

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FORMAÇÃO CIENTÍFICA,  
EDUCACIONAL E TECNOLÓGICA**

**ÉRICA OLIVEIRA DOS SANTOS**

**ROBÓTICA EDUCACIONAL NAS ESCOLAS DE CURITIBA:  
POSSIBILIDADES PEDAGÓGICAS PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA  
COM O LUDOBOT**

**CURITIBA**

**2021**

**ÉRICA OLIVEIRA DOS SANTOS**

**ROBÓTICA EDUCACIONAL NAS ESCOLAS DE CURITIBA:  
POSSIBILIDADES PEDAGÓGICAS PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA  
COM O LUDOBOT**

**Educational Robotics in Curitiba schools: pedagogical possibilities for  
teaching mathematics with ludobot**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Formação Científica, Educacional e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Kalinke

**CURITIBA**

**2021**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



ERICA OLIVEIRA DOS SANTOS

**ROBÓTICA EDUCACIONAL NAS ESCOLAS DE CURITIBA: POSSIBILIDADES PEDAGÓGICAS PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA COM O LUDOBOT**

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Ciências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Ensino, Aprendizagem E Mediações.

Data de aprovação: 09 de Dezembro de 2020

Prof Marco Aurelio Kalinke, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Flavia Dias De Souza, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Tania Teresinha Bruns Zimer, Doutorado - Universidade Federal do Paraná (Ufpr)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 09/12/2020.

*Dedico este trabalho a todas as crianças que estiveram comigo e as que ainda encontrarei em minha trajetória como profissional do magistério.*

*Em especial, a uma criança que abrilhantou meu olhar para as demais, meu amado filho, Lucas, que, diante da potência de seus cinco anos de vida, me presenteia com questionamentos preciosos, muitos dos quais me motivaram a essa pesquisa.*

*Agradeço a Deus, refúgio e fortaleza em tempos tão incertos. É Nele que tenho a esperança em dias melhores e encontro forças para buscar caminhos que possam fazer a diferença;*

*Aos meus pais, Ivandir e Selma, pelo ensinamento que proporcionaram a minha própria caminhada e pelo apoio oferecido nesta etapa da minha trajetória de vida;*

*Ao meu esposo, Emerson, e ao meu filho, Lucas, que entenderam quando precisei me distanciar de nosso convívio rotineiro e, mais do que isso, me ofereceram apoio e suporte com gestos significativos de carinho, dedicação, respeito e amor;*

*Às amigas que o mestrado me deu, Giane Fernanda Schneider Gross e Neumar Regiane Machado Albertoni, companhias que levarei para toda a vida, pela partilha na pesquisa; pelos momentos de angústia em que ofereceram suas palavras de incentivo e por estarem sempre prontas a me auxiliar quando precisei de apoio em minhas dúvidas matemáticas;*

*À professora Dra. Nara Salamunes, que me apresentou caminhos no âmbito de pesquisa em minha formação inicial e que tive o prazer de reencontrar neste momento, contribuindo com discussões e reflexões sobre pesquisa;*

*Às professoras Dra. Angelita Minetto Araújo e Dra. Flávia Dias de Souza e Dra. Tania Teresinha Bruns Zimer, pelas importantes contribuições e valiosas sugestões para andamento da pesquisa;*

*Ao meu orientador, Prof. Dr. Marco Aurélio Kalinke, pela receptividade à proposta e disponibilidade em todo caminhar de pesquisa, com dedicação e competência. Tenho em suas contribuições aporte e estímulo para a caminhada em Educação Matemática e a utilização de tecnologias no ensino.*

*“...Vou ter sempre algum defeito,  
Já perdi a esperança.  
Pelo homem eu fui feito  
À sua imagem e semelhança.*

*Nunca tem nenhuma dúvida,  
Incansável e seguro.  
Por tudo isso ele é considerado  
O homem do futuro.*

*Ser o homem do futuro  
Não me anima muito, não.  
Todos saberão de tudo,  
Mas como eu, sem coração.*

*Os adultos, sempre sérios,  
Sabem só me programar.  
Se eles não brincam comigo,  
Com criança eu vou brincar.”*

*Toquinho, O robô*

## RESUMO

Esta pesquisa tem como escopo o trabalho com a Robótica Educacional nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Tendo por objeto o ensino de Matemática com Robótica Educacional, a questão norteadora da pesquisa se apresenta de forma a revelar: de que modos o Ludobot pode ser trabalhado na Robótica Educacional de forma a evidenciar conceitos matemáticos para estudantes dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, em especial considerando o contexto em que emerge a pesquisa, a Educação Integral em Tempo Ampliado da Rede Municipal de Ensino de Curitiba? Com a intenção de que este objeto forneça evidências que sustentam seu uso em uma articulação teórico e prática em relação a esta temática, estabelecemos como objetivo descrever possibilidades de uso do Ludobot junto a Robótica Educacional, enquanto recurso para o ensino de Matemática. O Ludobot é um kit composto por peças eletrônicas, sensores e atuadores e peças feitas de plástico utilizadas como conectores. Este kit foi ofertado pela Secretaria Municipal de Educação de Curitiba a escolas da Rede em 2019 com o intuito de ampliar o projeto já existente na área de robótica. A pesquisa é desenvolvida com uma abordagem qualitativa, do tipo descritiva, que busca um aprofundamento para as compreensões dos fenômenos pesquisados em relação ao contexto em que esse fenômeno se encontra. Os dados coletados foram analisados com a proposição das categorias: concepção de tecnologia para o ensino; concepção para ensino de Matemática e concepção de Robótica Educacional, na RME de Curitiba, em uma organização de que contempla um método de análise apoiado em três pilares: a análise textual; a análise temática; e a análise interpretativa. Temos como resultados o apontamento de que a Robótica Educacional pode ser trabalhada com a realização de propostas que considerem projetos, juntamente com metodologia da Resolução de Problemas. O Ludobot possibilita ao professor sua utilização em um contexto de ensino que contribui para uma proposta de construção e desenvolvimento da aprendizagem, sendo um recurso para mediar propostas de ensino. Esta pesquisa é subsídio para elaboração de nosso Produto Educacional denominado Robótica Educacional e Matemática nos Anos Iniciais – Propostas de Atividades, no qual apresentamos propostas para iniciar o trabalho com o Ludobot e descrevemos, em detalhes, algumas possibilidades do trabalho com a Robótica Educacional para o ensino de Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

**Palavras-chave:** Tecnologias. Robótica Educacional. Ensino Fundamental. Anos Iniciais.

## ABSTRACT

The scope of this research covers the work done with Educational Robotics in the formative years of elementary school. With the purpose of teaching Mathematics with Educational Robotics, the guiding question of the research is presented in order to reveal: in which ways can the Ludobot be used in Educational Robotics in order to highlight mathematical concepts for students of the early years of elementary education, especially considering the context in which the research emerges, a full and comprehensive education during the whole day (extended time) as offered by Curitiba's Local Education Authority? With the intention that this object provides evidence that supports its use in a theoretical and practical articulation in relation to this theme, we established an objective of describing possibilities of using Ludobot in conjunction with Educational Robotics, as a tool for teaching Mathematics. Ludobot is a kit made up of electronic parts, sensors and actuators and plastic parts such as connectors. This kit was offered by the Curitiba Municipal Department of Education to Municipal schools in 2019 in order to expand the existing project within the robotics field. The research is developed with a qualitative approach, descriptive like, as we consider that this approach seeks to deepen the understanding of the researched phenomena in relation to the context in which this phenomenon is found. The collected data was analyzed based on the proposition of the categories: the idea of technology for teaching; the idea for teaching Mathematics and the idea for Educational Robotics, in Curitiba's Municipal schools, in a study which refers to a three pillar analysis: textual analysis; thematic analysis; and interpretative analysis. Our results show that Educational Robotics can work together with proposals that consider projects, together with Problem Solving methodology. Ludobot allows the teacher to use it within a teaching context which contributes to a proposal for the construction and development of learning, whilst being a resource to mediate teaching proposals. This study is a tool for the formulation of our Educational Product called Educational Robotics and Mathematics during the Initial Years – Activity Proposals, in which we present suggestions to begin working with Ludobot and describe, in detail, some possibilities of how to work with Educational Robotics for the teaching of Mathematics in the early years of elementary school.

**Keywords:** Technologies. Educational Robotics. Elementary School Early Years.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Primeira Tartaruga de chão .....	33
Figura 2 - Kit LEGO-LOGO .....	36
Figura 3 - Brick RCX .....	38
Figura 4 - Interface Robolab.....	39
Figura 5 - Etapas de construção do Pianocalc.....	53
Figura 6 - Tela de acesso para criação de conteúdo .....	56
Figura 7 - Notícia publicada na página da escola.....	57
Figura 8 - Partes principais do Ludobot.....	61
Figura 9 – mCenter+ vista superior e lateral .....	62
Figura 10 - Base - vista superior e inferior .....	63
Figura 11 - Módulo motor controller e motor extra .....	63
Figura 12 - Sensores do kit Ludobot e suas funções .....	64
Figura 13 - Caixa do kit Ludobot e as peças conectoras.....	65
Figura 14 - Pogo pins, conector com molas internas e módulos mCookie conectados.....	66
Figura 15 - Tela de interface do mDesigner .....	68
Figura 16 - Informações sobre o curso: iniciação para a robótica educacional com os kits Ludobot .....	90

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definição dos instrumentos para coleta de dados (Parte 1).....	76
Quadro 2 - Definição dos instrumentos para coleta de dados (Parte 2).....	77
Quadro 3 - Categorias para análise .....	79
Quadro 4 - Robótica Educacional e Programação com Microduino LudoBot...	85
Quadro 5 - Síntese dos temas tratados nas videoaulas sobre conceitos tecnológicos .....	91
Quadro 6 - Síntese das aulas 10 e 11 – Robótica com Matemática.....	94
Quadro 7 - Sub-categoria Tecnologia .....	105
Quadro 8 - Sub-categoria estudante .....	107
Quadro 9 - Sub-categoria escola-professor-formação .....	107

## LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CIEd	Centros de Informática na Educação
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CTDI	Coordenadoria de Tecnologias Digitais e Inovação
FLL	FIRST LEGO League
IBB	Itty Bitty Buggy
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IFPR	Instituto Federal do Paraná
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MNR	Mostra Nacional de Robótica
OBR	Olimpíada Brasileira de Robótica
PPGFCET	Pós-Graduação em Formação Científica Educacional e Tecnológica
PNE	Plano Nacional de Educação
RCX	Robotic Commander Explorer
RME	Rede Municipal de Ensino
SME	Secretaria Municipal de Educação
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA .....	22
1.2 OBJETIVO .....	23
<b>2 TECNOLOGIAS NA SOCIEDADE E NA EDUCAÇÃO: SUA RELAÇÃO COM O CONHECIMENTO</b> .....	25
<b>3 ROBÓTICA EDUCACIONAL</b> .....	32
3.1 PANORAMA HISTÓRICO .....	32
3.2 AS PEÇAS DE PLÁSTICO E A TRANSFORMAÇÃO EM PROTÓTIPOS PROGRAMÁVEIS .....	36
<b>4 CONSTRUTIVISMO PIAGETIANO E CONSTRUCIONISMO DE PAPERT: O QUE A ROBÓTICA EDUCACIONAL TEM A VER COM ISSO?</b> .....	42
<b>5 TECNOLOGIAS DIGITAIS NA REDE MUNICIPAL DE ENSINO DE CURITIBA</b> .....	55
5.1 LUDOBOT: CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL E APLICABILIDADE PARA O ENSINO FUNDAMENTAL ANOS INICIAIS .....	60
<b>6 ABORDAGEM METODOLÓGICA DA PESQUISA</b> .....	69
6.1 FUNDAMENTAÇÃO DA OPÇÃO METODOLÓGICA .....	69
6.2 ETAPAS PARA A PESQUISA .....	70
6.2.1 Fase exploratória para definição dos procedimentos a serem adotados .....	70
6.2.2 A pesquisa em um contexto de pandemia .....	73
6.2.3 A definição das técnicas, fontes e tipos dos instrumentos para coleta de dados .....	75
6.2.4 Procedimentos para a análise dos dados .....	77
6.3 RESULTADOS DA COLETA DE DADOS .....	79
<b>7 ANÁLISES DOS DADOS</b> .....	103
7.1 CATEGORIA CONCEPÇÃO DE TECNOLOGIA PARA O ENSINO ADOTADA PELA RME .....	105

7.2 CATEGORIA CONCEPÇÃO PARA ENSINO DE MATEMÁTICA ADOTADO PELA RME .....	111
7.3 CATEGORIA CONCEPÇÃO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL ADOTADA PELA RME .....	114
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>123</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>127</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Robótica Educacional tem se apresentado como uma possibilidade de trabalho para o desenvolvimento de habilidades, tanto sociais quanto cognitivas, para o ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias, da Educação Infantil ao Ensino Médio (CAMPOS, 2017). Ela tem ganho espaço no cenário educacional como uma das alternativas pedagógicas adequadas aos desafios que se apresentam em uma sociedade complexa, cada vez mais dependente de recursos digitais.

