática proposta no manual. Percebeu-se que os conteúdos propostos nas atividades eram mais avançados que os normalmente ministrados na sala de aula, na série em que estão inseridos os alunos. Um aluno e uma aluna, em especial, demonstraram maior interesse e se mantiveram assíduos desde o princípio. Outros foram se alternando nesse período, com rotatividade relativamente alta. A Figura 5.20 mostra os testes executados pelos alunos, ao procurar um ponto no plano cartesiano.



**Figura:** 5.20. Atividades de matemática realizadas com Robô Zero sobre um plano cartesiano

Fonte: A autoria própria

O conteúdo das aulas, no Colégio Gama, esteve pautado na matemática. Contudo, isso não impediu que outras habilidades fossem desenvolvidas, como a prática do trabalho em grupo, o desenvolvimento do raciocínio lógico, o manuseio de peças e pequenas ferramentas. Sobre a matemática nas atividades, observou-se a inserção de conteúdos avançados para a faixa etária dos alunos, porém os conceitos apresentados foram (aparentemente) assimilados sem maiores consequências. Da mesma forma, foram transmitidos conceitos abstratos, simulados nas atividades de maneira bastante concreta.

A quinta aula ministrada, que teve como conteúdo a probabilidade, pode ilustrar a percepção do aprendizado prático em relação ao teórico e a necessidade de intervenção, quando ocorre a possibilidade do desenvolvimento potencial. Nessa aula, o robô foi montado com sensores de cor e programado para executar uma ação quando encontrasse, por exemplo, a cor vermelha. Colocado em uma área retangular delimitada pelas cores

vermelha e azul (pode ser qualquer outra, já que no caso importa o azul), o robô circularia dentro dessa área até que se deparasse com a cor na qual foi programado para executar a ação. A partir desse cenário alguns questionamentos foram levantados: qual a probabilidade do robô encontrar a cor azul e sair do retângulo? Qual a probabilidade de se deparar com a cor vermelha? Ou, a posição inicial do robô influenciaria no resultado? Antes de iniciar a prática, como previsto no manual que orienta as aulas, o conteúdo foi exposto e exemplificado através de exercícios. Ainda que contextualizadas antes do início da atividade prática, questões desse tipo só poderiam ser respondidas a contento se os alunos estivessem com esse conteúdo sendo visto em sala de aula ou que o tivessem estudado há pouco tempo. De outra forma, a dificuldade em associar, individualmente, a teoria com a prática seria evidente. Nessas ocasiões ficam claras a importância do professor como mediador, esclarecendo e alinhando dúvidas que surgissem.

Em todas as experiências, os participantes têm entre 10 e 12 anos e são alunos dos primeiros anos do ensino fundamental, fase final das operações concretas, de acordo com a teoria da aprendizagem proposta por Piaget (FONTANA, 1997). Nesta fase, ocorre o desenvolvimento do raciocínio lógico sobre coisas concretas, a superação do egocentrismo até então predominante na linguagem e o surgimento das noções de conservação, peso e volume. É nesse período que são estabelecidas as bases do pensamento lógico.

No período operatório-concreto a criança já tem condições de entender/voltar ao ponto de partida de uma operação realizada. Na fase seguinte, operatório formal, a criança consegue realizar operações abstratas sem a necessidade da manipulação de objetos concretos. As duas fases são compreendidas nas experiências com robótica, evidenciadas na montagem e na programação das unidades de controle, respectivamente.

Concebido, a princípio, para ser ministrado em cinco aulas de tipos expositivas e práticas, o curso de robótica, na sua segunda oferta, foi reestruturado para ser aplicado em quatro aulas. A aula cujo conteúdo tratava de probabilidades foi absorvido nas remanescentes. Variando entre conteúdos como explanação sobre plano cartesiano, prioridade de operadores, unidades de medidas (apontando para cinemática) e outras propriedades da matemática, as aulas de robótica contemplam uma explicação de cada componente do robô, com a devida explicação, passo a passo, de como montar o dispositivo utilizado, assim como a programação e os testes dos desafios propostos.

O *kit* é didático e muito prático para uso nas aulas, na opinião também do professor do Colégio Alfa, que passou a utilizá-lo em substituição ao Arduino. Esse material é composto por peças básicas, como processador – unidade de controle –, sensores, motores, o que possibilita a incorporação de materiais recicláveis, estimulando, dessa forma, o desenvolvimento da criatividade. Essa estratégia não foi utilizada no Colégio Gama, uma vez que, como relatado anteriormente, os dispositivos montados durante as aulas constavam do Robô Zero com sensores para realização de determinadas tarefas.

Assim como em boa parte de experiências com robótica, tanto observadas quanto em pesquisas bibliográficas, a matemática foi a disciplina mais explorada neste colégio. Há que se ressaltar a observância, ainda que implícita, de muitas potencialidades anotadas com a robótica, como, por exemplo, o trabalho em grupo, o raciocínio lógico-matemático, conduta ética dos alunos, bem como a destacada atuação dos alunos do PIBID, tornando o ambiente lúdico e altamente enriquecedor, tanto no quesito científico quanto no social.

#### **5.4. Considerações parciais do capítulo**

Educação tecnológica – via robótica – não pode ser encarada da mesma forma que um conteúdo regular, em que o professor transmite a matéria e espera que o aluno assimile e tenha condições de reproduzir esse conteúdo quando for chamado a fazê-lo. A robótica necessita do aporte de vários outros conteúdos que, aparentemente, se começar a ser trabalhado nos anos iniciais da educação básica, poderá trazer resultados mais adequados ao longo da carreira estudantil. O lúdico é um elemento presente já nos primeiros anos do ensino fundamental, então, com esse propósito, a robótica pode ser apresentada de forma a tornar concretos os conteúdos abstratos, e assim introduzir conceitos mais complexos. São possibilidades que permitirão relacionar o aprendizado da sala de aula com os contextos da vida real.

A pesquisa é uma atividade que pode ser introduzida nos primeiros anos; o pensamento computacional pode ser implementado simultaneamente a outras disciplinas. Nesse sentido, os blocos Lego podem ser usados como primeiro material de robótica aplicado para os alunos mais novos, já que estes estão mais acostumados a brincar com eles, tiveram contato ou no mínimo já viram as peças Lego. A brincadeira é uma atividade rotineira e a aprendizagem é privilegiada com a Lego. Nos anos seguintes, no ensino

fundamental, *kits* como Pete que são intermediários no sentido de manterem certa facilidade de manuseio e programação, podem ser satisfatoriamente explorados. Nos anos finais da educação básica, a introdução da eletrônica e de conceitos de programação mais avançados podem apresentar bons resultados com o uso do Arduino.

## 6. Considerações finais

Como evidenciado na pesquisa realizada, a robótica abre possibilidades para implementação, como ferramenta tecnológica, recurso, ambiente de ensino-aprendizagem, objeto de discussão e estudos, tanto em ambientes formais quanto nos ambientes não formais de aprendizagem. Pontuando os objetivos específicos deste trabalho, consideramos sintetizá-lo neste momento, inclusive justificando aqueles que foram pouco discutidos no texto.

No discurso popular, a robótica adquire contornos de salvadora da educação, num momento de grandes transformações sociais, culturais, políticas, econômicas e principalmente, tecnológicas que, via de regra, influencia todas as demais. O que de real foi observado em relação a esse discurso é que, em alguns casos, a robótica tem seguido a mesma trajetória dos PCs em décadas passadas, quando as iniciativas de inserção desses equipamentos nos ambientes escolares foram inócuas e não atingiram os objetivos almejados naquele momento. Ao invés de transformarem o ambiente escolar tornaram-se, eles mesmos, objetos de descrença com relação a novas tecnologias nos processos ensino-aprendizagem.

No tocante à robótica existem várias metodologias que tratam do tema sem, contudo, haver um consenso sobre melhor forma de sua aplicação. Falar de incorporação de robótica no processo ensino-aprendizagem pode representar situações distintas. A primeira de educação tecnológica, ou seja, introduzir a robótica para ensinar os conceitos inerentes a ela. A segunda situação é introduzi-las como “material didático”, aproveitando suas propriedades para ensinar conceitos científicos. Uma terceira situação seria a mescla das duas anteriores, criar projetos que contemplem o ensino das disciplinas científicas, do currículo formal, usando robótica, de modo interdisciplinar, desde o planejamento da aula até a sua concretização em robôs funcionais.

As possibilidades são ilimitadas, até por isso, a própria literatura propõe a realização de mais pesquisas, mais estudos, inclusive com a interação de pesquisadores e outros interessados, em fóruns e eventos da área. A cooperação pode ajudar a consolidar ou delinear novos caminhos para a robótica pedagógica. O que é notório, também, é a linha de atuação dos campos de origem de cada tipo de trabalho realizado e tomado como fonte de pesquisa neste estudo. Na análise das dissertações e teses, observou-se uma

diversificação das áreas de pesquisa, cobrindo graduações tipicamente exatas, perpassando áreas como a educação, representativa de humanas. Nos anais dos congressos, simpósios e *workshops*, como os eventos promovidos pela SBC, o direcionamento era, em termos absolutos, voltados para o ensino da computação, fazendo jus à proposta da temática para o evento.

A diferenciação entre os subtemas abordados em artigos nacionais e os estrangeiros pode ser definida pela faixa etária em que cada país trabalha a robótica. No Brasil, percebeu-se que os estudantes citados na literatura estão no ensino fundamental (ainda que seja esta a amostra considerada nesta pesquisa), sendo de idade mais baixa, enquanto nos países abordados nos artigos internacionais têm idade próxima a de ingressantes em faculdades, onde já precisam ter em mente a carreira profissional a seguir. Desta forma, a abordagem STEM está bem evidente nestas pesquisas (ou em sua maior parte), demonstrando o cuidado que países desenvolvidos têm com a formação de mão de obra que, por mais que seja uma tendência capitalista, fazem parte da cultura de um povo, contribuindo para a formação da cidadania. Em conjunto essas disciplinas forma o cerne da interdisciplinaridade. Como citado exaustivamente neste estudo, STEM é composto pelas iniciais em inglês de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática. Um estudo contemplado neste trabalho traz um “A” referindo-se às Artes, antes de Matemática, resultando STEAM.

Outro assunto relevante nas questões que envolvem tecnologias, principalmente as digitais, é inclusão. Percebeu-se, quando da identificação de instituições que se propuseram a trabalhar o tema robótica, que o desafio de sua incorporação nos ambientes educacionais é maior que a motivação demonstrada por aquelas que utilizam essa estratégia. Por razões econômicas, em sua maioria, muitas instituições se posicionam à margem do atual contexto de profusão de tecnologias digitais, por consequência, excluindo seus estudantes desta prática pedagógica. A formação de profissionais para atuar com a temática também representa esse desafio, sendo que iniciativas individuais de professores de escolas públicas foram as mais comuns na fase de identificação de instituições propostas neste estudo. No discurso, alguns trabalhos analisados neste estudo relacionaram a inclusão digital como uma potencialidade alcançável por meio da robótica, na promoção do letramento digital.

As tecnologias são frequentemente utilizadas como fontes de matérias jornalísticas com o propósito de mostrar a situação de setores da sociedade. A educação é um desses setores exibidos com essa justificativa.

Ao estabelecermos a robótica pedagógica como objeto de estudo nesta pesquisa, matérias veiculadas na mídia deram-nos a impressão de que as instituições de ensino fundamental tinham essa temática integrada à sua grade curricular. Essa suposição não era verdadeira, de modo que, foi-nos possível selecionar as instituições para esta pesquisa por meio de buscas na internet e pela divulgação em jornal local.

Como relatado no texto, de três instituições que autorizaram a pesquisa, duas eram particulares e uma pública e todas com atividades distintas, motivo pelo qual elegemos uma delas para executar as observações com mais efetividade, na ocasião, o Colégio Alfa. No colégio Beta, com maior tempo de realização de atividades de robótica, não foi possível acompanhar muitas aulas, uma vez que alguns eventos estavam previstos para acontecer nos horários das atividades. Também por força de contrato com o sistema de ensino não foi autorizada a pesquisa com alunos.

As aulas interrompidas eram retomadas sem maiores prejuízos aos alunos, já que continuavam do mesmo ponto em que haviam parado. A metodologia Lego, sistematizada e didaticamente bem organizada, o número de *kits* e o laboratório à altura das atividades facilitaram essa ação de retomada e da própria execução.

O trabalho em equipe deixava os alunos livres para socialização, inclusive com assuntos paralelos aos tratados na aula. Os materiais disponíveis facilitam a realização das aulas, sendo que os alunos não demonstraram dificuldades para concretizar as tarefas propostas.

No momento da pesquisa de campo, o Colégio Gama realizava atividades de robótica objetivando apresentar a tecnologia e, ao mesmo tempo, ensinar conteúdos de matemática com o auxílio de estudantes de graduação. Semelhante a oficinas, eram aulas introdutórias e práticas, sem muitas discussões teóricas ou conceitos, de nenhuma das áreas envolvidas, apenas a explanação necessária àquela atividade. O material utilizado atendeu bem a proposta. Os alunos realizaram as etapas de construção do robô de acordo com as ações a serem executadas, a montagem, a programação conforme o tópico da matemática e os ajustes após os testes.

Neste modelo de atividade ficou nítido o desenvolvimento potencial dos alunos, visualizado por meio de uma atividade que ainda não haviam aprendido em sala de aula, porém com o auxílio dos professores assimilaram este assunto praticando com o robô.

As atividades, em todas instituições observadas, eram realizadas em grupo e se constituíam de um momento em que os alunos estavam mais à vontade, conversando com os colegas e compartilhando todo tipo de informação, não apenas relacionadas aos assuntos da aula. Desse modo, no Colégio Alfa observamos a convergência de vários conceitos da robótica pedagógica que aparecem em grande parte dos estudos do tema, em especial, a interdisciplinaridade.

A primeira experiência desta instituição foi muito parecida com as demais observadas anteriormente, sendo que o apelo motivacional desta atividade baseou-se nas competições de robótica. Com foco na educação tecnológica abordou temas da atualidade, como sustentabilidade, desenvolvimento de raciocínio lógico e socialização. Por suas particularidades, o ambiente (laboratório) diferente da sala de aula favoreceu as tratativas relacionados a esses assuntos.

A segunda experiência foi abrangente no sentido de envolver mais de uma disciplina e ainda possibilitar o desenvolvimento das demais atribuições já observadas na primeira experiência. Sobre a interdisciplinaridade, destacamos a importância do desenvolvimento da pedagogia de projetos e o consequente engajamento de professores.

As experiências observadas na prática demonstraram a motivação dos alunos que estão participando de atividades de robótica pela primeira vez. O nível de desafios a que estão submetidos, parece, se comparados às teorias construtivistas e interacionistas, estar situado em um nível potencial de aprendizagem, no qual se deseja a intervenção seletiva de professores. A dupla Papert-Lego são nomes recorrentes das tecnologias na educação, presentes em todas as teses selecionadas.

Ainda assim, os profissionais envolvidos ensejam expandir as práticas contemplando outras disciplinas e participantes, uma vez que a robótica se mostrou uma ferramenta adequada para o contexto interdisciplinar, devendo, portanto, ser incentivada a incorporação no âmbito educacional. Nesta atividade, trabalhando juntos, os professores de ciências e de tecnologias do colégio abordaram várias temáticas relacionadas às disciplinas principais bem como do uso consciente da internet, explorado por meio das pesquisas para montagem da temática, os biomas. O relato destes professores indicou

que, quando saíam da sala de aula para o laboratório, até o comportamento dos alunos se alterou, tornando-os menos ansiosos, revisitando conteúdos aprendidos em outras disciplinas e relacionando-as às tratadas no momento das atividades.

Trazendo para a discussão as experiências selecionadas por meio da pesquisa bibliográfica observamos que o discurso pontuado nesses trabalhos são bastante semelhantes aos que compõem as atividades práticas dos colégios analisados, sobretudo a do Colégio Alfa. Essas observações parecem remeter a motivação principal dos alunos a uma sensação de pertencimento, de engajamento, de envolvimento com algo que está sendo construído por eles, por menor que seja essa construção. Esses alunos chegam para as atividades de robótica, como nativos digitais, como conhecedores de tecnologia, mas que foram criadas por outros. O resultado positivo dessa equação aparece quando entendem que podem criar ao invés de simplesmente consumir. O ponto alto é quando têm a oportunidade de mostrar todo o aprendizado adquirido para a comunidade local, fortalecendo o vínculo família-escola.