Tendo em consideração um público que nasceu imerso na cultura digital, com acesso a informações que cada vez mais se apresentam em telas de dispositivos computadorizados de maneira rápida, ponderamos que um dos desafios trazidos pelo uso crescente das tecnologias digitais na sociedade é sua inserção na instituição escolar.

Os instrumentos tecnológicos digitais utilizados no cotidiano externo e interno à escola compõem, direta ou indiretamente, as relações pedagógicas, o que e como se aprende e conseqüentemente as formas em que ocorrem o ensino. Compreendendo que o trabalho com a Robótica Educacional, por meio da utilização de materiais digitais, pode auxiliar na atualização das práticas pedagógicas e didáticas com iniciativas que contemplem a cultura digital e assim, seu público emergente, consideramos que se faz necessário um aprofundamento em pesquisas na área de ensino, aprendizagem e mediações, em nosso caso especificamente, na linha de Mediações por Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Ciências e Matemática.

Possibilitar que os estudantes visualizem e questionem o resultado e o processo de seus projetos é uma prerrogativa proposta por Papert (1985) ao considerar que as crianças podem ser vistas como construtoras de seu conhecimento. Construtores precisam de materiais para suas obras e, nesse sentido, Papert considera o uso de computadores como materiais que contribuem para a construção do conhecimento.

Para esse autor, ao possibilitar aos estudantes construir e programar um protótipo de um objeto computadorizado, se estabelece um processo de comunicação com as máquinas, resultante em um processo cultural que pode ser considerado no ensino. Portanto, a robótica pode ser uma forma de despertar o interesse por

disciplinas culturalmente consideradas mais difíceis, como a Matemática, pois, nessa perspectiva, ao aprender a se comunicar com o computador, pode ocorrer uma mudança na maneira como outras aprendizagens acontecem.

As tecnologias digitais, criadas no século XX, revolucionaram a indústria, a economia e a comunicação, transformando o comportamento da sociedade. Esse movimento tecnológico segue um caminho constante e acelerado de inovação com o objetivo de criar respostas às necessidades presentes na sociedade.

No entanto, em relação à educação, pode-se afirmar que esta revolução se apresenta de maneira tímida. As mudanças mais perceptíveis ocorrem principalmente no ensino superior, com a digitalização de sistemas para gerenciamento e interatividade com os estudantes e a expansão do sistema de ensino à distância.

Nas escolas de educação básica, contudo, pode-se dizer que o cenário ainda é muito analógico, principalmente nas escolas públicas. Mesmo que a tecnologia já tenha transformado em grande parte o modo de trabalho, em relação ao planejamento do professor (materiais usados para pesquisa, elaboração das atividades e equipamentos utilizados para ministrar as aulas, notebooks e lousas digitais), ela ainda é pouco explorada em relação ao uso de ferramentas digitais com autonomia por parte dos estudantes.

O ano de 2020 poderá passar a ser considerado como um divisor de águas em relação ao uso de tecnologias digitais na educação. Devido ao cenário pandêmico ocasionado pelo novo Coronavírus<sup>1</sup>, possivelmente, teremos ainda mais estudos sobre essa temática.

Propostas de ensino pautadas no uso de tecnologias esbarram na dificuldade de acesso a elas, tal dificuldade pode ser encontrada em grandes sistemas, como o sistema de ensino brasileiro, que abrange um vasto cenário de possibilidades. Considerando o sistema público e particular, e mesmo entre sistemas públicos, de ordem municipal, estadual e federal, encontram-se muitas desigualdades em relação ao acesso às tecnologias na escola. Essa questão é apontada por Kalinke (2014) ao

---

<sup>1</sup>A Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou, em 30 de janeiro de 2020, que o surto da doença causada pelo novo coronavírus (COVID-19) constitui uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional – o mais alto nível de alerta da Organização, conforme previsto no Regulamento Sanitário Internacional. Em 11 de março de 2020, a COVID-19 foi caracterizada pela OMS como uma pandemia.” Fonte: Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS). Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/covid19>> Acesso em 30 ago. 2020.

falar sobre a situação de uso de tecnologias no Brasil no contexto de atividades pedagógicas.

O Plano Nacional de Educação (PNE) (BRASIL, 2014), instituído por lei de âmbito federal, estipula por meio de diretrizes, metas e estratégias, um regime de cooperação entre a união, estados e municípios, com o objetivo de articular o sistema nacional de ensino. Ele prevê como uma das estratégias a universalização do acesso à *internet* nas escolas, visando atingir a meta 7, fomentar a qualidade da educação básica e melhorar o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), como mostra o texto que descreve a estratégia 7.15:

7.15) universalizar, até o quinto ano de vigência deste PNE, o acesso à rede mundial de computadores em banda larga de alta velocidade e triplicar, até o final da década, a relação computador/aluno (a) nas escolas da rede pública de educação básica, promovendo a utilização pedagógica das tecnologias da informação e da comunicação (BRASIL, 2014, p. 4).

Mesmo com a discrepância entre a realidade vivenciada nas escolas brasileiras, em relação a acesso a tecnologias digitais e as leis e diretrizes para o trabalho pedagógico, algumas iniciativas em relação à inserção das tecnologias digitais despontam na rede pública. Especificamente sobre trabalho com a Robótica Educacional, algumas experiências vêm sendo realizadas envolvendo estudantes da Educação Básica com o trabalho de robótica, conforme revelado nos anais da Mostra Nacional de Robótica (MNR, 2020).

Essa Mostra é um evento de abrangência nacional que, desde 2011, tem por objetivo promover e valorizar a divulgação de trabalhos com robótica em contextos educacionais. Como consta no site do evento, a MNR, em parceria com Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) subordinado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), oferta aos estudantes como forma de premiação, a modalidade de Bolsa de Iniciação Científica Júnior – ICJ, a qual consiste em oportunizar aos estudantes oriundos de escola pública, a participação em atividades de pesquisa científica ou tecnológica orientadas por um pesquisador (MNR, 2020).

A participação do público na MNR se dá por meio de submissão de trabalhos descrevendo o que está sendo realizado na unidade escolar. Ela é destinada aos estudantes da Educação Básica de escolas públicas e privadas, da Educação

Superior e a pesquisadores interessados na área de Robótica Educacional. Normalmente, os autores podem optar pela apresentação de trabalho na modalidade presencial<sup>2</sup> ou virtual. Após a data reservada para a mostra presencial, os trabalhos ficam disponibilizados para acesso na página oficial do evento (MNR, 2020).

Embora tenhamos os exemplos da MNR como experiências de trabalho educativo com a robótica, muitas ainda são as dificuldades que se apresentam para o desenvolvimento desta temática. Dentre as possíveis dificuldades, consideramos questões tais como a não inserção da robótica nos currículos escolares (não dando importância à essa prática e tempo necessário para desenvolvê-la); custo de aquisição de equipamentos e *softwares*, e, a necessidade de formação dos docentes para articulação teórico-prática com os estudantes. Especialmente sobre este último item, percebemos uma certa hesitação por parte de alguns professores para trabalhar com tecnologias em sala de aula:

A maioria dos professores apresenta um grau de envolvimento muito pequeno com a tecnologia nas suas atividades escolares e, em muitos casos, ela ainda é vista com muita relutância ou desconhecimento. Isso gera uma utilização substancialmente menor do que aquela demandada pela velocidade da integração de tecnologia ao cotidiano do homem e da sociedade (KALINKE, 2014, p. 27).

Para que a Robótica Educacional, em ambientes formais de ensino, ou seja, nas escolas, ganhe ainda mais evidência, é primordial que seja desmistificado o conceito de que, para se trabalhar com robótica, é necessário ter equipamentos de custo elevado e formação inicial específica na área de Computação uma vez que será enfatizado o pedagógico é possível desenvolver uma formação que contemple algumas das questões técnicas mais relevantes.

O trabalho por competências, indicado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017), implica que decisões pedagógicas contidas nos currículos escolares brasileiros considerem o que os estudantes devem “saber” e o que devem “saber fazer”. Ao explicitar uma competência, entendida como o conjunto de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores pretendemos assegurar que as aprendizagens essenciais definidas pela BNCC sejam efetivadas.

---

<sup>2</sup> No ano de 2020, a edição foi apenas de forma virtual de 10 a 14 de novembro. Disponível em: <<http://www.mnr.org.br/>> Acesso em: 30 ago. de 2020.

Apesar de a programação para o trabalho com a robótica não ser citada de forma direta na BNCC, ao trabalharmos com este tema podemos relacioná-lo com as competências gerais e demais áreas do conhecimento propostas pelo documento.

Alguns trabalhos que iniciaram as discussões sobre robótica em âmbito educacional, apresentam-na associada ao uso do Superlogo (CHELLA, 2002), a *kits* educacionais de montagem *Legó* (D' ABREU, 2002) e como uma forma de identificar as características de sua integração ao currículo de uma determinada escola (CAMPOS, 2011).

Campos (2017) afirma que, no contexto brasileiro, embora a robótica tenha figurado como uma crescente, tanto para pesquisadores como para docentes, principalmente para o ensino de Ciências, Matemática, Tecnologia e Computação, ela ainda pode ser apresentada como distante dos currículos escolares da educação básica. O autor observa pouca procura dos estudantes de ensino superior pela área da Tecnologia.

De acordo com dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) referentes ao censo da educação superior no ano de 2019, na área nomeada pelo INEP de “Computação e Tecnologias da Informação e Comunicação” (TIC), para cada 10.000 habitantes, 8,8% escolheram cursos dessa área para ingresso. A área com maior procura foi a de Negócios, Administração e Direito, com porcentagem 58,6%. Na lista dos dez maiores cursos de graduação em número de matrículas, em 2019, da área de Tecnologias, aparece apenas o curso de Sistemas de Informação, em décimo lugar (INEP, 2020).

Uma importante consideração a fazermos são as mudanças em relação ao que se espera socialmente da educação e a preparação para o mercado de trabalho. Entender princípios de funcionamento de equipamentos tecnológicos digitais, considerando o contexto de uma sociedade que cada vez mais está globalmente conectada a tecnologias digitais, é um quesito a ser debatido pela área da Educação.

Necessitamos compreender que as tecnologias se ajustam ao tempo e espaço em que são utilizadas. Considerando as sociedades ocidentais atualmente, parece um tanto quanto difícil imaginar um contexto sem qualquer acesso às tecnologias digitais, principalmente as utilizadas para comunicação. Essa percepção do papel das tecnologias na constituição das culturas, que se moldam em inteligências cada vez mais coletivas e que resultam no que Lévy (2010) denomina de cibercultura, transformaram a forma como aprendemos e também o que aprendemos:

Qualquer reflexão sobre o futuro dos sistemas de educação e de formação na cibercultura deve ser fundada em uma análise prévia da mutação contemporânea da relação com o saber. Em relação a isso, a primeira constatação diz respeito à velocidade de surgimento e de renovação dos saberes e *savoir-faire*. Pela primeira vez na história da humanidade, a maioria das competências adquiridas por uma pessoa no início de seu percurso profissional estarão obsoletas no fim de sua carreira. A segunda constatação, fortemente ligada à primeira, diz respeito à nova natureza do trabalho, cuja parte de transação de conhecimentos não para de crescer. Trabalhar quer dizer, cada vez mais, aprender, transmitir saberes e produzir conhecimentos. Terceira constatação: o ciberespaço suporta tecnologias intelectuais que amplificam, exteriorizam e modificam numerosas funções cognitivas humanas: memória (banco de dados, hiperdocumentos, arquivos digitais de todos os tipos), imaginação, (simulações), percepção (sensores digitais, telepresença, realidades virtuais), raciocínios (inteligência artificial, modelização de fenômenos complexos) (LÉVY, 2010, p. 159).

Dessa forma, o que aprendemos, considerando o contexto dado pelo conceito de ciberespaço, aplicado em nossa sociedade ocidental em que muitas ações de nosso cotidiano, são realizadas com uso de tecnologias digitais, precisamos ampliar e/ou ressignificar nossas funções cognitivas, principalmente quanto à atenção, memória, percepção, raciocínio e linguagem. Essa questão não se enquadra meramente como uma visão de preparação para o mercado de trabalho e uso de ferramentas do mundo adulto, pois, é preciso selecionar cuidadosamente tanto os objetivos de aprendizagem quanto o material a ser utilizado.

Nesse sentido, a Robótica Educacional no ensino pode ser tida como uma possibilidade de aprender, compartilhar e produzir conhecimentos, a favor de que a tecnologia digital seja também utilizada na formação do sujeito crítico. Por apresentar um caráter lúdico com a figura do robô e ser uma área que desperta a curiosidade no imaginário das crianças, ela tem grande potencial para ser aproveitada no Ensino Fundamental com estudantes dos Anos Iniciais. Dessa forma, os professores atuantes nesta modalidade de ensino necessitam conhecer as potencialidades de se trabalhar com a Robótica Educacional.