Na pesquisa bibliográfica os trabalhos selecionados fazem menção à interdisciplinaridade no tratamento dos conteúdos curriculares como potencialidade da robótica nos ambientes educacionais. No entanto, parte dos trabalhos tem o foco em disciplinas distintas como a educação tecnológica, introduzindo a programação, além da matemática. Destaca-se ainda nesse modelo de pesquisa, a difusão do pensamento computacional, entendido aqui como um recurso para resolução de problemas.

Da comparação dos trabalhos nacionais com os internacionais foi notória a presença da abordagem STEM nos países que utilizam a robótica pedagógica há mais tempo que no Brasil. Essa abordagem parece ser uma tendência para os próximos anos, inclusive no contexto nacional.

Em uma leitura mais apurada, num cenário que esclarece as disciplinas mais exploradas, emergem, em conjunto com as disciplinas ditas obrigatórias, as ciências delineadas pelo comportamento social, pelo trabalho em equipe, por aspectos motivacionais. Suas possibilidades de interação com/entre alunos e mediadores descrevem as potencialidades da robótica conforme descrito na ampla maioria da literatura selecionada neste estudo e, inclusive, nos relatos das experiências analisadas. A interação social enquanto ciência humana é observada tanto nas experiências práticas quanto nos discursos e nas teorias que adornam a temática, corroborando para discussões

que sustentam a indissociabilidade entre ciências e tecnologias. Raciocínio lógico e programação estão incluídos com o propósito de preparar os alunos para criação de algoritmos mais elaborados, dos quais o pensamento computacional é integrante, que podem ser utilizados ao longo da carreira profissional e na consolidação da cidadania na vida dos membros da sociedade. O trabalho em equipe faz parte das atividades no compartilhar informações e saberes, consolidando e abrindo novas portas para o conhecimento científico.

Em outro lado deste mesmo cenário, ainda que mencionados apenas em momentos singulares, em textos dos trabalhos selecionados e observados indiretamente nas atividades práticas nos colégios onde foram realizadas as coletas de dados, alguns tópicos poderiam ser mais explorados de forma interdisciplinar com a robótica. Os idiomas, principalmente inglês, poderiam compor esta lista quando referenciada em contexto nacional, uma vez que parte importante da literatura está publicada neste idioma. Alguns termos já foram aportuguesados por ocasião do seu uso na *web* e integram o vocabulário dos jovens, uma população bem interessada nos assuntos de tecnologia, facilitando essa incorporação.

Ainda nas áreas com possibilidades de serem exploradas com o emprego da robótica pedagógica destacam-se o que pode se chamar de subtemas de áreas maiores, como as questões relativas à direitos autorais, à segurança de dados e à proteção da saúde dos alunos enquanto usuários de certas tecnologias. Este último tem suscitado preocupação e discussões sobre a influência negativa das tecnologias quando os limites do seu uso são ultrapassados ou quando algum termo de uso é negligenciado. Faz parte da cultura do brasileiro não ler os termos de uso e políticas de privacidade de *softwares* e *sites* da *web* e assumir as consequências delas decorrentes. Este comportamento tem possibilidade de ser alterado se incutido nos alunos desde os primeiros anos de escolarização. Essa prática pode ser facilmente implementada com a robótica, porém, não há menção a elas nos trabalhos selecionados, nem mesmo nas observações das experiências nos colégios.

Como foi mencionado em momentos anteriores, este trabalho não tem a pretensão de cobrir todas as variáveis que envolvem a robótica pedagógica, mas iniciar reflexões que permitam entender como se desenrola esse tema. Ressaltamos, ainda, a necessidade de se analisar outras possibilidades de aplicação, sobretudo no que se refere à

formação de professores com vistas à inovação. O envolvimento de professores, alunos e gestores são determinantes para o sucesso de qualquer estratégia para a inserção das tecnologias no processo ensino-aprendizagem, contribuindo para a formação da cidadania.

## 7. Referências

ACCIOLI, R.M. **Robótica e as transformações geométricas: um estudo exploratório com alunos do ensino fundamental.** 2005. 224 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005.

ALMEIDA SILVA, A. **O ENSINO DE FUNÇÕES LINEARES: uma abordagem Construtivista/Construcionista por meio do Kit LEGO Mindstorms.** 2014. 107 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2014.

ALMEIDA, F.L. **Lego Education: um recurso didático para o ensino sobre os artrópodes quelicerados.** 2016. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.

ALONSO, C.M.; GALLEGO D.J.; HONEY, P. **Los Estilos de Aprendizaje: procedimientos de diagnóstico y mejora.** 7.ed. Bilbao: Ediciones Mensajero, 2007.

ALVES-MAZZOTTI, A.J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa.** São Paulo: Pioneira, 1998.

ALTIN, H.; PEDASTE, M. **Learning approaches to applying robotics in science education.** Journal of Baltic Science Education. 12. 365-377.2013.

AQUINO, I.S.; AQUINO, I.S. **Análise sobre a forma da escrita de palavras-chave em artigos científicos na área de ciências agrárias publicados no período de 1999 a 2011.** Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação, v. 18, n. 37, pp. 227-238, mai./ago., 2013.

ARAÚJO, A.V.P.R. **Uma proposta de metodologia para ensino de física usando robótica de baixíssimo custo.** 2013; 79 f. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Computação. Natal, RN, 2013.

AROCA, R.V. **Plataforma robótica de baixíssimo custo para robótica educacional.** 2012. 132 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

AROCA, R.V.; PAZELLI, T.F.P.A.T.; TONINDANTEL, F.; AZEVEDO FILHO, A.C.; SIMÕES, A.S.; COLOMBINI, E.L.; BURLAMAQUI, A.M.F.; GONÇALVES, L.M.G.; **Brazilian Robotics Olympiad: A successful paradigm for science and technology dissemination.** International Journal of Advanced Robotic Systems. 2016.

ASIMOV, I. **Eu, Robô.** São Paulo: Aleph, 2014.

BARANAUSKAS, C. et al. Uma taxonomia para Ambientes de Aprendizado Baseados no Computador. In: VALENTE, J. A. **O computador na sociedade do conhecimento.** Campinas, SP: UNICAMP/NIED, 1999, pp. 45-68.

BARBOSA, F.C. **Rede de aprendizagem em robótica : uma perspectiva educativa de trabalho com jovens**. 2016. 366 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Educação. Uberlândia: 2016.

BARROS, A.J.S.; LEHFELD, N.A.D. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

BARROS, D.M.V. **A teoria dos estilos de aprendizagem: convergência com as tecnologias digitais**. Revista SER: Saber, Educação e Reflexão, v.1, n.2, Jul. - Dez./ 2008.

BARROS, D.M.V. **Estilos de uso do espaço virtual: como se aprende e se ensina no virtual**. Inter-Ação: Rev. Fac. Educ. UFG, 34 (1): 51-74, jan./jun., 2009.

BARROS NETO, A.J. A construção de instrumentos matemáticos didáticos com tecnologia digital. 2015. 155f. Tese (Doutorado), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.

BAZZO, W.A. **Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. 5. ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2015.

BOGDAN, R.C.; BIKLEN, S.K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora. 1994.

BRASIL. Lei 9394, de 20 de dezembro de 1996. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília: D.O.U. nº 24 de 23.12.96, 1996.

CABRAL, C.P. **Robótica educacional e resolução de problemas uma abordagem microgenética da construção do conhecimento**. 2011. 142 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

CAMPOS, F.R. **Currículo, Tecnologias e Robótica na Educação Básica**. 2011. 243 f. Tese (Doutorado), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011.

CARLOS, L.M.; LIMA, J.P.C.; SIMÃO, J.P.S.; SILVA, J.B. **block.ino: Um experimento remoto para ensino de lógica de programação, robótica e eletrônica básica**. In: Anais dos *Workshops* do V Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2016), 2016.

CARLOS, J.G. **Interdisciplinaridade no ensino médio: desafios e potencialidades**. 2007. 172f. Dissertação (Mestrado Profissional), Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, DF, 2007.

CASASSUS, Juan. **Modernidade Educativa e Modernização Educacional**. Tradução de Neide L. de Resende. Cad. Pesq., São Paulo, n.87, p.5-12, nov. 1993. Disponível em: <<http://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/cp/arquivos/934.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2018.

CASTELLS, M. **A galáxia da internet: reflexões sobre a internet, os negócios e a sociedade**. Rio de Janeiro: Zahar, 2003.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. 6. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CASTELLS, M. **O poder da comunicação**. 1. ed. São Paulo/Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015.