Sob essa perspectiva, o escopo desta pesquisa é o trabalho com a Robótica Educacional nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Para tanto, realizamos um estudo sobre a robótica nas escolas de Curitiba, e o material denominado *Ludobot* a fim de descrever suas possibilidades de uso enquanto recurso para o ensino de Matemática.

O material abordado na pesquisa é um *kit* (conjunto de peças para o trabalho com a robótica) que basicamente é composto por peças eletrônicas, sensores e

atuadores e peças feitas de plástico, utilizadas como conectores. Este *kit* foi ofertado pela Secretaria Municipal de Educação (SME) de Curitiba a escolas da Rede Municipal de Ensino (RME) com o intuito de ampliar o projeto já existente na área de robótica (CURITIBA, 2020).

De acordo com a informação do *site* da SME, no ano de 2004, foram adquiridos *kits Lego* de robótica para todas as escolas da RME. Contudo, a proposta de utilização da Robótica Educacional nas escolas desenvolveu-se por meio de projetos para robótica em contraturno escolar e ficou mais direcionada para as escolas com estudantes do Ensino Fundamental - Anos Finais (CURITIBA, 2020). Como a maioria das escolas da RME de Curitiba é destinada a estudantes do Ensino Fundamental Anos Iniciais e os *kits* foram adquiridos para todas as escolas, pode-se inferir que há uma lacuna em relação a aquisição desses materiais e seu efetivo uso na prática escolar.

Tal dedução abriu caminho para novas indagações em relação a variados aspectos que podem ser prerrogativas para que esta lacuna tenha se apresentado. Uma das mais instigantes foi a questão de que a inserção de um material junto às práticas pedagógicas em ambiente escolar deve agregar-se como uma possibilidade de que ele seja tido como mais um recurso, tanto para o planejamento quanto para a atuação do docente. Assim, avistamos a necessidade de um estudo sobre as características e possibilidades teórico-práticas que envolvem tal material. Dessa forma, esperamos que este trabalho possa contribuir com subsídios à inserção da Robótica Educacional em práticas educativas no ensino de Matemática.

De maneira mais ampla, a inspiração para o desenvolvimento de pesquisas voltadas à Robótica Educacional nasceu dos trabalhos anteriormente realizados na prática profissional da autora desta Dissertação.

Minha formação inicial é a de licenciatura em Pedagogia, curso concluído em 2010, e embora tenha tido reconhecimento da prática pedagógica em estágios curriculares e em estágios remunerados, passei efetivamente a atuar profissionalmente como docente no ano de 2012, quando fui nomeada a exercer o cargo de Profissional do Magistério, após ter sido aprovada em concurso público do município de Curitiba.

Ao escolher a vaga da escola em que iria trabalhar, Escola Municipal CEI José Lamartine Correa de Oliveira Lyra, eu residia no município de Fazenda Rio Grande, Região Metropolitana de Curitiba e trabalhava em um colégio particular. A escolha por

essa escola foi simplesmente em função de um ajuste logístico para o meu deslocamento. Lembro-me que, no dia da escolha, algumas pessoas comentaram que não queriam essa opção por ser uma Escola de Tempo Integral. Lembro também que isso me motivou mais ainda, pelo fato ter uma oportunidade de conhecer uma realidade pedagógica que eu ainda não tinha experimentado.

Como meu concurso foi para um padrão de vinte horas, iniciei trabalhando nesta escola somente na parte da manhã e, como era o mês de agosto, as turmas já estavam ajustadas. Eu fiquei como apoio às professoras regentes. Logo nos primeiros dias, pude constatar que uma escola de Tempo Integral, que tem seu atendimento aos estudantes das oito horas da manhã até as dezessete horas, tem uma dinâmica totalmente diferente de uma escola de Tempo Regular, isto é, que atende aos alunos quatro horas diariamente.

Uma das primeiras constatações era a inconsistência em relação à quantidade de profissionais para composição do quadro de professores para o período da tarde. Por este motivo, a diretora da gestão, à época, me convidou para trabalhar também no período tarde, realizando o que chamamos de Regime Interno de Trabalho (RIT). Assim, ainda em 2012, eu deixei o emprego do colégio particular e passei a atuar quarenta horas na escola pública municipal de tempo integral, sendo vinte horas no período da manhã, pelo concurso, e vinte horas no período da tarde com o RIT.

O motivo de a diretora ter me convidado para o trabalho no período da tarde foi o de que não havia profissionais disponíveis para o trabalho de Práticas Educativas no Eixo de Ciências e Tecnologia. Eu aceitei o convite, pois naquele momento considerava que lidava bem com a utilização de tecnologia em meu cotidiano. Mesmo sem uma formação específica para tal atuação, assumi o laboratório de informática da escola e comecei trabalhando com jogos educativos para estudantes em fase de alfabetização e informática básica para os demais estudantes.

Foi um período instigante e desafiador. Descobri que utilizar as tecnologias no cotidiano era muito diferente de utilizá-las com cunho pedagógico. Aos poucos, fui desenvolvendo algumas práticas educativas, mas ainda me angustiava a questão de que não havia, entre os pares da escola, debates sobre a utilização das tecnologias e assim, uma qualificação em serviço do trabalho que eu me propunha a desenvolver. Após quatro anos de docência e ter perpassado por várias experiências e aprendizados, passei a não me sentir motivada para o trabalho pedagógico apenas com os jogos e o trabalho com a informática básica.

Na perspectiva de inovar as práticas ofertadas aos estudantes, sempre busquei cursos, ofertados pela mantenedora, que tratassem da temática de tecnologia. No ano de 2018, participei de um curso que não tinha como público-alvo professores da Prática Educativa de Ciências e Tecnologia, mas que me chamou a atenção pelo título “Robótica no acompanhamento pedagógico: aprofundar o tema a partir da leitura e da resolução de problema”. Este curso alavancou ainda mais meu interesse em buscar inovações para minha prática pedagógica.

A partir daí, comecei com as leituras sobre o tema e propus à equipe pedagógica da escola a criação de uma oficina de robótica. Quando anunciei a proposta, fui informada sobre a existência de algumas maletas do *Kit Lego Robótica* esquecidas em um armário da escola, mesmo sem um conhecimento sobre esse material me animei para iniciar o trabalho. Sabendo da responsabilidade que engloba tal guinada, iniciei com apenas uma turma, na esperança de desenvolver um trabalho de aprendizado meu e dos estudantes, num projeto piloto com o 2º Ano do Ensino Fundamental.

Para minha surpresa, no final do ano de 2018, a direção da escola foi informada sobre o projeto da SME que propunha a entrega de um novo *kit* para o trabalho com a Robótica Educacional. Como eu já tinha iniciado a oficina de robótica, a coordenação pedagógica, sabendo do meu interesse pelo assunto, me passou o informativo e a escola tomou as providências para participação do projeto. O recebimento do *Ludobot* foi em março de 2019.

Evidentemente, foi um momento em que mais senti a necessidade de ler, debater, refletir sobre a Robótica Educacional. Uma colega, que veio a se tornar uma amiga e parceira de pesquisa, Nelem Orlovski, pesquisadora na linha da Educação Matemática, apresentou-me o Programa de Pós-Graduação em Formação Científica Educacional e Tecnológica o PPGFCET da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

Participei da seleção para o mestrado ainda no ano de 2018, com as minhas inquietações em projeto de pesquisa sobre Robótica Educacional nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Sendo este um programa que oferta mestrado e doutorado profissional, ajustou-se perfeitamente a minha pretensão em pesquisar teoria e prática uma vez que busco por aprimoramento de minha formação acadêmica e profissional nas áreas de Ciências e Matemática.

Ao ser selecionada para ingressar no PPGFCET, fui acolhida também no Grupo de Pesquisa sobre Tecnologias na Educação Matemática (GPTEM), coordenado pelo professor Dr. Marco Aurélio Kalinke, que abriu para mim o campo da Educação Matemática e tem me proporcionado o encontro com algo que almejava há algum tempo, a troca entre pares por meio de debates sobre a utilização das tecnologias no ensino.

O GPTEM também me trouxe uma perspectiva de grupo de trabalho para desenvolver pesquisas sobre a Robótica Educacional pois, juntamente com as pesquisadoras Giane Fernanda Schneider Gross e Neumar Regiane Machado Albertoni, que se tornaram minhas grandes amigas, desenvolvo estudos que relacionam a Robótica e o ensino de Matemática. A primeira pesquisadora tem seu projeto pautado na Robótica Educacional, o ensino de Matemática e a Educação do Campo, com produto educacional voltado para a Educação Básica no Ensino Médio. A segunda pesquisadora desenvolve um projeto de Mapeamento Sistemático de Literatura da produção científica em contexto brasileiro sobre Robótica Educacional e o ensino de conteúdos matemáticos, em que é apresentado um produto educacional direcionado para a Educação Básica Ensino Fundamental Anos Finais.

Com esta introdução ao contexto em que se apresenta o estímulo à pesquisa, passamos agora a especificar o foco desta pesquisa e a pergunta que norteia este trabalho.

### 1.1 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

Uma das motivações à pesquisa foi a possibilidade de fundamentar cientificamente as mediações por tecnologias digitais no ensino, sob viés teórico e didático e, assim, compor estratégias que possam construir e/ou aprimorar a implementação de uso destas tecnologias no ensino da matemática nos anos iniciais da Educação Básica.

O desafio deste trabalho é expor, ao leitor que possa vir a se interessar pela pesquisa em Robótica Educacional, possibilidades de uso de um determinado material, aliado ao trabalho com conceitos matemáticos em práticas pedagógicas para estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Dessa forma, procura-se estabelecer um debate sobre os aspectos de uso de um *kit* específico para o trabalho com robótica, enquanto ferramenta e/ou recurso, para o ensino de Matemática.

Assim sendo, a questão norteadora da pesquisa é a que segue: De que modos o *Ludobot* pode ser trabalhado na Robótica Educacional de forma a evidenciar conceitos matemáticos para estudantes dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental considerando um contexto de escola de tempo integral?

## 1.2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo descrever possibilidades de uso do *Ludobot* como recurso de Robótica Educacional para o ensino de Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental em escola de tempo integral.

O objeto desta pesquisa, ensino de Matemática com Robótica Educacional, fundamenta análises sobre modos de trabalho com o *Ludobot* na construção de conceitos matemáticos. A intenção é que este estudo forneça evidências teórico-práticas que sustentem o uso desse recurso no ensino de matemática no primeiro segmento do ensino fundamental.

Nesse sentido, para que este trabalho possa ser mais um aporte para os docentes que desejam compreender e efetivar o ensino de Matemática mediado por tecnologias, e especificamente, para os docentes que desejam aprofundar conhecimentos sobre o uso de *kits* para o trabalho com robótica, espera-se que nossos resultados possam contribuir com a elucidação de aspectos relativos à inserção de tecnologias robóticas no ensino.

Esta pesquisa é subsídio para elaboração de nosso Produto Educacional<sup>3</sup>, Robótica Educacional e Matemática nos Anos Iniciais – Propostas de Atividades. O produto é disponibilizado em formato de arquivo digital para que seja facilmente acessado pelos leitores. Este tipo de publicação se popularizou com a denominação de *ebook*, uma espécie de livro digital. Essa produção contempla a apresentação do *kit* e do *software* de programação do *Ludobot* e uma sequência de propostas de atividades didáticas para iniciar o trabalho com o *kit*, que de acordo com objetivo

---

<sup>3</sup> “No Mestrado Profissional, distintamente do Mestrado Acadêmico, o mestrando necessita desenvolver um processo ou produto educativo e aplicado em condições reais de sala de aula ou outros espaços de ensino, em formato artesanal ou em protótipo. Esse produto pode ser, por exemplo, uma sequência didática, um aplicativo computacional, um jogo, um vídeo, um conjunto de videoaulas, um equipamento, uma exposição, entre outros. A dissertação/tese deve ser uma reflexão sobre a elaboração e aplicação do produto educacional respaldado no referencial teórico metodológico escolhido” (BORBA; RAMOS; RIZZATTI, 2019, p. 15). Documento de Área; Área 46; Ensino. Disponível em: <[http://capes.gov.br/images/Documento\\_de\\_%C3%A1rea\\_2019/ENSINO.pdf](http://capes.gov.br/images/Documento_de_%C3%A1rea_2019/ENSINO.pdf)> Acesso em: 02 set. 2020.

exposto, são possibilidades para o ensino de Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, ou seja, de antemão, assumimos que existem possibilidades de se ensinar matemática nos anos iniciais do ensino fundamental com robótica como recurso pedagógico.

Contudo, para alcançar tal objetivo realizamos uma trilha investigativa a qual é revelada no capítulo seis, referente a abordagem metodológica da pesquisa. Antes disso, no capítulo dois, expomos nossa busca a registros sobre técnicas e tecnologias; ensino e aprendizagem.

No capítulo três, apresentamos um panorama histórico sobre a origem da Robótica Educacional e como os primeiros *kits* foram concebidos.

No capítulo quatro, buscamos as construções teóricas de Piaget (1983) e de Papert (1985, 2008) como embasamento teórico com vistas a compreender a robótica como um recurso para o ensino.