CASTILHO, M.I.; BORGES, K.S.; FAGUNDES, L.C. **A robótica no contexto da educação orientada a inovação**. Digital Technologies & Future School. Atas do IV Congresso Internacional TIC e Educação 2016. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. 2016. pp. 1058-1072.

CASTORINA, J.A. et al. **Piaget Vygotsky Novas Contribuições para o Debate**, São Paulo: Editora Ática, 1990.

CASTRO, V.G. **RoboEduc**: Especificação de um *software* Educacional para Ensino da Robótica às Crianças como uma Ferramenta de Inclusão Digital. 2008. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação. Natal, 2008.

CÉSAR, D.R. **Robótica pedagógica livre**: uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento. 2013. 220 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

CHELLA, M.T. **Ambiente de Robótica para Aplicações Educacionais com SuperLogo**. 2002. 186 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação. Campinas, 2002.

COLL, C.; MARCHESI, A.; PALACIOS, J. (Orgs.). **Desenvolvimento psicológico e educação**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

DELORS, J. **Educação**: um tesouro a descobrir. 2. ed. São Paulo: Cortez, Brasília: MEC; UNESCO, 2003.

FABRI JUNIOR, L.A. **O uso de Arduino na criação de kit para oficinas de robótica de baixo custo para escolas públicas**. 2014. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2014.

FAZENDA, I.C.A. **Interdisciplinaridade-transdisciplinaridade**: Visões culturais e epistemológicas. In: O Que é interdisciplinaridade? FAZENDA, I. (Org.). São Paulo: Cortez, 2008.

FEITOSA, J.F. (Org.). **Manual didático-pedagógico**. 1. ed. Curitiba: Zoom Editora Educacional, 2013.

FONTANA, R.; CRUZ, N. **Psicologia e Trabalho Pedagógico**. São Paulo: Atual, 1997.

FORTES, R.M. Interpretação de gráficos de velocidade em um ambiente robótico. 2007. 133 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

FORNAZA, R. **A Robótica educacional aplicada ao ensino de física**. 2016. 163 f. Dissertação (Mestrado Profissional), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas S/A, 2002.

GOMES, P.N.N. **A Robótica educacional como meio para a aprendizagem da matemática no ensino fundamental**. 2014. 96 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação), Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

HOFFMANN, W. A. M.; MIOTELLO, V. (Orgs.) **Diálogos em Ciência, Tecnologia e Sociedade**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2013.

HOUAISS. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago Editora Ltda., 1976.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. 8. ed. Campinas: Papirus, 2012.

KITCHENHAM, B. A. *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering*. EBSE Technical Report. 2007.

LABEGALINI, A.C. **A construção da prática pedagógica do professor: o uso do Lego/Robótica na sala de**. 2005. 154 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Educação, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2005.

LIMA, W.F. **Aprendizagem colaborativa para o ensino de química por meio da robótica educacional**. 2016. 96 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

LOPES, D.Q. **A exploração de modelos e os níveis de abstração nas construções criativas com robótica educacional**. 2008. 327 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2008.

MALIUK, K.D. **Robótica educacional como cenário investigativo nas aulas de matemática**. 2009. 91 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARJI, M.; **Aprenda a programar com Scratch**. 1. ed. São Paulo: Editora Novatec, 2014.

MARTINO, L.C.; BOAVENTURA, K.T. **O Mito da Interdisciplinaridade**: história e institucionalização de uma ideologia. Revista da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Comunicação, Ecompós, Brasília, v.16, n.1, jan./ abr., 2013.

MARTIS, E.F. **Robótica na sala de aula de matemática**: os estudantes aprendem matemática? 2012. 168 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2012.

MARTINS FILHO, V.; GERGES, N.R.C.; FIALHO, F.A.P. **Design thinking, cognição e educação no século XXI**. Rev. Diálogo Educ., Curitiba, v. 15, n. 45, pp. 579-596, maio/ago. 2015

MATARIĆ, M. J. **Introdução à robótica**. 1. ed. São Paulo: Editora Unesp/Blucher, 2014.

MATTAR, J. **Games em educação**: como os nativos digitais aprendem. São Paulo: Pearson, 2010.

MCPHERSON, S.; ANID, N. M. (2014). **Preparing stem teachers for k-12 classrooms: Graduate certificate evaluation and innovation**. In: *Integrated STEM Education Conference (ISEC)*, 2014 IEEE, pages 1–6.

MILL, D. **Escritos sobre Educação**: desafios e possibilidades para ensinar e aprender com as tecnologias emergentes. 1. ed. São Paulo: Paulus, 2013.

MILL, D.; PIMENTEL, N.M. (Orgs.). **Educação a Distância**: desafios contemporâneos. São Carlos: EdUFSCar, 2010. 344 pp.

MILL, D.; CÉSAR, D.R. Estudos sobre dispositivos robóticos na educação: sobre a exploração do fascínio humano pela robótica no ensino-aprendizagem. In: MILL, D. (Org.). **Escritos sobre educação**: desafios e possibilidades para ensinar e aprender com as tecnologias emergentes. São Paulo: Paulus, 2013. p. 269-294.

MOLINA, N.F.C. **Método Multimeios de Ensino de Física : o ensino híbrido no primeiro ano do ensino médio**. 2016. 74 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2016.

MORAES, M.C. **Robótica educacional: socializando e produzindo conhecimentos matemáticos**. 2010. 144 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2010.

MOREIRA, A. M. A teoria da Aprendizagem significativa de Ausubel. In: MOREIRA, A. M. **Teorias de Aprendizagem**. EPU: São Paulo, 1999. 151-165 pp.

MORETTO, V.P. **Construtivismo**: a produção do conhecimento em aula. Rio de Janeiro: Lamparina, 2011.

NASCIMENTO, G.J. **Utilização de Conceitos Básicos de Matemática e Experimentos de Robótica para a Compreensão de Fenômenos Físicos**. 2014. 154 f. Dissertação (Mestrado),

Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2014.

NIKU, S.B. **Introdução à robótica**: análise, controle, aplicação. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

OLIVEIRA, E.S. **Robótica educacional e raciocínio proporcional: uma discussão à luz da teoria da relação com o saber**. 2015. 161 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.

OLIVEIRA, J.A.C. **Robótica como interface da tomada de consciência da ação e conhecimento do objeto, através da metacognição como propulsora da produção do conhecimento**. 2007. 96f. Tese (Doutorado), Programa de Pós-graduação em informática na educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

OLIVEIRA, M.K. **Vygotsky, aprendizado e desenvolvimento**: um processo sócio-histórico. São Paulo: Scipione, 2010.

PAPERT, S. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PAPERT, S. **LOGO: Computadores e educação**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1988.

PAPERT, S.; FREIRE, P. **Seymour Papert e Paulo Freire**: uma conversa sobre informática, ensino e aprendizagem. São Paulo: TV PUC-SP, 1995. 1 fita de vídeo VHS (62 min).

PAULA, E.M.A.T.; MENDONÇA, F.W. **Psicologia do Desenvolvimento**. 3. ed. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2009.

PAVÃO, A.C.; FREITAS, D. (Orgs.). **Quanta ciência há no ensino de ciências**. São Carlos: EdUFSCar, 2011. 332 pp.

PEREIRA JUNIOR, C.A. **A robótica educacional aplicada ao ensino de química: colaboração e aprendizagem**. 2014. 115 f. Dissertação (Mestrado em Educação de Ciências e Matemática), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

PÉREZ, L.F.M.; **Questões sociocientíficas na prática docente**: ideologia, autonomia e formação de professores. São Paulo: Editora Unesp, 2012.

PINTO, A.V. **O conceito de tecnologia**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005. 2v.

PRADO, M.E.B.B. **Pedagogia de projetos: fundamentos e implicações**. In: Integração das Tecnologias na Educação/ Secretaria de Educação a Distância. Brasília: Ministério da Educação, Seed, 2005.

PRENSKY, M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.

RESNICK, et al. *Growing up programming: democratizing the creation of dynamic, interactive media*. CHI'09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, 2009. pp. 3.293-3.296.

RODARTE, A.P.M. **A Robótica como auxílio à aprendizagem de matemática**: percepções de uma professora do ensino fundamental público. 2014. 75 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação), Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

RODRIGUES, W.S. **Atividades com robótica educacional para as aulas de matemática do 6º ao 9º Ano do Ensino Fundamental**: utilização da metodologia LEGO Zoom *Education*, 2015. 106 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira, 2015.

SÁ, S.T.L. **W-EDUC: Um ambiente web, completo e dinâmico para robótica educacional**. 2016. 119 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

SANTANA, M.R.P. **Em busca de outras possibilidades pedagógicas**: trabalhando com ciência e tecnologia. 2009. 218 f. Tese (Doutorado em Educação), Curso de Programa de Pós-graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

SCHLEMMER, E. Inovações? Tecnológicas? Na Educação?. In: MILL, D.; PIMENTEL, N.M. (Orgs.). **Educação a Distância**: desafios contemporâneos. São Carlos: EdUFSCar, 2010. pp. 69-88.

SCHIVANI, M. **Contextualização no Ensino de Física à luz da Teoria Antropológica do Didático**: o caso da robótica educacional. 2014. 220 pp. Tese (Doutorado) Programa de pós-graduação em educação, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

SILVA, A.A.R.S. **Robótica e Educação**: uma possibilidade de inclusão sociodigital. 2010. 146 f. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Programa de Pós-Graduação em Educação, UFRN, Natal, 2010.

SILVA, A.F. **RoboEduc Uma metodologia de aprendizado com robótica educacional**. 2009; 133 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia Elétrica. Natal, RN, 2009.

SILVA, M.C. **Robótica Educacional Livre**: um relato de prática no ensino fundamental. 2017. 108 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Educação: Currículo, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017.

SILVA, M.C.F.R. Currículo escolar e redes sociais: em busca de uma sociedade inclusiva. In: MILL, D. (Org.). **Escritos sobre educação**: desafios e possibilidades para ensinar e aprender com as tecnologias emergentes. São Paulo: Paulus, 2013. pp.103-134.

TAPSCOTT, D. **A hora da geração digital**: como os jovens que cresceram usando a internet estão mudando tudo, das empresas aos governos. Rio de Janeiro: Agir Negócios, 2010.

TCHAPEK, K. **A fábrica de robôs**. São Paulo: Hedra Educação, 2012.

THIESEN, J. da S. **A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem**. Revista Brasileira de Educação v. 13 n. 39 set./dez. 2008. pp. 545-598

TRAXLER, J. **Learning in a Mobile Age**. *International Journal of Mobile and Blended learning*, Hershey PA, 1, 1-12, January-March 2009, 2009.

UNESCO. **Educação para cidadania global**: preparando alunos para os desafios do século XXI. Brasília: UNESCO, 2015.

VALENTE, J. A. Informática na Educação no Brasil: análise e contextualização histórica. In VALENTE, J. A. (Org.). **O computador na sociedade do conhecimento**. Coleção Informática para a mudança na Educação. Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação a distância, 1999.

VYGOTSKY, LEV SEMENOVICH. **A formação social da mente**: a formação dos processos psicológicos superiores. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WAGNER, T. **Creating Innovators: the making of young people who will change the world**. New York: Scribner, 2012.

WARSCHAUER, M. **Tecnologia e inclusão social**: a exclusão digital em debate. São Paulo: Editora Senac, 2006.

WILDNER, M.C.S. **Robótica educativa**: um recurso para o estudo de geometria plana no 9º ano do ensino fundamental. 2015. 155 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas), Centro Universitário Univates, Lajeado, 2015.

WING, J.M. **Computational Thinking**. *Communications of the ACM*, vol.49. n.3 p.33-35. 2006.

ZANATTA, R.P.P. **A robótica educacional como ferramenta metodológica no processo ensino-aprendizagem**: uma experiência com a Segunda Lei de Newton na série final do ensino fundamental. 2012. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

ZANCUL, M.C.S. O ensino de ciências e a experimentação: algumas reflexões. In: PAVÃO, A.C.; FREITAS, D. (Orgs.). **Quanta ciência há no ensino de ciências**. São Carlos: EdUFSCar, 2011. pp.63-68.

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

## ANEXOS

### Anexo A. Recorte com Parecer do Comitê de Ética da UFSCar



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA EDUCAÇÃO BÁSICA: uma análise a partir de experiências de robótica pedagógica

**Pesquisador:** ORTENIO DE OLIVEIRA

**Área Temática:**

**Versão:** 5

**CAAE:** 62421916.0.0000.5504

**Instituição Proponente:** CECH - Centro de Educação e Ciências Humanas

**Patrocinador Principal:** Universidade Federal de São Carlos/UFSCar

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.260.547

Página 01 de 04

Continuação do Parecer: 2.260.547

##### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

- O projeto de pesquisa é pertinente e tem caráter científico.

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

Foram apresentados os TCLEs e o TAE, o projeto completo, as autorizações dos locais onde serão realizadas as pesquisas e a folha de rosto assinada.

Página 02 de 04

Continuação do Parecer: 2.260.547

##### Recomendações:

Sem novas recomendações.

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

As pendências foram atendidas.

##### Considerações Finais a critério do CEP:

Página 03 de 04

Continuação do Parecer: 2.260.547

##### Situação do Parecer:

Aprovado

##### Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO CARLOS, 05 de Setembro de 2017

Assinado por:

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235  
Bairro: JARDIM GUANABARA CEP: 13.565-905  
UF: SP Município: SAO CARLOS  
Telefone: (16)3351-9683 E-mail: cephumanos@ufscar.br

Página 04 de 04

## Anexo B. Roteiro da entrevista preliminar realizada nas instituições a serem pesquisadas

### Roteiro p/entrevista

#### PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA ANÁLISE A PARTIR DE EXPERIÊNCIAS DE ROBÓTICA PEDAGÓGICA

Nome da Instituição: \_\_\_\_\_

Qual o número total de estudantes da instituição? \_\_\_\_\_

1. A instituição dispõe de laboratórios para práticas tecnológicas? \_\_\_\_\_

2. Quais os equipamentos disponíveis? Desktops, notebooks, tablets... \_\_\_\_\_

a) Com que materiais são desenvolvidas as atividades de robótica? Kits comerciais ou outros materiais, incluindo recicláveis? \_\_\_\_\_

b) Qual a marca, modelo ou fabricante? \_\_\_\_\_

c) Qual a razão da utilização desse material? (Custo, facilidade de manuseio,...?) \_\_\_\_\_

3. Há quanto tempo são desenvolvidas as atividades de robótica pedagógica? \_\_\_\_\_

4. As atividades fazem parte da grade curricular, extra curricular ou são projetos com finalidades específicas, por exemplo, participar de etapas da OBR – Olimpíada Brasileira de Robótica? \_\_\_\_\_

5. A partir de qual ano (série) disponibiliza-se a atividade? \_\_\_\_\_

6. Qual o número de participantes e periodicidade? \_\_\_\_\_

7. Como são definidos os temas trabalhados? Por exemplo, a ideia parte de um professor que necessita demonstrar um conteúdo específico; o tema está previsto para ser ministrado em um período do ano letivo; ... \_\_\_\_\_

8. Cada participante escolhe a função que vai desempenhar ou todos passam por todas as etapas das atividades? \_\_\_\_\_

9. Os participantes trazem de fora do ambiente escolar, experiências de uso de tecnologias? \_\_\_\_\_

10. Qual a sua avaliação da robótica pedagógica sobre o desenvolvimento cognitivo e social dos participantes? \_\_\_\_\_

11. Fique à vontade para fazer quaisquer comentários não contemplados acima. \_\_\_\_\_

Obrigado por sua participação !