No capítulo cinco, de forma breve, revelamos outras experiências com uso das tecnologias digitais que emergem em conjunto com utilização da robótica nas escolas da RME de Curitiba e apresentamos um detalhamento das características do *kit Ludobot*.

No capítulo sete, apresentamos análises e correlações entre a natureza e características da Robótica Educacional realizada na RME de Curitiba e sua visão para o ensino de Matemática. Por fim, no capítulo oito, temos nossas considerações sobre como a Robótica Educacional pode ser trabalhada como recurso para o ensino de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental.

## 2 TECNOLOGIAS NA SOCIEDADE E NA EDUCAÇÃO: SUA RELAÇÃO COM O CONHECIMENTO

“O que acontece com a distinção bem marcada entre o sujeito e objeto do conhecimento quando nosso pensamento encontra-se profundamente moldado por dispositivos materiais e coletivos sociotécnicos?” (LÉVY, 1993, p. 10).

Iniciamos este capítulo com a provocação de Pierre Lévy (1993). Nesta afirmação, ele cita os dois elementos básicos do conhecimento humano: o sujeito e o objeto. O sujeito, ser racional que deseja conhecer a realidade que o cerca, e o objeto, as coisas postas, os fatos, os fenômenos.

Discutir sobre tecnologia e conceber esse termo como exclusivo a artefatos digitais pode ocasionar um desacerto sobre a amplitude dos avanços que a humanidade conquistou por meio do desenvolvimento de diversas tecnologias. Para Kenski (2003), a tecnologia pode ser tida como um conjunto de conhecimentos que se aplicam ao planejamento, construção e utilização de um equipamento à determinado tipo de atividade.

A partir desta definição, a autora defende que o cérebro humano é a mais aperfeiçoada tecnologia, por ser capaz de raciocinar e usar conhecimentos de acordo com a necessidade dada pelo momento. É justamente o raciocínio, quando colocado em prática, que permite a criação da tecnologia (KENSKI, 2007). O raciocínio humano constituiu as tecnologias primárias provenientes da inteligência humana, e de maneira circular as tecnologias primárias conferiram um expressivo desenvolvimento e progresso ao raciocínio humano.

As tecnologias da inteligência, a oralidade primária, a escrita e a informática, são denominadas por Lévy (1993) como os três tempos do espírito. Para ele, tais tecnologias não correspondem a épocas determinadas no progresso da humanidade, e sim, estão sempre presentes com intensidades variáveis no tempo. Esse autor evoca a reflexão sobre como as tecnologias da inteligência se situam e se modificam em uma continuidade histórica. A partir de uma discussão filosófica, ele argumenta como os movimentos sociais e culturais impactam nas formas de saber e de pensar, e, na forma como o raciocínio e a memória são utilizados nesses movimentos.

Para Lévy (1993), a técnica, advinda de sua concepção de tecnologia, é uma dimensão de análise, uma abstração. Para ele, os indivíduos, situados no tempo e no espaço, são agentes efetivos; que transmitem uns aos outros mensagens e

dispositivos materiais que se transformam. A técnica, uma vez empregada por um indivíduo, pode se transformar. Desta forma, a oralidade, a escrita e a informática são empregadas como tecnologias intelectuais, sendo componentes da atividade cognitiva.

Nesse movimento de continuidade histórica, essas tecnologias vão de acordo com o tempo e o espaço, se resignificando. No caso da oralidade, em dado tempo, ela era vista como um patrimônio daquele que era o detentor da memória e, por conseguinte, da inteligência. Nesse momento, uma cultura baseada na oralidade importava-se com o falar e o ouvir.

Com a criação da escrita, a oralidade passa a ter um papel mais secundário, uma vez que a escrita deixa para oralidade um caráter mais pessoal de comunicação. A partir do uso da escrita, passa-se a ter uma possibilidade de separação da mensagem que se quer transmitir, da situação em que o discurso foi produzido. É a valorização da produção teórica (LÉVY, 1993).

Nesse contínuo de tempo e espaço, a informática vem com o papel de uma propagação da produção escrita e mesmo da oral, porém, para a concepção de tempo, real, em que as possibilidades de armazenamento são consideravelmente expandidas, abrindo caminho para a compreensão de sua utilização no presente, nas operações em andamento, enquanto acontece (LÉVY, 1993). A oralidade teve influência na organização do pensamento, assim como a escrita alfabética, e uma não deixou de existir com o surgimento da outra. Elas se resignificaram.

Entendemos que a cognição é constituída por uma coletividade, em que o sujeito individual, que recebe uma cultura biológica, histórica e circunstancial (dada pelo coletivo), reinterpreta os conceitos herdados de acordo com seus interesses e a estrutura social pode manter-se ou transformar-se, por meio da interação inteligente de pessoas singulares. “Em uma ecologia cognitiva, não há causas e efeitos mecânicos, mas sim ocasiões e atores” (LÉVY, 1993, p. 150). Dada essa reflexão, cabe pensar como a organização do pensamento passa a se dar por meio das tecnologias digitais.

A inserção das tecnologias digitais nos processos educacionais deflagra novas formas de ensino e depende de construções criativas, fluidas, mutáveis, que contribuem para que as pessoas e as sociedades vivenciem pensamentos, comportamentos e ações e inovadores; que as encaminhem para novos avanços

socialmente válidos no atual estágio de desenvolvimento da humanidade (KENSKI, 2003).

Ao professor que deseja estar integrado com as transformações trazidas pela cultura digital, é necessário buscar um constante aperfeiçoamento em relação a novos modos de ensino e novas perspectivas sobre o processo de aprendizagem. Assim, consideramos importante uma breve reflexão sobre técnicas e tecnologias; ensino e aprendizagem.

De acordo com Kalinke (2004), por tecnologia entendemos o conjunto de recursos disponíveis para utilização em qualquer atividade, visando uma atividade produtiva, sendo que estes recursos podem ser físicos, humanos ou materiais. Por técnica, entendemos o conjunto de conhecimentos essenciais para uma melhor utilização do recurso disponível.

Esse ponto de vista se faz necessário para que uma integração do uso de tecnologias na educação possa se dar, perpassando o âmbito fundamental de uma visão em que a compreensão das técnicas, para utilização de tecnologias, precisa ocorrer da mesma forma em que a compreensão de novas possibilidades de ensino, ocorrem antes quando nos colocamos como aprendizes. É uma questão de reaprender a ensinar, aprendendo, antes, a aprender (KALINKE, 2004).

Nesse sentido, a prática pedagógica apoiada no uso de tecnologias está longe de ser neutra, pois, quando usada de forma reducionista (sem um aprofundamento quanto às suas reais possibilidades), tende a experiências negativas tanto para docentes, quanto para estudantes. A partir das discussões de Richit, Mocrosky e Kalinke (2015), em pesquisas realizadas sobre essa temática, envolvendo estudantes, professores e futuros professores, verificamos que estes três grupos entenderam que o uso da tecnologia é importante na aprendizagem matemática, desde que seja utilizada de maneira a contemplar uma abordagem clássica do conteúdo curricular, o que segundo os autores, revela o poder limitador do currículo escolar em que o conteúdo prevalece sobre a dimensão de formação do estudante.

Percebe-se que a tecnologia, de acordo com o estudo analisado, serve para a aplicação prática dos conteúdos, tendo um papel de uma espécie de ferramenta motivadora para trabalhar os conteúdos, ajustando-se de maneira a agilizar o tempo de aula na realização de exercícios, o que reduz sua potencialidade e não contempla uma concepção de educação tecnológica propícia à investigação matemática (RICHIT, MOCROSKY e KALINKE, 2015).

Os professores que se entendem também como aprendizes buscam por novas formas de abordar os conteúdos curriculares e isso pode ser muito beneficiado com o uso da tecnologia digital. Maltempi (2008) nos aponta que, ao passar a incorporar tecnologias em suas aulas, novas responsabilidades e atribuições são requeridas dos professores. De acordo com seu estudo sobre a Educação Matemática e tecnologias digitais na prática e na formação docente, a inserção da tecnologia muitas vezes é vista como um desafio, uma vez que as licenciaturas em Matemática, em sua maioria, ainda formam professores sem um referencial para uso das tecnologias.

Para Richit, Mocrosky e Kalinke (2015), as práticas pedagógicas em matemática precisam contemplar contextos de investigação sobre o uso das tecnologias, sendo que estas podem estar vinculadas às demais atividades formativas de professores e estudantes, pois não faz sentido que a educação tecnológica seja desenvolvida de forma descolada da formação intelectual, acadêmica, cultural ou profissional. Por isso, a simples existência de uma disciplina que trate do uso de tecnologia não garante e não possibilita que os sujeitos, em especial os professores, utilizem tecnologias em suas atividades pedagógicas.

Por essa razão, parece-nos importante expandir as discussões sobre a necessária aproximação entre as tecnologias e a educação, uma vez que a tecnologia digital alcançou um significativo papel no progresso da sociedade na qual estamos inseridos. Neste contexto, as formas de produção do conhecimento também devem ser ressignificadas.

Enquanto Lévy (1993, 2010, 2015)<sup>4</sup> promove uma discussão filosófica sobre as formas de produção do conhecimento em um contexto sociotécnico, em conformidade com uma perspectiva de inteligência coletiva na cibercultura, Tikhomirov (1981) se preocupou em analisar se o advento da informática, ou seja, o uso de computadores, pode impactar no desenvolvimento da atividade mental humana, em especial, na cognição e nas aprendizagens. Este autor aborda essa relação diante do ponto de vista de três teorias por ele elaboradas, a da substituição, a da suplementação e a da reorganização.

---

<sup>4</sup> As datas referências no corpo do trabalho, são respectivas as edições consultadas. Para melhor entendimento sobre a ordem cronológica das obras, segue a referência de acordo com a ordem de publicação em primeira edição: LÉVY, P. As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática (1990); LÉVY, P. A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço (1994); LÉVY, P. Cibercultura (1997).

Ao discutir sobre a teoria da substituição, apesar de sugerir o computador como substituto do homem, reconhecendo que a máquina pode supri-lo em muitas atividades, Tikhomirov considera esta teoria muito simplista, pois, a partir de uma perspectiva histórica mais ampla, de desenvolvimento da cultura humana, não é possível comparar o pensamento humano a um modo elementar de operação, como uma calculadora. Dando continuidade a seu entendimento, de acordo com uma análise do pensamento sob o viés da teoria informacional, o autor reconhece que processos elementares constituem os processos complexos do pensamento (elementar no sentido de abstrair e isolar partes importantes de um todo). Ele afirma que o computador pode suplementar o pensamento humano, aumentando a capacidade de processar informações (TIKHOMIROV, 1981).

Partindo dessa explanação, o autor segue para uma análise mais profunda sobre pensamento e afirma que pensar é mais do que resolver um problema, é também a capacidade de formular novos problemas.

Neste ponto, Tikhomirov (1981) aborda o uso de computadores como uma possibilidade de liberação da mente humana para novas formas de pensar (pensamento criativo), em função de que o computador pode executar a tarefa de buscar informações de forma externa à memória, de maneira mais rápida ao que se tinha até então, com a consulta em enciclopédias, revistas e livros. É a questão do acesso imediato à informação. Sendo assim, o uso de computadores pode revelar uma nova forma de uso das atividades intelectuais, uma reorganização da atividade mental humana. Desta forma, o autor sugere que, com a introdução do computador em áreas da atividade humana, ocorre o processo por ele denominado de computerização, e este precisa ser considerado:

A influência dos computadores na atividade mental deve ser examinada não apenas em termos do desenvolvimento histórico da atividade humana, mas também em termos ontogênicos e funcionais [...] Com o surgimento do computador, a forma de armazenar a experiência da sociedade (o “cérebro eletrônico” versus a biblioteca) mudou, como mudou o processo de aquisição de conhecimento quando as relações professor-aluno começaram a ser mediadas pelo computador. Acima de tudo, o processo de aquisição de conhecimento está mudado (i.e., agora é possível reduzir o número de procedimentos formais a serem adquiridos graças aos computadores). Isto nos dá base para afirmar que como resultado da computerização, um novo estágio no desenvolvimento ontogênico do pensamento também tem se revelado (TIKHOMIROV, 1981, p. 12).

Este autor nos aponta a computerização como uma possibilidade de acesso rápido às informações. Assim, uma maneira diferenciada se apresenta, em processos de memorização de informações. Essa questão perpassa a temas como cognição e relações professor e estudante.

Isso retoma o que vínhamos apresentando anteriormente ao apontarmos algumas discussões sobre o desenvolvimento das tecnologias na sociedade. Compreendemos que a escola não pode ficar alheia a essa discussão. Consideramos que debates sobre o uso das tecnologias se fazem necessários e, de forma mais incisiva, as tecnologias digitais. Esses debates devem ocorrer em conformidade com embasamentos teóricos e científicos que respaldem sua inserção de forma profícua nas instituições escolares.

Desta forma, nosso ponto de vista é o de que, ao propiciar a utilização de tecnologias digitais nos processos pedagógicos, temos a possibilidade de mudar a forma de criar e produzir conhecimentos de forma coletiva (LÉVY, 1993, 2015) e, ainda, a oportunidade de reorganização de algumas atividades intelectuais de forma individualizada (TIKHOMIROV, 1981).

Portanto, ao considerarmos o uso de tecnologias digitais com estudantes que não compreenderam determinados conceitos matemáticos, a tecnologia pode ser empregada para a composição de estratégias diferenciadas de ensino. Estas estratégias poderão se mostrar qualitativas ou não, pois isto dependerá de outros fatores que se encadeiam em um processo de significação de uso de tecnologias, dentre os quais destaca-se o embasamento teórico, formação de professores e materiais adequados ao uso pedagógico.

À vista disso, consideramos que a presente pesquisa, com o objetivo de descrever as possibilidades de uso de um material (*Ludobot*) destinado a Robótica Educacional, enquanto recurso para o ensino de matemática, desvela-se em um aprofundamento necessário, no sentido de que a escola é tradicional em sua forma de ensino, em relação às grandes mudanças de nossa sociedade. Cabe à pesquisa acadêmica revelar o impacto da crescente expansão das tecnologias digitais e a relação com o saber imerso em uma cibercultura:

Como manter as práticas pedagógicas atualizadas com esses novos processos de transação de conhecimento? Não se trata aqui, de usar tecnologias a qualquer custo, mas sim de *acompanhar consciente e deliberadamente uma mudança de civilização* que questiona profundamente as formas institucionais, as mentalidades e a cultura dos sistemas

educacionais tradicionais e sobretudo os papéis do professor e do aluno. [...] nesse quadro, o papel dos poderes públicos deveria ser: garantir a todos uma formação elementar de qualidade; permitir a todos um acesso aberto e gratuito a midiatecas, a centros de orientação, de documentação e de autoformação, a pontos de entrada no ciberespaço, sem negligenciar a indispensável *mediação humana* do acesso ao conhecimento; [...] (LÉVY, 2010, p. 174-175, grifos do autor).

Lévy (2010) nos aponta como novas possibilidades dadas pelo ciberespaço a aprendizagem cooperativa e a colaboração em rede. Nessa perspectiva, a escola pode valer-se da Robótica Educacional em relação à possibilidade que esta temática apresenta, em desenvolver habilidades de cooperação, trabalho em grupo, bem como a autoestima e autoconfiança, uma vez que o estudante se entenda como agente participante e ativo dentre as várias etapas de desenvolvimento dos projetos.

Entendendo a Robótica Educacional como uma possibilidade de inserção qualitativa de uma tecnologia digital no contexto escolar, passamos ao próximo capítulo que nos aproxima do uso da Robótica Educacional em relação a uma perspectiva histórica. Discutimos, a seguir, como esta prática se instaurou nos contextos escolares e também como tem se configurado junto às pesquisas científicas.

### 3 ROBÓTICA EDUCACIONAL

#### 3.1 PANORAMA HISTÓRICO

Certamente, o campo da Robótica Educacional, tal como situado atualmente, é precedido por Seymour Papert, que concebeu os pressupostos a serem considerados para o uso de computadores, a programação e a robótica nas escolas. Papert, ao ser convidado por Marvin Minsky, matemático e um dos pioneiros em pesquisas com inteligência artificial, passou a integrar a equipe de pesquisa do laboratório de inteligência artificial no Massachusetts Institute of Technology (MIT) em 1964 (CAMPOS, 2019).

A partir disso, passou a explorar, em seus estudos, o uso de computadores na educação. Para tanto, desde 1967, começou a desenvolver uma linguagem de programação que fosse apropriada para crianças. Seu intuito foi o de desenvolver uma linguagem não como um brinquedo e sim com o poder de uma linguagem profissional. Uma linguagem que fosse acessível a crianças ou pessoas adultas principiantes em programação, mesmo as que ainda não tivessem domínio sobre os caminhos iniciais da matemática.

O autor registra que o nome *Logo*, escolhido para denominar a criação de tal linguagem, ocorreu justamente em função de esta linguagem ser primariamente simbólica, estando a questão quantitativa em segundo plano. Mais do que uma linguagem de programação, o *Logo* adentra uma perspectiva de uma filosofia educacional que possibilita às crianças, mediante o uso do computador, um contato com ideias em Ciências, Matemática e a criação de modelos:

LOGO é o nome de uma filosofia de educação, que é possível graças a uma linguagem sempre crescente de linguagens de computação que acompanha essa filosofia. [...] em LOGO é possível definir novos comandos e funções que podem ser usados exatamente como as funções primitivas de linguagem. LOGO é uma linguagem interpretativa. Isso significa que ela pode ser usada como ferramenta interativa [...] não é um "brinquedo", uma linguagem somente para crianças. Os exemplos mais simples de uso de LOGO neste livro mostram algumas maneiras em que LOGO é especial por ter sido planejada para fornecer muito facilmente e bastante cedo acesso à programação de computadores para principiantes sem conhecimento matemático anterior (PAPERT, 1985, p. 21-22).

Papert (1985) indica que, nos anos de 1968 e 1969, a linguagem *Logo* foi utilizada com estudantes durante todo um ano escolar. Ele declara que também queria

que essa linguagem de programação fosse trabalhada com crianças de ensino fundamental e, até mesmo, na educação infantil. Para tanto, ele apresentou o projeto *Lego tartaruga*, que consistiu no uso de um dispositivo computadorizado que recebia a programação em linguagem *Logo* e executava comandos informáticos.

O mesmo autor objetiva, com seu trabalho de pesquisas educacionais, desenvolver projetos para criar objetos dos quais as crianças pudessem se apropriar às suas maneiras. Tais objetos são chamados por ele de: “objetos-de-pensar-com computacional” (PAPERT, 1985, p. 26).

Papert e Solomon (1971) apresentam no artigo “Vinte coisas para se fazer com o computador” (o primeiro a ser publicado fora do contexto do MIT, na revista *Educational Technology* em 1972) como fazer e programar o dispositivo da *Tartaruga*, descrevendo-o como fácil de montar e barato para fazer. Também orienta como trabalhar com esse dispositivo, revelando alguns conteúdos de Ciências e de Matemática. Os autores relatam, nessa publicação, atividades realizadas com estudantes utilizando o dispositivo da *Tartaruga*. Na Figura 1 é possível observar duas crianças usando o dispositivo da primeira *Tartaruga* de chão. Como possibilidades de uso, os autores citam atividades tais como: programar o dispositivo para fazer desenhos; utilizar sensores para simular um comportamento de uma mariposa; seguir uma pessoa; desenhar algumas formas geométricas, ou espirais, explorando ângulos dentre outras. Em uma perspectiva de “continue construindo”, no último tópico, deixam a mensagem “pensar em mais vinte coisas para fazer”<sup>5</sup> (PAPERT; SOLOMON, 1971, p. 38).

FIGURA 1: PRIMEIRA TARTARUGA DE CHÃO



Fonte: <<https://logothings.github.io/logothings/The80s.html>> Acesso em: 05 nov. 2020.

---

<sup>5</sup> Tradução nossa.

A maior dificuldade revelada por essa pesquisa foi a questão da comunicação do computador com o dispositivo. O fato de terem apontado o dispositivo da *Tartaruga* como de fácil e barata fabricação, não quer dizer que ele fosse acessível. Os computadores utilizados em conjunto com os dispositivos não eram de fácil acesso, em termos de aquisição e de uso, pois a conexão era diferente das que temos hoje, com apenas um cabo *USB*<sup>6</sup>, ou ainda via rede local sem fios.

Os próprios autores descrevem que, na imagem que eles esperavam para os laboratórios de informática nas escolas, um papel importante é atribuído a uma espécie de “porta controladora” pois, a conexão entre computadores e dispositivos podia ser feita com uso de linhas telefônicas ou por *link* de rádio. Os autores apontaram como uma forma mais sofisticada, porém, mais cara de controlar a *Tartaruga*. Para eles, o objetivo era que fosse barato o suficiente para que mais crianças tivessem acesso. O termo “porta controladora” foi utilizado para designar a conexão entre o dispositivo e o computador, sendo que, a partir dessa ferramenta e de uma variedade de suprimentos, como motores e sensores, os estudantes pudessem ter a liberdade para inventar e construir uma variedade de sistemas cibernéticos (PAPERT; SOLOMON, 1971).

Ponderamos que a proposta de uso de computadores na educação, como concebida pelo grupo de pesquisa *Logo* do MIT, foi apresentada em uma época em que os computadores pessoais, tal como temos hoje, eram considerados como uma realidade distante. Sendo assim, mesmo que o dispositivo da *Tartaruga* fosse barato, o maior problema era como as escolas poderiam ter computadores para serem conectados a eles. Além desse problema, também estavam em busca de um controlador para facilitar a conexão entre o computador e o dispositivo.

Papert (1976), em documento que trata de uma nova fase das pesquisas sobre o uso de tecnologias na educação, conduzida pelo grupo *Logo*, apresenta o histórico da pesquisa iniciada em 1968 e como esta demonstrou benefícios para uso na educação. No entanto, reconheceu que os custos impostos pelas indústrias fabricantes de computadores limitavam severamente o uso de computadores em larga escala no contexto educacional.

---

<sup>6</sup> USB (abreviatura de Universal Serial Bus, em português, porta universal) é um padrão de indústria que estabelece especificações para cabos, conectores, e protocolos de comunicação para conexão, comunicação e provimento de energia entre computadores pessoais e seus dispositivos periféricos. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/USB>> Acesso em: 15. fev. 2020.

Assim, de acordo com tal autor, foi necessário ao grupo redefinir seus objetivos: permanecer na pesquisa de modo a conviver com as limitações impostas, ou partir para uma outra perspectiva de pesquisa, de modo a tentar antecipar uma possibilidade de uso dos computadores nas escolas em uma época futura. Isso levou a pesquisa para o objetivo de construir materiais diferenciados na esperança de que pudessem ser adaptáveis à escola, na medida que a tecnologia pudesse ser barateada para o público em geral, numa perspectiva de longo prazo.

Talvez por isso, a partir da década de 1980, Papert tenha passado a divulgar ainda mais sua visão sobre o uso de computadores, como faz no livro *Mindstorms - Children, Computers and Powerful Ideas*, em tradução literal, *Tempestade da mente - Crianças, Computadores e Ideias Poderosas*, no qual apresenta, ao público em geral, suas pesquisas sobre linguagem de programação *Logo* e sua utilização nas escolas:

Neste livro, discutirei como a presença do computador poderia contribuir para os processos mentais não somente como um instrumento, mas, mais essencialmente, de maneira conceitual, influenciando o pensamento das pessoas mesmo quando estas estiverem fisicamente distantes dele [...]. Há, porém, uma enorme diferença entre o que os computadores podem fazer e o que a sociedade decidirá fazer com eles. A sociedade tem muitos meios de resistir a mudanças fundamentais e ameaçadoras. Assim, esse livro aborda opções que em última instância são políticas. Descreve algumas das forças de mudança e algumas das reações a essas forças que se observam quando o computador começa a penetrar no mundo politicamente importante da educação (PAPERT, 1985, p. 16-17).

Nesta época, durante a década de 80, os computadores rebatizados de microcomputadores passaram a ser comercializados para uso pessoal e chegaram também às escolas. Assim, a visão de Papert para utilização de *Logo* passou a ganhar força, e fez com que novamente o grupo *Logo* voltasse às suas expectativas de trabalho com o projeto pioneiro do dispositivo da *Tartaruga*. Após a publicação daquele livro, ocorreu uma aproximação da empresa *Lego*, a fim de firmar uma parceria para o desenvolvimento de dispositivos externos programáveis.

### 3.2 AS PEÇAS DE PLÁSTICO E A TRANSFORMAÇÃO EM PROTÓTIPOS PROGRAMÁVEIS

No ano de 1984<sup>7</sup>, o grupo *Legó* iniciou uma parceria com o MIT em colaboração com Seymour Papert, Stephen Ocko e Mitchel Resnick. Como um dos resultados dessa parceria ocorreu a criação do produto *Legó-Logo*, que uniu as peças de encaixe, já conhecidas de *Legó Technic*, que incluíam motores, vigas e engrenagens, com a linguagem de programação *Logo*.

Apesar de inovador, a limitação do produto ficava por conta de que os dispositivos criados a partir das peças do *kit* precisavam ficar conectados ao microcomputador que os controlava, como podemos observar na Figura 2. Contudo, diferentemente da primeira *Tartaruga* de solo, os estudantes não recebiam o protótipo montado, tendo a possibilidade de construir e programar seus protótipos e não mais ficavam restritos à *Tartaruga* (PRADO; MORCELI, 2019).

FIGURA 2: KIT LEGO-LOGO



Fonte: PRADO; MORCELI (2019).

Esta evolução, referente às primeiras pesquisas com o dispositivo da *Tartaruga*, marcou a necessidade de avançar nas pesquisas. Com tal situação, pesquisadores que se integraram ao projeto, partindo dos pressupostos de seu mentor, Papert, passam a pensar em evoluções que pudessem agregar um pequeno computador às construções dos estudantes, dando a estes ainda mais autonomia.