## APÊNDICES

**Apêndice A.** Universidades avaliadas com notas 5, 6 e 7 no Programa de Pós-graduação em Educação no quadriênio encerrado em 2017

NOTA CAPES	NOME DA IES	SIGLA DA IES	UF	NOME DO PROGRAMA
7	Universidade do Vale do Rio dos Sinos	UNISINOS	RS	Programa de Pós-graduação em Educação
7	Universidade do Estado do Rio de Janeiro	UERJ	RJ	Programa de Pós-graduação em Educação
7	Universidade Federal de Minas Gerais	UFMG	MG	Programa de Pós-graduação em Educação
6	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	PUC/SP	SP	Programa de Pós-graduação em Psicologia da Educação
6	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro	PUC-RIO	RJ	Programa de Pós-graduação em Educação
6	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	PUC/RS	RS	Programa de Pós-graduação em Educação
6	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS	RS	Programa de Pós-graduação em Educação
6	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS	RS	Programa de Pós-graduação em Informática na Educação
6	Universidade de São Paulo	USP	SP	Programa de Pós-graduação em Educação
6	Universidade Federal de São Carlos	UFSCAR	SP	Programa de Pós-graduação em Educação Especial
5	Pontifícia Universidade Católica do Paraná	PUC/PR	PR	Programa de Pós-graduação em Educação
5	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo	PUC/SP	SP	Programa de Pós-graduação em Educação
5	Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho	UNESP	SP	Programa de Pós-graduação em Educação
5	Universidade Federal de Santa Catarina	UFSC	SC	Programa de Pós-graduação em Educação
5	Universidade Estadual de Campinas	UNICAMP	SP	Programa de Pós-graduação em Educação
5	Universidade Estadual de Maringá	UEM	PR	Programa de Pós-graduação em Educação
5	Universidade Federal de Goiás	UFG	GO	Programa de Pós-graduação em Educação
5	Universidade Federal de Minas Gerais	UFMG	MG	Programa de Pós-graduação em Educação e Docência
5	Universidade Federal de Pelotas	UFPEL	RS	Programa de Pós-graduação em Educação
5	Universidade Federal de Pernambuco	UFPE	PE	Programa de Pós-graduação em Educação
5	Universidade Federal de Santa Maria	UFSM	RS	Programa de Pós-graduação em Educação
5	Universidade Federal de São Carlos	UFSCAR	SP	Programa de Pós-graduação em Educação
5	Universidade Federal de Uberlândia	UFU	MG	Programa de Pós-

				graduação em Educação
5	Universidade Federal do Paraná	UFPR	PR	Programa de Pós-graduação em Educação
5	Universidade Federal do Rio de Janeiro	UFRJ	RJ	Programa de Pós-graduação em Educação
5	Universidade Federal Fluminense	UFF	RJ	Programa de Pós-graduação em Educação
5	Universidade Metodista de Piracicaba	UNIMEP	SP	Programa de Pós-graduação em Educação
5	Universidade Nove de Julho	UNINOVE	SP	Programa de Pós-graduação em Educação

Fonte: Adaptado de Grupo Horizonte

**Apêndice B.** Teses selecionadas a partir do Grupo Horizonte e da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações

IES	DEFESA	TITULO	AUTOR	PROGRAMA
UFRGS	2007	Robótica como interface da tomada de consciência da ação e do conhecimento do objeto, através de metacognição como propulsora da produção do conhecimento	Oliveira, José Antônio Colvara	Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação
UFRGS	2008	A exploração de modelos e os níveis de abstração nas construções criativas com robótica educacional	Lopes, Daniel de Queiroz	Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação.
UFBA	2009	Em busca de outras possibilidades pedagógicas: "trabalhando" com ciência e tecnologia"	Santana, Maria do Rosário Paim de	Programa de Pós-Graduação em Educação
UFRN	2009	RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional	Silva, Alzira Ferreira da	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação
PUCSP	2011	Currículo, tecnologias e robótica na educação básica	Campos, Flavio Rodrigues	Programa de Pós-Graduação em Educação: Currículo
UFRN	2012	Plataforma Robótica de Baixíssimo Custo para Robótica Educacional	Aroca, Rafael Vidal	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação
UFBA	2013	Robótica pedagógica livre: uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento	César, Danilo Rodrigues	Programa de Pós-Graduação em Difusão do Conhecimento
USP	2014	Contextualização no ensino de física à luz da teoria antropológica do didático: o...	Schivani, Milton	Programa de Pós-Graduação em Educação
PUCSP	2015	A construção de instrumentos matemáticos didáticos com tecnologia digital: uma proposta de empoderamento para licenciandos em Matemática	Barros Neto, Antônio José	Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática
UFRN	2016	W-Educ: um ambiente <i>web</i> , completo e dinâmico para robótica educacional	Lima, Sarah Thomaz de	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação
UFU	2016	Rede de aprendizagem em robótica : uma perspectiva educativa de trabalho com jovens	Barbosa, Fernando da Costa	Programa de Pós-graduação em Educação

Fonte: Autoria própria

**Apêndice C.** Dissertações selecionadas a partir da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

IES	DEFESA	TÍTULO	PROGRAMA
UNICAMP	2002	Ambiente de robótica para aplicações educacionais com <i>SuperLogo</i>	Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e Computação
UFSC	2004	A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática	PPG Engenharia de Produção
PUCPR	2005	A construção da prática pedagógica do professor: o uso do Lego/robótico na sala de aula	Programa de Pós-graduação em Educação
PUCSP	2005	Robótica e as transformações geométricas: um estudo exploratório com alunos do ensino fundamental	Programa de Pós-graduação em Educação Matemática
PUCSP	2007	Interpretação de gráficos de velocidade em um ambiente robótico	Programa de Pós-graduação em Educação Matemática
UFRN	2008	RoboEduc: especificação de um <i>software</i> educacional para ensino da robótica às crianças como uma ferramenta de inclusão digital	Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e de Computação
UFRGS	2009	Robótica educacional como cenário investigativo nas aulas de matemática	Programa de Pós-graduação em Ensino de Matemática
USP	2009	Atribuição de sentido e incorporação de recursos tecnológicos às práticas docentes, à luz dos conceitos de Hannah Arendt: as fronteiras do novo	Programa de Pós-graduação em Educação
FURG	2010	Potencializando a criatividade e a socialização: um arcabouço para o uso da robótica educacional em diferentes realidades educacionais	Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências
FURG	2010	Robótica educacional: socializando e produzindo conhecimentos matemáticos	Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências
UFG	2010	Modelagem dos movimentos funcionais robótico-assistidos para a reabilitação dos membros superiores: redução dos graus de liberdade de um manipulador antropomórfico	Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e de Computação
UFRN	2010	Robótica e educação: uma possibilidade de inserção sociodigital	Programa de Pós-graduação em Educação
UFRGS	2011	Robótica educacional e resolução de problemas: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento	Programa de Pós-graduação em Educação
UFRN	2011	Evolução, avaliação e validação do <i>software</i> RoboEduc	Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e de Computação
UFSC	2011	Desenvolvimento da fluência tecnológica em programa educacional de robótica pedagógica	Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento
UFU	2011	Educação e robótica educacional na escola pública: as artes do fazer	Programa de Pós-graduação em Educação
UFRGS	2012	Robótica na sala de aula de matemática: os estudantes aprendem matemática?	Programa de Pós-graduação em Ensino de Matemática

UFSC	2012	Robótica educacional: uma experiência construtiva	Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação.
UTFPR	2012	A robótica educacional como ferramenta metodológica no processo ensino-aprendizagem: uma experiência com a segunda lei de Newton na série final do ensino fundamental	Programa de Pós-graduação em Tecnologia
UTFPR	2012	Abordagem crítica de robótica educacional: Álvaro Vieira Pinto e estudos de ciência, tecnologia e sociedade	Programa de Pós-graduação em Tecnologia
UFRN	2013	Ambiente de desenvolvimento <i>web</i> multiplataforma configurável para robótica educacional	Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e de Computação
UFRN	2013	S-Educ: Um Simulador de Ambiente de Robótica Educacional em Plataforma Virtual	Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e de Computação
UFRN	2013	Uma proposta de metodologia para o ensino de Física usando robótica de baixíssimo custo	Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e de Computação
UNICAMP	2013	Aprendizagem baseada na investigação: a experiência do NIED/Unicamp na Escola Elza Maria Pellegrini, em Campinas - 2013	Programa de Pós-graduação em Divulgação Científica e Cultural
UFG	2014	O ensino de funções lineares: uma abordagem construtivista/ construcionista por meio do <i>kit</i> LEGO(R) <i>Mindstorms</i>	Programa de Pós-graduação em PROFMAT
UFG	2014	Robótica educacional aplicada ao ensino de química: colaboração e aprendizagem	Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática
UFG	2014	Utilização de conceitos básicos de matemática e experimentos de robótica para a compreensão de fenômenos físicos	Programa de Pós-graduação em PROFMAT
UFLA	2014	A robótica como auxílio à aprendizagem da matemática: percepções de uma professora do ensino fundamental público	Programa de Pós-graduação em Educação
UFLA	2014	A robótica educacional como meio para a aprendizagem da matemática no ensino fundamental	Programa de Pós-graduação em Educação
UNESP	2014	Atividades com robótica educacional para as aulas de matemática do 6. ao 9. ano do ensino fundamental: utilização da metodologia LEGO <i>Zoom Education</i>	Programa de Pós-graduação em Matemática
UNICAMP	2014	O uso de Arduino na criação de <i>kit</i> para oficinas de robótica de baixo custo para escolas públicas	Programa de Pós-graduação em Tecnologia
PUCSP	2015	Currículo, tecnologias e alfabetização científica: uma análise da contribuição da robótica na formação de professores	Programa de Pós-graduação em Educação
UEPB	2015	Robótica educacional e raciocínio proporcional: Uma discussão à luz da Teoria da Relação Com o Saber	Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária
UFABC	2015	A prática docente e a robótica educacional : caminhos para uma estreita relação entre tecnologia e o ensino de Ciências	Programa de Pós-graduação em Educação em Ensino, História e Filosofia das Ciências e Matemática