---

<sup>7</sup> A História do LEGO Group. Disponível em: <<https://www.lego.com/en-us/aboutus/lego-group/the-lego-group-history>>. Acesso em 02 nov. 2019.

Um destes pesquisadores foi Fred Martin, graduado em Engenharia Elétrica e Ciência da Computação pelo MIT, e um dos orientandos de Papert. Após participar ativamente das pesquisas realizadas para o projeto *Logo Brick*<sup>8</sup>, ele dedicou seu projeto de mestrado a apresentar alguns resultados dos experimentos do *Brick* programável utilizado por estudantes do ensino fundamental (MARTIN, 1988).

Este autor apresenta, como apêndice ao seu trabalho, todo o processo de desenvolvimento do protótipo do *Logo Brick*, bem como as questões de configuração do equipamento. Ele revela que o trabalho foi iniciado no ano de 1986 e nomeia a todos da equipe: “na equipe de design inicial estavam (em ordem alfabética) Fred Martin, Steve Ocko, Seymour Papert, Mitchel Resnick, Brian Silverman e Allan Toft (cedido) pela LEGO)”<sup>9</sup> (MARTIN, 1988, p. 74).

Mitchel Resnick (1998) publicou o artigo “*Technologies for Lifelong Kindergarten*” (Tecnologias para o jardim de infância ao longo da vida), que teve como propósito apresentar uma nova geração de materiais manipulativos digitais. Para ele, estes materiais podem permitir que os seus usuários explorem conceitos matemáticos e científicos com a manipulação direta dos objetos físicos. Para isso, descreveu estes materiais como tijolos programáveis que visam a aprendizados mediante uma “abordagem de jardim de infância” envolvendo os estudantes em experiências criativas de aprendizado.

De acordo com Resnick, Rusk e Cooke (1998), as pessoas constroem conhecimentos mais eficazes quando atribuem a eles significados pessoais, envolvendo-se ativamente na construção de algo que seja significativo a si ou aos que estejam próximos.

Assim, com o desdobramento das pesquisas e um intenso período de ideias do *Grupo Lifelong Kindergarten*, do Laboratório de Mídia do MIT, liderado pelo professor Mitchel Resnick, chegaram à criação do *Robotic Commander Explorer* (RCX). Este *Brick*, como podemos observar na Figura 3, é responsável pela comunicação e controle de motores e sensores que podiam ser acoplados aos protótipos.

---

<sup>8</sup> Em língua portuguesa significa bloco, nesse contexto, se refere ao bloco programável dos kits de robótica do LEGO.

<sup>9</sup> Dissertação de mestrado publicada em língua inglesa. Trecho de tradução nossa.

FIGURA 3: BRICK RCX



Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/fpassold/introduo-aos-kits-lego-rcx>> Acesso em: 05 nov. 2020

Além de se preocupar com a criação do *Brick*, os pesquisadores também se dedicaram a aprimorar o ambiente de programação *Logo*, para que os estudantes ficassem ainda mais interessados em sua utilização. Assim, passaram a pensar a programação a partir de gráficos nos quais os blocos pudessem ser arrastados e soltos, aliando a mesma ideia à construção e programação. Esse sistema foi chamado de *Logo Blocks* (CAMPOS, 2019).

A evolução desse sistema ocorreu com a criação do *Robolab*, ambiente de programação voltado ao uso educacional para que usuários de diferentes faixas etárias pudessem escrever uma programação a ser enviada ao *Brick* responsável por executar a programação no protótipo.

A ideia base de *Robolab* é a sua utilização para uma programação baseada em ícones, como exposto na Figura 4, ou seja, é uma linguagem de programação visual, a qual foi desenvolvida pelo Centro Universitário Tufts para Educação e Extensão em Engenharia (CEEO)<sup>10</sup> em Boston, Massachusetts.

<sup>10</sup> Centro Universitário Tufts para Educação e Extensão em Engenharia (CEEO). Lego Engineering. **Plataforma:** Robolab. Boston, 2020. Disponível em: <<http://www.legoengineering.com/platform/robolab/>> Acesso em: 19 out. 2020.

FIGURA 4: INTERFACE ROBOLAB



Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/fpassold/introduo-aos-kits-lego-rcx>> Acesso em 05 nov. 2020

De acordo com Campos (2019), com esse ambiente de programação, agregado ao RCX, nasceu o *Lego Mindstorms RCX* em 1998. Era uma nova linha de produtos que combinava as peças *Lego*, motores elétricos, sensores e engrenagens ao *Brick* programável. Desta forma, estava criado o *kit* de Robótica Educacional como conhecemos hoje (PRADO; MORCELI, 2019).

Para potencializar o uso da Robótica Educacional, sua ação deve ser orientada por uma metodologia, o que enriquece o ambiente de ensino e da aprendizagem (D'ABREU; REIS, 2018).

Para Campos (2019), três categorias podem ser elencadas ao uso da Robótica Educacional, sendo elas: 1) a aprendizagem referente a computação, engenharia e tecnologia, trabalhando precisamente o conhecimento da robótica; 2) a aprendizagem de conteúdos, saberes das disciplinas curriculares; 3) de forma a integrar as duas categorias anteriores.

Este autor nos aponta um detalhamento de sua visão para estas categorias. Na primeira categoria o enfoque é na construção e programação do protótipo, sendo que normalmente ocorre em horário extracurricular. Na segunda, a robótica é vista como um cenário que pode trazer um ambiente diferenciado para que o estudante

possa aprender conceitos trabalhados nas disciplinas curriculares. Por esse motivo, pode ser trabalhada como um projeto específico, em uma perspectiva de extensão de carga horária, enquadrando-se em projetos para participação em feiras e campeonatos, bem como de forma a ser uma atividade inserida no quadro curricular, dentro da carga horária obrigatória. A terceira categoria é menos recorrente, engloba uma união entre as duas primeiras e considera o trabalho de maneira interdisciplinar com a possibilidade de criar um ambiente criativo e científico (CAMPOS, 2019).

Prado e Morceli (2019) asseveram que muitos projetos didáticos passaram a adotar o termo robótica - pedagógica/educativa/escolar/didática como um rótulo, contudo, nem sempre tais projetos demonstram estar alinhados a princípios que norteiam a Robótica Educacional calcada no construcionismo de Papert (2008). Para estes autores, conhecer os princípios do construcionismo para uso da Robótica Educacional permite distinguir propostas fiéis a essa teoria:

Se em um projeto não existe a construção de objetos físicos, não é Robótica Educacional.

Se em um projeto os objetos construídos pelos estudantes não são programados por eles, não é Robótica Educacional. Desde os primeiros trabalhos Seymour Papert se preocupou em envolver as crianças em programação de computadores. Para tornar isso possível ele criou e defendia a criação de linguagens de programação específicas para ser utilizada pelos pequenos.

Se em um projeto o estudante não cria seus objetos de estudos de maneira livre e colaborativa, não é Robótica Educacional. A aprendizagem se desenvolve no processo criativo e colaborativo, onde o estudante adquire conhecimento com/pela e na criação de seus objetos de estudo (PRADO, MORCELI, 2019, p. 40).

O caminho histórico da ascensão da linguagem *logo* aos materiais manipulativos digitais com protótipos programáveis permite vislumbrar a aproximação da robótica a educação. Pesquisas referentes a utilização da linguagem *Logo* e *kits* de Robótica Educacional apresentaram-se também no cenário das práticas e pesquisas brasileiras.

Várias são as pesquisas sobre a temática da Robótica Educacional no Brasil (Zilli, 2004; Valente, 1996; D'Abreu e Reis, 2018; Fortes, 2007; Silva, 2009; Cabral, 2011; Campos, 2011; Castilho, 2018). Estes trabalhos nos mostram que a Robótica Educacional já vem a algum tempo sendo pensada e aplicada em contextos escolares.

Tais leituras nos permitem inferir que o desenvolvimento de projetos com essa temática pode permitir a inserção de propostas educativas voltadas à pesquisa com estudantes da educação básica desde muito cedo.

A construção e automação dos protótipos possibilita, até mesmo carece, de investigação para poder transformar a ideia em produto. Isto pode proporcionar uma maneira de entender, de forma prática, as teorias apresentadas como conteúdo das disciplinas curriculares, bem como, estimular os estudantes a buscarem novos aprendizados.

Ao apresentar o *kit* de robótica para os estudantes, pode ser difícil que as ideias apareçam de forma espontânea, ou pode ser que elas surjam e nem sejam percebidas por eles. Ao contrário do que Papert (1985) deixa transparecer ao proclamar que ideias poderosas surgem de forma espontânea quando o estudante programa em ambiente Logo, algumas experiências de utilização da linguagem demonstraram que isso não foi verdade, sendo necessário o professor trabalhar com o estudante de maneira a mediar o surgimento de tais ideias e ou explicitar ao estudante quando elas acontecem (VALENTE, 1996).

Para avistar a Robótica Educacional enquanto uma perspectiva de ensino, consideramos que é importante aos docentes que desejem utilizá-la em suas aulas, perceber de forma mais aprofundada os embasamentos teóricos subjacentes a esta prática. Para isso, apresentamos no próximo capítulo algumas construções teóricas que ponderam sobre seu uso.

#### **4 CONSTRUTIVISMO PIAGETIANO E CONSTRUCIONISMO DE PAPERT: O QUE A ROBÓTICA EDUCACIONAL TEM A VER COM ISSO?**

Em um contexto no qual a realidade que nos cerca é configurada por um estado contínuo de mudanças e atualizações, o que aprendemos e, evidentemente, a forma como aprendemos, parece ser um importante ponto de discussão. Dadas as condições de um mundo globalizado guiado por perguntas que não mais são supridas por uma única resposta, ou um único ponto de vista, no sentido de que estas requerem uma busca por um conjunto variado de respostas, teorias e práticas se relacionam para encontrar caminhos que levem o sujeito a refletir sobre suas ações.

Assim, para acompanhar os cenários da sociedade na era da informação, as equipes das instituições escolares necessitam planejar contextualmente sobre a formação que desejam oferecer aos estudantes. E ainda, precisam analisar de que forma os direitos essenciais ao ensino e aprendizagem podem ser construídos e consolidados ao longo da educação básica a fim de promover uma formação integral, que permita aos estudantes aprenderem a lidar com os desafios colocados pelo mundo atual, em relação à sua complexidade.

Segundo Kalinke (2004), podemos entender a ascensão das tecnologias por meio de uma analogia, segundo a qual esse movimento acontece como em um túnel, onde não há um retorno para um ponto diferente, por isso, precisamos seguir em frente. No contexto educacional, precisamos sempre buscar novas soluções para velhos e novos problemas. Isto significa estarmos engajados nos processos de transformação, estando atentos às pesquisas e estudos atuais, buscando fundamentação para desenvolver outras técnicas e métodos de ensino, para continuarmos seguindo em frente rumo a experiências pedagógicas que considerem o caminho percorrido e busquem melhorias contínuas para os processos de ensino.

Considerando que o impacto das tecnologias digitais nos modos de viver da sociedade também causa impactos à educação, parafraseando Kenski (2003), esse fenômeno precisa ser refletivo com uma visão ampliada sobre a discussão referente a natureza do que é ciência e do que é conhecimento, ou seja, “exige uma reflexão profunda sobre as concepções do que é saber e sobre as formas de ensinar e aprender” (KENSKI, 2003, p. 45).

Os estudos de Piaget (1983), a partir de uma análise psicogenética de abordagem construtivista, podem fornecer fundamentação para um debate acerca da

gênese do conhecimento. Este teórico postulou seu objeto de estudo em descobrir as raízes do conhecimento do ser humano, desde suas formas mais elementares até chegar ao pensamento científico. Para tanto, Piaget (1983) dedicou grande parte de sua obra ao estudo do desenvolvimento da inteligência em crianças.

Jean Piaget (1896-1980), desde muito jovem demonstrou um interesse pelas questões evolucionárias das espécies, notadamente este interesse o levou para sua formação em Ciências Naturais na Universidade de Neuchâtel, cidade Suíça onde nasceu. Muito influenciado por leituras da área da filosofia e, também, permeado por uma formação em Psicologia, Piaget desenvolveu seus estudos sobre epistemologia, em uma época (inicia suas pesquisas em 1920) em que o empirismo e o inatismo, duas vertentes opostas, eram as correntes que orientavam as discussões sobre origem e evolução do conhecimento. O inatismo considera que o conhecimento se apresenta à medida que nos desenvolvemos, ou seja, nesta visão, somos providos de estruturas de conhecimento preexistentes. O empirismo por sua vez, julga que o conhecimento é resultado das experiências que vivenciamos, isto é, acontece por meio do acúmulo de experiências do sujeito (GOULART, 2013).

Segundo Goulart (2013), a partir de uma reunião entre pesquisadores europeus e americanos em 1975, para discutir os rumos das pesquisas nas áreas de linguística, psicologia e epistemologia, Piaget cunhou o termo construtivismo para denominar a postura teórica por ele encabeçada, por diferenciar-se das teorias postuladas até então, em relação à epistemologia. Ele defende que o conhecimento é fruto da interação do sujeito com o objeto de conhecimento, sendo assim, o sujeito é construtor do seu conhecimento.

Piaget (1983) discorreu sobre a origem da formação de conhecimentos, por ele chamada de Epistemologia Genética, concebendo que o conhecimento vem da ação; o sujeito tem que agir sobre objetos de conhecimento para desenvolver estruturas cognitivas. De forma contrária às correntes behavioristas, que defendem o comportamento por condicionamento, para este autor, não é só o ambiente que determina o conhecimento, temos também as condições biológicas e psicológicas que determinam nosso desenvolvimento.

Um importante ponto a que recorreremos nas obras de Piaget, refere-se a sua visão sobre “A Epistemologia das Matemáticas”, como denominado por ele. Para Piaget (1983), as relações que o sujeito atribui às estruturas matemáticas se caracterizam por uma necessidade, portanto são construídas. Sendo assim, uma

construção necessária que suscita uma ação de mecanismos para sua construção. Para ele, mesmo as situações mais modestas em experiências matemáticas podem ser comparadas às relações decorrentes de níveis superiores de pensamento científico. Considerando as experiências como pontos de partida que o sujeito dispõe para alcançar novas estruturas de pensamento, denomina essa ação como “experiências lógico-matemáticas”:

De fato, os primeiros passos matemáticos podem parecer empíricos: reunir e dissociar os elementos de um instrumento para ensinar as crianças a contar, verificar a comutatividade pela permutação de subcoleções, etc. Contraditoriamente, porém, à experiência física, em que os dados são obtidos dos caracteres, pertencentes à natureza do objeto, a leitura dessas “experiências lógico-matemáticas” recai apenas sobre as propriedades introduzidas pela ação no objeto (reuniões, ordem, etc.): e é então natural que essas ações, uma vez interiorizadas em operações, possam ser executadas simbolicamente e portanto dedutivamente, e que, à medida que as múltiplas estruturas operatórias se elaboram a partir dessas formas elementares, seu acordo com os “objetos quaisquer” fica assegurado com isto que nenhuma experiência física poderia desmentir, visto que se referem às propriedades das ações e operações e não dos objetos (PIAGET, 1983, p. 49).

As estruturas operatórias a que se refere neste trecho são referentes a fases/estágios de desenvolvimento estudados por Piaget, entendendo desenvolvimento como um processo amplo, que se relaciona com a totalidade das estruturas de conhecimento.

Slomp (2009)<sup>11</sup> nos apresenta alguns apontamentos referentes a visão de Piaget sobre aprendizagem e conhecimento. Para Piaget (1983), o problema central do conhecimento é compreender a complexidade de tais estruturas, sua formação, elaboração, organização e funcionamento, pois uma operação é uma ação interiorizada que modifica o objeto do conhecimento. Para ele, a partir de quatro grandes estágios de desenvolvimento: sensorio-motor, pré-operatório, operatório-concreto e operatório formal, o sujeito encontra condições de avançar em seu desenvolvimento. Estes estágios são permeados por outros fatores que possibilitam um encadeamento de ações, sendo esses os fatores: o biológico, o meio físico

---

<sup>11</sup>Texto traduzido para a disciplina, Desenvolvimento e Aprendizagem sob o Enfoque da Psicologia II, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, por Paulo Francisco Slomp do original incluído no livro de: LAVATTELLY, C. S. e STENDLER, F. Reading in child behavior and development. New York: Hartcourt Brace Janovich, 1972. Que, por sua vez, é a reimpressão das páginas 7-19 de: RIPPLE R. e ROCKCASTLE, V. Piaget rediscovered. Cornell University, 1964.

(ambiente), o meio cultural (transmissão social) e o fator por ele estudado, a equilíbrio. Os estágios de desenvolvimento são:

Período sensório-motor: há uma série de situações ocorridas nos primeiros meses de vida que organizam estruturas do sujeito, para desenvolver um pensamento representativo.

Período pré-operatório: com o início da linguagem, da função simbólica e do pensamento por representação, constroem-se as primeiras experiências do período sensório motor.

No estágio das operações concretas, tais operações ocorrem com o amparo ao objeto físico e ainda estão em desenvolvimento para o nível de hipóteses a serem expressadas verbalmente.

Já no estágio operatório formal, são desenvolvidas as operações hipotético-dedutivas, passando a raciocinar também a partir de hipóteses. Piaget (1983), inclusive, faz uma série de apontamentos acerca da possibilidade de que outras estruturas, em relação a matemática, sejam desenvolvidas neste estágio como lógica proposicional e estruturas combinatórias.

Para ele, uma operação nunca se dá de forma isolada. Ela perpassa pelos fatores, como apontados anteriormente, de maturação, experiências dadas pelo meio e pela cultura que o sujeito vivencia. Contudo, um importante fator por ele acrescentado é a equilíbrio que ocorre por meio de outros processos.

A assimilação e a acomodação são processos que permitem conhecer o mundo. Dessa forma, o conhecimento se realiza mediante a curiosidade para a construção contínua e modificada pela interação com a realidade, ou seja, com o objeto de conhecimento, sendo assim, a “assimilação é conservadora e tende a submeter o meio ao organismo tal qual ele é, ao passo que a acomodação é fonte de mudanças e sujeita o organismo às coações sucessivas do meio” (PIAGET, 1996, p. 359).

Entretanto, mediante as assimilações, ao integrar os elementos externos, o sujeito precisa ajustar as estruturas, acomodando-as conforme as interações. As estruturas relacionam-se com a inteligência de forma que o funcionamento cognitivo e as relações do sujeito com objetos de conhecimento promovam significações. Dessa forma:

A atividade intelectual começa com a confusão da experiência com a consciência de si, por causa da indiferenciação caótica da acomodação e assimilação. Ou seja, o conhecimento do mundo exterior se inicia com a utilização imediata das coisas, ao passo que o conhecimento de si é obstruído por esse contato puramente prático e utilitário (PIAGET, 1996, p. 361).

A interação, elemento relevante no construtivismo piagetiano, é fator importante a ser levado em consideração na Robótica Educacional como condição importante na geração de conhecimento. Dessa forma, o ambiente de aprendizagem em que a robótica se desenvolve, fundamentado no construtivismo, procura reestruturar os conhecimentos acomodados por meio de novas experiências, de maneira que o estudante, ao construir seus projetos e protótipos, tende a ter abertura para novas descobertas e conclusões, a partir de conhecimentos anteriores, que se configuram para além da visão de substituição de um conhecimento por outro.

Campos (2019) nos apresenta sua visão sobre o construtivismo junto à Robótica Educacional. Para ele, essa prática pode ser tida como uma reorganização do que já foi estruturado para um outro nível. Não se trata de reproduzir respostas prontas, mas sim de desenvolver novas soluções; depende da autonomia do sujeito para agir a partir de suas estruturas internas.

Este apontamento nos aproxima ao que apresentamos sobre a teoria da reorganização de Tikhomirov (1981), sendo que este autor aborda o uso de computadores como uma possibilidade de liberação da mente humana ao pensamento criativo.

Jean Piaget lançou luz sobre novas perspectivas de entendimento do desenvolvimento e da aprendizagem por meio da psicologia e da epistemologia, investigando a gênese do conhecimento. Com isso, a partir de suas pesquisas e a vasta produção publicada que alcançou ao longo de sua vida, suas obras tornaram-se relevantes para discussão de pesquisas nestas áreas. Ao assumir o conhecimento como um processo de construção, assume-se a condição de que a criança pensa diferente do adulto. A partir dessa premissa, pode-se erroneamente tentar transportar a teoria construtivista de forma direta ao ensino.

O construtivismo, para Becker (2001), significa a ideia de que o conhecimento não é dado de forma pronta e acabada em nenhuma instância. Para este autor, o conhecimento pode ser visto como um conjunto de possibilidades que podem ou não ser realizadas. É, portanto, uma teoria sobre o movimento do pensamento que surge

do avanço da filosofia e das ciências, que nos permite interpretar e nos situar como sujeitos nesse novo contexto.

É importante salientar que os estágios de desenvolvimento propostos por Piaget (1983) não podem ser deduzidos como uma forma de adequação pedagógica para o ensino, pois esta não era sua intenção, ele pouco adentrou neste terreno.

Ao considerarmos neste trabalho que o objeto de estudo do professor é o conhecimento, é pertinente uma reflexão sobre a natureza desse conhecimento. Para Becker (2001), é necessário ao professor descolar-se do senso comum sobre as origens do conhecimento. Para este autor, por vezes, o professor é levado a pensar no assunto, ora de maneira apriorista, ora empirista, porém, sem um devido aprofundamento sobre o tema. Essa estrutura tende a se romper à medida que o professor passa a refletir sobre suas práticas:

Ao apropriar-se de sua prática ele constrói - ou reconstrói - as estruturas do seu pensar, ampliando sua capacidade, simultaneamente, em compreensão e em extensão. Essa construção é possível uma vez que ele tem a prática, a ação própria; e, também, porque ele se apropria de teoria(s) suficientemente crítica(s) para dar conta das qualidades e dos limites de sua prática. Essas duas condições são absolutamente indispensáveis para o avanço do conhecimento, para a ruptura com o senso comum na explicação do conhecimento (BECKER, 2001, p. 75-76).

Na perspectiva de que o professor deve buscar teorias científicas que embasem uma visão crítica sobre a natureza do conhecimento, e, entendendo que Piaget (1983) teve um trabalho exponencial para o debate acerca desta temática, parece ser plausível que suas pesquisas tenham alcançado propostas de ensino. O importante a ressaltarmos é que a teoria construtivista não foi desenvolvida para aplicação de forma direta ao ensino.

Para Goulart (2013), os pressupostos do construtivismo podem fundamentar propostas de ensino, mas a opção por aderir a essa teoria como fundamentação demanda, dos professores, a consciência de sua complexidade e, por conseguinte, leituras e reflexões para entender a sua essência. A autora assevera que, além do aprofundamento teórico, é necessário ter como característica uma aptidão para observação, o que permitirá realizar uma mediação a partir da demonstração de raciocínio, sem apressar-se em fazer antecipações aos processos do estudante.

No tocante à adoção do construtivismo ao método de ensino, a autora afirma que existem várias teorias que podem fundamentar o trabalho docente e que, “o

melhor método de ensinar é aquele que o professor conhece bem e no qual acredita, por isto o aplica com sucesso” (GOULART, 2013, p. 136).

Ao entender que Piaget não apenas criou uma teoria sobre a gênese do conhecimento e seu desenvolvimento, mas também criou um modelo explicativo para esta representação, Becker (2001) considera que as propostas pedagógicas podem levar em conta os avanços alcançados por tal teoria. Como apontado por este autor, para Piaget, pensar é agir sobre um objeto e, a partir dessa ação, transformá-lo.

Em consonância com esta visão, Papert após graduar-se em seu segundo doutorado, na Universidade de Cambridge na Inglaterra, passou a trabalhar com Jean Piaget, de 1958 a 1963. Essa aproximação deu-se em função de que Piaget procurou investigar as experiências físicas e lógico matemáticas de carácter cognitivo e, assim, entender as transformações que os sujeitos atribuem às relações com os objetos. Piaget queria entender melhor como as crianças aprendem matemática, então, naturalmente recorreu aos matemáticos.

Papert apresenta de forma muito clara em suas obras a influência obtida pelo tempo em que trabalhou com Piaget. As considerações provenientes da Epistemologia Genética sobre a lógica decorrente da interação entre sujeito e objeto, o fazem desenvolver uma maneira de pensar semelhante à de Piaget. Ele apresenta uma compreensão de que a aprendizagem deve ser concebida a partir de algo, e defende que o que o indivíduo pode aprender, e, o como ele aprende depende do meio, dos modelos e materiais disponíveis (PAPERT, 1985).

Desta maneira, Papert (2008) preocupou-se em realizar uma reconstrução própria, a partir da teoria construtivista, para desenvolver uma teoria, diferentemente da de Piaget, que fosse voltada ao uso educacional. Para além da ênfase ao cognitivo, preocupou-se também com o aspecto afetivo, de atribuição de significado ao conhecimento. Inclusive, concebeu sua teoria de forma inovadora para a época, por levar em conta o uso do computador para novas possibilidades de ensino, considerando que o fez muito antes que os computadores tivessem o uso social como temos hoje, num tempo em que o acesso a eles era difícil.

De mesmo modo que Piaget, Papert enxerga a criança como construtora de conhecimento. No entanto, afirma que, distintivamente a Piaget, não vê a questão do desenvolvimento de conceitos considerados mais complexos, de maneira mais lenta, em função da necessidade de a criança atingir certo estágio de desenvolvimento, e

sim, por considerar a inexistência de materiais que sejam pertinentes para assimilar tais conceitos, tidos como complexos. Nas palavras de Papert (1985):

Se realmente olharmos "a criança como um construtor" estamos no caminho de uma resposta. Todos os construtores necessitam materiais para suas obras. Meu ponto de discordância com Piaget é quanto ao papel atribuído ao meio cultural como fonte desses materiais. Em alguns casos, o meio cultural fornece os materiais em abundância, facilitando assim o aprendizado construtivo piagetiano. Por exemplo, o fato de que tantas coisas importantes (garfos e facas, pais e mães, meias e sapatos) aparecem aos pares é um "material" para a construção do significado intuitivo de números. Mas em muitos casos em que Piaget explicaria o desenvolvimento mais lento de um conceito através da sua maior complexidade ou formalidade, eu vejo o fator crítico como sendo a relativa pobreza do meio cultural em materiais que tornariam o conceito simples e concreto (PAPERT, 1985, p. 21).