UFG	2015	Robótica educacional e aprendizagem colaborativa no ensino de biologia: discutindo conceitos relacionados ao sistema nervoso humano	Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática
UNIVATES	2015	Robótica educativa: um recurso para o estudo de geometria plana no 9º ano do Ensino Fundamental	Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Exatas
UCS	2016	Robótica educacional aplicada ao ensino de física	Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática
UFAM	2016	A inclusão do robô humanoide NAO como recurso tecnológico no processo do ensino-aprendizado da Língua Portuguesa na Educação Especial	Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção
UFAM	2016	Laboratório remoto de robótica como apoio ao Ensino de Programação	Programa de Pós-graduação em Informática
UFG	2016	Aprendizagem colaborativa para o ensino de química por meio da robótica educacional	Programa de Pós-graduação em Química
UFG	2016	Robótica educacional no ensino de física	Programa de Pós-graduação em Ensino de Física
UFPA	2016	<i>Legó Education</i> : Um recurso didático para o ensino e aprendizagem sobre os artrópodes quelicerados	Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática
UNESP	2016	Método multimeios de ensino de física: o ensino híbrido no primeiro ano do ensino médio	Programa de Pós-graduação em Ensino de Física
UNIFORT	2016	Robótica educacional : uma perspectiva de ensino e aprendizagem baseada no modelo construcionista	Programa de Pós-graduação em Informática Aplicada
USP	2016	Aplicação de um robô humanoide autônomo por meio de reconhecimento de imagem e voz em sessões pedagógicas interativas	Programa de Pós-graduação em Ciências de Computação e Matemática Computacional

Fonte: Autoria própria

## Apêndice D. Produções científicas dos anais de eventos da SBC

Título	Evento	Autor	Ano
<b>WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA</b>			
Robótica Livre: Implementação de um Ambiente Dinâmico de Robótica Pedagógica com Soluções Tecnológicas Livres no Cet CEFET em Itabirito - Minas Gerais – Brasil	WIE	Cesar, Danilo Rodrigues ; Bonilla, Maria Helena Silveira	2007
Robótica Educacional de Baixo Custo: Uma Realidade para as Escolas Brasileiras	WIE	Medeiros, Dante A. ; Goncalves, Paulo C.	2008
Experimentação com Robótica Educativa no Ensino Médio : ambiente, atividades e resultados	WIE	Barreto, Fabiane ; Benitti, Vavassori ; Vahldick, Adilson ; Urban, Diego Leonardo	2009
REDUC: A Robótica Educacional como Abordagem de Baixo Custo para o Ensino de Computação em Cursos Técnicos e Tecnológicos	WIE	Santos, Franklin Lima ; Nascimento, Flavia Maristela S. ; Bezerra, Romildo M. S.	2010
A Robótica como Ferramenta de Apoio ao Ensino de Disciplinas de Programação em Cursos de Computação e Engenharia	WIE	Ribeiro, Paula Ceccon ; Martins, Carlos Bazilio ; Bernardini, Flavia Cristina	2011
Formação de Professores em Robótica Educacional com <i>Hardware</i> Livre Arduino no Contexto Um Computador por Aluno	WIE	Pinto, Marcos de Castro ; Elia, Marcos da Fonseca ; Sampaio, Fabio Ferrentini	2012
A robótica livre no auxílio da aprendizagem do movimento retilíneo	WIE	Trentin, Marco A. S. ; Perez, Carlos Ariel Samudio ; Teixeira, Adriano Canabarro	2013
Robótica Pedagógica: Uma Reflexão sobre a Apropriação de Professores da Escola Elza Maria Pellegrini de Aguiar	WIE	D'Abreu, Joao Vilhete Viegas ; Bastos, Bruno Leal	2013
Usando <i>Enchanting</i> em Robótica Educativa	WIE	Pereira, Matheus S. ; Reis, Bruna H. ; Oliveira, Gustavo B. ; Farias, Gabriel E. ; Junior, Arlindo J. Souza ; Lopes, Carlos R.	2014
Robótica Educacional em Prol do Ensino de Matemática	WIE	Barbosa, Fernando Da Costa ; Alves, Deive ; Menezes, Douglas ; Alexandre, Mario ; Campos, Gabriel ; Nakamura, Ygor ; Junior, Arlindo ; Lopes, Carlos	2015
Programação de Computadores e Robótica Educativa na Escola: tendências evidenciadas nas produções do <i>Workshop</i> de Informática na Escola	WIE	Lessa, V. ; Forigo, Franciele ; Teixeira, Adriano ; Licks, Gabriel Paludo	2015
Robótica Educativa na aprendizagem de Lógica de Programação: Aplicação e análise.	WIE	Cambruzzi, Eduardo ; de Souza, Rosemberg Mendes	2015
Clube de Robótica: autonomia e protagonismo juvenil por meio de atividade complementar na escola	WIE	Dias, Josualdo ; Abdalla, Debora ; Saba, Hugo	2017
O Ensino de Linguagem de Programação na Educação Básica Através da Robótica Educacional: Práticas e a Interdisciplinaridade.	WIE	Costa, Thaise ; Cristiano, Fabio ; Rocha, Patricia Da ; Danielle, Danielle	2017
Programação e robótica na escola: aplicação de roteiros e instrumentos avaliativos em um projeto piloto	WIE	Avila, Christiano ; Sperotto, Rosaria ; Debacco, Maria ; Xavier, Regina Trilho Otero ; Alkimim, Marco ; Rodeghiero, Carolina ; Cavalheiro, Simone ; Caballero, Franco	2017

Robótica com Materiais Recicláveis e a Aprendizagem Significativa no Ensino da Matemática: Estudo Experimental no Ensino Fundamental	WIE	Santos, Icleia ; de Medeiros, Luciano Frontino	2017
Matemática Financeira e Robótica Educacional: Roboparque de aprendizagem divertida	WIE	Machado, Brenda ; Santos, Gessiene ; Souza, Crhistine ; Barbosa, Fernando Da Costa ; Ribeiro, Beatriz	2017
Desenvolvimento e Configuração de Cenários de Robótica para Fomentar a Aprendizagem de Programação aos Alunos do Ensino Fundamental	WIE	Almeida, Thais ; Netto, Jose Francisco ; Custodio, Tiago	2017
Análise do Laboratório Remoto de Robótica Educacional (LERO) como Ferramenta de Ensino e Aprendizagem de Introdução a Programação	WIE	Flores, Crijina ; Longo, Stenio ; Santos, Railane	2017
<b>CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO</b>			
Oficinas de Robótica para alunos do Ensino Médio: introduzindo a computação para futuros ingressantes	CBIE	Alberton, Bianca Alessandra Visineski ; Amaral, Marilia Abrahao	2013
Curumim: A Robótica Educacional como Proposta Metodológica para o Ensino	CBIE	Zaqueu, Ana Claudia Molina ; Ramos, Daniel Costa ; Netto, Antonio Valerio	2013
Introdução a Robótica e Estímulo a Lógica de Programação no Ensino Básico Utilizando o Kit Educativo LEGO <i>Mindstorms</i>	CBIE	Mattos, Sandro Darcy Gaubert ; de Oliveira, Vinicius Menezes ; Soares, Luciane Baldassari ; de Aguiar, Ygor Quadros ; Maciel, Braian Konzgen	2015
Interdisciplinaridade, programação visual e robótica educacional: relato de experiência sobre o ensino inicial de programação	CBIE	Cardoso, Rogerio ; Antonello, Sergio	2015
Práticas de ensino de Programação de Computadores com Robótica Pedagógica e aplicação de Pensamento Computacional	CBIE	Zanetti, Humberto ; Oliveira, Claudio	2015
DuinoBlocks: Desenho e Implementação de um Ambiente de Programação Visual para Robótica Educacional	CBIE	Machado Alves, Rafael ; Sampaio, Fabio Ferrentini ; Da Fonseca Elia, Marcos	2015
Introdução do Pensamento Computacional na Formação Docente para Ensino de Robótica Educacional	CBIE	de Souza, Isabelle Maria Lima ; Rodrigues, Rivaniilson Da Silva ; Andrade, Wilkerson	2016
Aplicação de Robótica na Educação de Forma Gradual para o Estimulo do Pensamento Computacional	CBIE	da Silva, Debora Priscilla ; Sidnei, Simone ; Jesus, Angelo ; Silva, Carlos Eduardo Paulino	2016
DuinoBlocks4Kids : Ensinando conceitos básicos de programação a crianças do Ensino Fundamental I por meio da Robótica Educacional	CBIE	Queiroz, Rubens ; Sampaio, Fabio Ferrentini ; dos Santos, Monica Pereira	2016
Ensino de Programação em Robótica Móvel no Ensino Fundamental e Médio	CBIE	Sousa, Leandro ; Costa, Daniel ; Martinez, Ana Claudia ; Ribeiro, Thiago ; Couto, Leandro ; Souza, Jefferson	2016
block.ino: Um experimento remoto para ensino de lógica de programação, robótica e eletrônica básica	CBIE	Carlos, Lucas Mellos ; de Lima, Joao Paulo ; Simão, Jose Pedro Scharodosim ; Silva, Juarez	2016
Robótica Educacional como Estratégia de Promoção do Pensamento Computacional - Uma Proposta de	CBIE	Avila, Christiano and Cavalheiro, Simone	2017

Metodologia Baseada em Taxonomias de Aprendizagem			
Avaliação de linguagens visuais de programação no ensino médio a partir da utilização do conceito de Robótica Pedagógica	CBIE	Jr., Jose Anjos ; Santiago, Levy ; Viana, Hellan ; Abijaude, Jauberth ; Sobreira, Pericles	2017
Aplicativo Lúdico-Pedagógico para Ensino de Programação e Robótica Educacional	CBIE	Bardini, Augusto ; Hubler, Patricia ; Dezazeri, Henrique ; Bertagnolli, Silvia De Castro ; Rodrigues, Pedro ; Lopes, Leonardo ; Almeida, Igor ; Bertoncello, Vitor Secretti	2017
DuinoBlocks4Kids : utilizando Tecnologia Livre e materiais de baixo custo para o exercício do Pensamento Computacional no Ensino Fundamental I por meio do aprendizado de programação aliado a	CBIE	Queiroz, Rubens Lacerda, Fabio Ferrentini Sampaio, Monica Pereira dos Santos	2017
<b>SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO</b>			
A Robótica Móvel como Instrumento de Apoio a Aprendizagem de Computação	SBIE	Pio, Jose Luiz de Souza; de Castro, Thais Helena Chaves; Junior, Alberto Nogueira de Castro	2006
Formação Prática Do Licenciando Em Computação Para Trabalho Com Robótica Educativa	SBIE	Lux, Beatriz; Haetinger, Werner; Engelmann, Emigdio Henrique; Horn, Fabiano; da Cruz, Marcia Elena Jochims Kniphoff	2007
ProgrameFácil : Ambiente de Programação Visual para o Kit de Robótica Educacional RoboFácil	SBIE	Miranda, Leonardo Cunha de; Sampaio, Fabio Ferrentini	2007
Robótica Educacional: técnica e criatividade no contexto do Projeto Um Computador por Aluno	SBIE	Lopes, Daniel de Queiroz; Fagundes, Lea da Cruz ; Biazus, Maria Cristina V.	2008
Kickrobot: Inclusão digital através da robótica em escolas públicas do rio grande do sul	SBIE	Gomes, Marcelo Carboni ; Barone, Dante Augusto Couto ; Olivo, Ulisses	2008
Implementação de Compilador e Ambiente de Programação Icônica para a Linguagem Logo em um Ambiente de Robótica Pedagógica de Baixo Custo	SBIE	Barbosa, Marcelo R. G.; Silva, Felipe A. ; Oliveira, Victor M. de A. ; Feltrim, Valeria D. ; Mirisola, Luiz G. B. ; Goncalves, Paulo C. ; Ramos, Josue J. G. ; Alves, Lucas T.	2009
Controle de Kit de Robótica através de Laboratório Remoto pela Internet: uma Aplicação para a Formação Docente e para a Educação Básica	SBIE	da Cruz, Marcia Kniphoff ; Haetinger, Werner ; Horn, Fabiano ; de Carvalho, Douglas Vinicius ; Araujo, Gustavo Herminio	2009
Arcabouço de um Ambiente Telerobótico Educacional Baseado em Sistemas Multiagente	SBIE	Souza, Marcelo B ; Netto, Jose Francisco	2011
Ambiente de Robótica Pedagógica com Br_GOGO e Computadores de Baixo Custo: Uma Contribuição para o Ensino Médio	SBIE	D'Abreu, JVV ; Mirisola, LGB ; Ramos, JIG	2011
Uma Metodologia Baseada em Semiótica para Elaboração e Análise de Práticas de Ensino de Programação com Robótica Pedagógica	SBIE	Zanetti, Humberto A. P.; Bonacin, Rodrigo	2014
Uma Experiência Prática da Inserção da Robótica e seus Benefícios como Ferramenta Educativa em Escolas Públicas	SBIE	Fiorio, Rosaine ; Esperandim, Rauany Jorge ; Silva, Flavio A. de Almeida ; Varela, Paulo Junior ; Leite, Maici Duarte ; Reinaldo, Francisco	2014

LOGOBOT Um Sistema Robótico Simulador da Linguagem Logo para Auxílio no Aprendizado de Programação	SBIE	Martins, Joao Paulo De a. ; Rocha, Cassio Aquino ; Ramos, Bruno Amorim ; Vanderlei, Igor Medeiros	2014
Robótica Pedagógica Aplicada ao Ensino de Programação: Uma Revisão Sistemática da Literatura	SBIE	Almeida, Thais ; Netto, Jose Francisco	2015
Especificação de uma Plataforma Aberta para o Ensino de Robótica a Distancia	SBIE	Lima, Edviges ; Siebra, Claurton	2015
Uma solução livre e de baixo custo para pratica e aprendizagem de programação e robótica	SBIE	Costella, Leonardo ; Licks, Gabriel Paludo ; Teixeira, Adriano	2016
Análise da Trajetória de Robô Móvel Utilizando Odometria como Técnica para Navegação em Ambientes de Robótica Educacional	SBIE	Rios, Marcel ; Netto, Jose Francisco	2016
Pensamento Computacional e Robótica: Um Estudo Sobre Habilidades Desenvolvidas em Oficinas de Robótica Educacional	SBIE	Oliveira, Emiliano ; Araujo, Ana Liz	2016
Explorando Robótica com Pensamento Computacional no Ensino Médio: Um estudo sobre seus efeitos na educação	SBIE	de Souza, Isabelle Maria Lima ; Rodrigues, Rivanilson Da Silva ; Andrade, Wilkerson	2016
Uma Abordagem Utilizando Visão Computacional para Monitoramento de Robôs Moveis em Ambientes de Tarefas na Robótica Educacional	SBIE	Rios, Marcel ; Netto, Jose Francisco	2016
Ensinando Lógica de Programação aplicada à Robótica para alunos do Ensino Fundamental	SBIE	Martins, Lia	2016
Robótica experimental com uma arquitetura pedagógica para montagem de um sistema de irrigação inteligente	SBIE	Reinoso, Luiz ; Amorim, Marcello ; Silva, Matheus Soprani ; Hackbart, Eduardo Helker ; Teixeira, Giovany	2017
Laboratório Remoto de Robótica como Elemento Motivador para a Aprendizagem de Programação	SBIE	Almeida, Thais ; Netto, Jose Francisco ; Silva, Romero Da ; Custodio, Tiago	2017
Construção de Ambiente de Ensino de Robótica Remota: Democratizando o desenvolvimento do pensamento computacional em alunos da educação básica	SBIE	Costella, Leonardo ; Trentin, Marco ; Amarante, Victor ; Teixeira, Adriano	2017
O Pensamento Computacional por meio da Robótica no Ensino Básico - Uma Revisão Sistemática	SBIE	Avila, Christiano ; Cavalheiro, Simone ; Bordini, Adriana ; Marques, Monica	2017

Fonte: Autoria própria