Percebemos, assim, um dos objetivos principais de Papert. A fim de remodelar a forma como a matemática é aprendida, o autor afirma que, ao adquirir habilidades em utilizar um computador, e por isso ele entende assimilar e acomodar, princípios e conceitos para programação de um computador, dá-se abertura para uma nova forma de aprendizagem. Desta maneira, a estrutura mental que esta atividade demanda, pode mudar a forma como a criança aprende outras coisas, mesmo os conceitos tidos como mais complexos na matemática.

Para definir uma abordagem de educação que permeia os pressupostos teóricos adotados por ele, ao uso de computadores no ensino, Papert (2008) utilizou o termo construcionismo. Este autor considera as experiências trazidas pelas crianças, como um meio importante para envolver-se em um processo que a leve a construir uma nova aprendizagem.

Para Campos (2019), essa teoria leva a uma concepção de uso do computador no ensino para além da visão construtivista, que considera necessária uma progressiva internalização de ações para que ocorra o desenvolvimento e a aprendizagem. O construcionismo acrescenta a essa visão a ideia de que a aprendizagem se torna mais eficaz quando é proporcionada por um contexto consciente em que o aprendiz pode construir suas ideias e representá-las no mundo real.

A perspectiva construcionista de ensino privilegia o concreto, no sentido de que ao proporcionar para o estudante uma possibilidade de construção pública, ou seja, tanto algo físico como um castelo de areia ou alguma construção de pensamento como a teoria do universo, o motor que move essa forma de ensino é a questão de

que o produto pensado deve ser mostrado, discutido e analisado. Dessa forma, possibilitando de maneira mais concreta também ao professor examinar mais de perto a ideia da construção que ocorre na mente do estudante. Deste modo, pondera-se sobre a questão do processo de ensino, aliado ao contexto, ao conteúdo e à capacidade que a criança tem de aprender por si própria, assim, o construcionismo é tido um conjunto de peças que possibilitam uma construção (PAPERT, 2008).

De maneira interessante, Papert (2008) utiliza-se de um provérbio africano para expor dois importantes aspectos da teoria construcionista, a matemática e o micromundo:

[...] se um homem tem fome, você pode dar-lhe um peixe, mas é melhor dar-lhe uma vara e ensiná-lo a pescar. A educação tradicional codifica o que pensa que os cidadãos precisam saber e parte para alimentar as crianças com esse “peixe”. O construcionismo é construído sobre a suposição de que as crianças farão melhor descobrindo (“pescando”) por si mesmas o conhecimento específico de que precisam; a educação organizada ou informal poderá ajudar mais se certificar-se de que elas estarão sendo apoiadas moral, psicológica, material e intelectualmente em seus esforços. *O tipo de conhecimento que as crianças mais precisam é o que as ajudará a obter mais conhecimento.* É por isso que precisamos desenvolver a matemática. Evidentemente, *além de conhecimentos sobre pescar, é também fundamental possuir bons instrumentos de pesca - por isso precisamos de computadores - e saber onde existem águas férteis - motivo pelo qual precisamos desenvolver uma ampla gama de atividades matematicamente ricas, ou “micromundos”* (PAPERT, 2008, p. 135, grifos nossos).

Em relação aos grifos acrescentados à citação, consideramos importantes tais marcações para demonstrar ênfase a três pontos que se vislumbram nesse trecho. A primeira frase grifada remete ao pressuposto de que as crianças constroem ricas experiências de aprendizagem antes mesmo de iniciarem a vida escolar e esse conhecimento precisa ser levado em conta, para obterem mais conhecimento. A segunda marcação aponta para a questão de que os materiais, os “instrumentos de pesca”, são uma parte fundamental no processo de construção do conhecimento. O terceiro trecho grifado, refere-se à questão de que as atividades e os ambientes, podem se apresentar como águas férteis para propiciar o conhecimento.

Revela-se, assim, uma tríade 1) conhecimento prévio/contéudo, 2) materiais e 3) ambiente, cuja intenção é conceber uma visão de educação, em que o conhecimento não é transmitido, mas entendido como uma construção, via realização de trabalhos de forma concreta.

Ainda nesta passagem, bem como em boa parte da obra de Papert (1985, 2008), verifica-se uma crítica aos moldes do processo de escolarização, em sua visão, admitidos pela sociedade, nos quais o ensino (determinado por currículos e conteúdos) prevalece sobre a aprendizagem. O autor não chega a negar a necessidade do papel da escola e do ensino. No entanto, como já apontamos anteriormente, prega o mínimo de ensino e o máximo de aprendizagem e ainda afirma: “Evidentemente, não se pode atingir isso apenas reduzindo a quantidade de ensino, enquanto se deixa todo o resto inalterado” (PAPERT, 2008, p. 134).

Desta forma, tal autor considera a Matética (conjunto de princípios norteadores que regem a aprendizagem) um importante fator para superar o que ele denominou de *matofobia* (medo de matemática e de aprender matemática). São princípios matéticos por ele enumerados: relacionar algo novo a algo já conhecido e também dar sentido ao que será aprendido. Nesse ponto de vista, explorar passa a ser uma palavra-chave, juntamente com a ação sobre determinado objeto, de forma deliberada e consciente, de forma a aproximar a criança de atividades matéticas utilizadas por pessoas adultas que aprendem a encontrar um estilo pessoal de aprendizagem. Isto deve ser próprio de cada um, o vir a conhecer não pode ser executado por outrem (PAPERT, 1985).

Já o termo micromundo, pode ser contextualizado como a perspectiva de colocar o estudante em um cenário que possibilite um encadeamento de ideias, por meio de um ambiente no qual a criança explore elementos ricos em descobertas para ela, resultando em uma construção própria. “O micromundo relevante se encontra despido de complexidade, é simples, atingível” (PAPERT, 1985, p. 194).

Este ambiente pode ser construído de maneira real, por exemplo, com um micromundo que incorpora a correspondência termo a termo, em razão da observação e vivência que a criança experimenta, ao distribuir balas aos colegas. Ou seja, o micromundo se dá à medida que a criança enfatiza uma ação como significativa, e a partir disso, passa a visualizar e estabelecer relações e regras. Também como uma simulação em um micromundo computadorizado, em que o estudante alcance esse ambiente, quanto mais distante de sua realidade, permitindo então, visualizar e capturar uma possível aproximação e conceituação de temas mais abstratos como as Leis de Movimento de Newton, na Física, por exemplo (PAPERT, 1985).

Pode-se perceber alguns aspectos da teoria do construcionismo em um projeto apresentado na MNR, no ano de 2018. O trabalho intitulado *A aprendizagem*

da matemática através do *PianoCalc* foi realizado por estudantes de 7º e 8º ano de uma escola pública do estado Espírito Santo. Ele foi desenvolvido em aulas de Robótica Educacional, em contraturno escola, e buscou construir um protótipo de um tapete piano matemático (*PianoCalc*). Para tanto, os estudantes utilizaram notebook, a plataforma eletrônica Arduino<sup>12</sup> com uma programação realizada em linguagem C++, além de alguns sensores e atuadores eletrônicos e materiais alternativos para a confecção do tapete.

Para os autores, a principal função para criação do tapete foi a de executar cálculos simples e reproduzir notas musicais para criação de um ambiente de jogo interativo e, com isso, desenvolver interesse, se dedicar e compreender conteúdos matemáticos (PAULA et al., 2018).

O jogo consiste em apresentar na tela do notebook uma operação básica. O jogador tem um tempo de 5 segundos para realizar o cálculo mental e pressionar no tapete a resposta que considera adequada. O programa grava as respostas oferecidas pelo usuário e, no final do jogo, apresenta a sequência de notas que o jogador conseguiu, dependendo de suas respostas. Se todas as repostas estiverem corretas, a sequência de notas apresenta a melodia da cantiga popular *pirulito que bate bate*. Contudo, se alguma resposta estiver incorreta, a programação apresentará uma nota musical diferente e as notas musicais não serão apresentadas de forma harmônica.

Conforme relatado pelos autores, o processo de construção dessa experiência ocorreu durante alguns meses e passou por várias etapas: a ideia inicial do tapete, passando a montagem do protótipo em miniatura, a construção em tamanho real, até chegar aos primeiros testes da versão beta, como podemos observar na Figura 5, com as imagens que foram disponibilizadas juntamente com o trabalho publicado sobre o relato de experiência.

No decorrer desse processo, o envolvimento dos estudantes ocorreu de forma gradativa, sendo que, de acordo com o relato, o desenvolvimento do projeto resultou em um maior interesse dos estudantes para o entendimento da resolução de cálculos.

---

<sup>12</sup> O Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em *hardware* e *software* fáceis de usar. Destina-se a qualquer pessoa que faça projetos interativos. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>> Acesso em: 01 fev. 2020.

FIGURA 5: ETAPAS DE CONSTRUÇÃO DO PIANOALC



Fonte: <<http://sistemaolimpico.org/midias/uploads/941cfe1ca45123090f37a54341ebd4e.pdf>> Acesso em 01 fev. de 2020.

Por apresentar elementos construcionistas, como princípios da matemática que atribuem sentido ao que virá a ser aprendido, de maneira a relacionar algo novo, neste caso, a construção de um protótipo e a programação de um algoritmo para o jogo, a algo já conhecido, as operações básicas de adição, subtração, multiplicação e divisão, propicia a exploração e o agir sobre um objeto de conhecimento. E ainda, por meio de um micromundo, de uma aventura matemática de criação de um jogo, que permite um ambiente instigante com desafios e descobertas, de modo a levar a construção e reconstrução próprias a cada estudante, diante dos conteúdos trabalhados, o relato apontado nos leva a presumir que o desenvolvimento do trabalho tenha se apresentado como uma forma de envolver os estudantes na construção de uma nova aprendizagem.

Em um contexto consciente de representação de ideias por meio de construções reais, apresentamos a questão mencionada por Papert (2008) de proporcionar ao estudante uma construção pública, a qual, quando analisada e discutida pelo grupo, oferece ao professor elementos que podem levá-lo a perceber as estruturas de conhecimento construídas mentalmente pelos estudantes e concretizadas em suas construções. Além disso, o processo, desde a criação até a elaboração do produto final, pode indicar uma forma de alcançar o que apresentamos em relação ao conhecimento de maneira coletiva (LÉVY, 2015), podendo ainda ter sido uma forma de reorganização (TIKHOMIROV, 1981) de construções intelectuais para alguns estudantes, de maneira mais particular, ao reencontrar conteúdos já trabalhados.

Em relação ao exposto sobre a visão de uso da Robótica Educacional enquanto possibilidade para novas perspectivas de ensino, avistamos, também, a necessidade de significar a visão de aprendizagem inerente a esta temática. Para tanto, temos em Piaget e Papert algumas construções teóricas que podem nos oferecer embasamento para que a robótica seja vista como um recurso que permite conceber um ambiente diferenciado por meio da criação e programação de um dispositivo robótico, no qual o estudante possa aprender os conceitos e conteúdos propostos pelos programas curriculares.

No próximo capítulo, realizamos um recorte do contexto de uso das tecnologias na RME de Curitiba para chegar ao uso Robótica Educacional.

## 5 TECNOLOGIAS DIGITAIS NA REDE MUNICIPAL DE ENSINO DE CURITIBA

A Robótica Educacional na Rede Municipal de Ensino de Curitiba (RME) é desenvolvida nas escolas por meio da utilização de *kits* de robótica da *Legó*. As oficinas conduzidas pelos professores dentro das unidades, em sua maioria, ocorrem em período contraturno e as equipes também podem optar por participar de torneios e mostras. A Coordenadoria de Tecnologias Digitais e Inovação (CTDI), um braço da SME, está à frente do projeto da Robótica Educacional na Rede e mantém uma página<sup>13</sup> no site institucional denominada *Projeto de Robótica e Linguagem de Programação*.

Esta página mostra um breve histórico referente à Robótica Educacional no município, apresentando-a como uma modalidade de ensino que prevê a aprendizagem por meio da construção de modelos autômatos, com uma aprendizagem a partir da construção de robôs capazes de executar tarefas e solucionar os problemas propostos (CURITIBA, 2019).

Destaca-se que o Projeto de Robótica como aula extra-classe (em contraturno escolar) vem sendo desenvolvido desde 2004. Segundo o texto dado pelo site, conta com materiais, formação continuada e bolsas aos profissionais que desenvolvem as atividades do projeto, além de outros recursos materiais como apoio para visitas de estudos e participação em eventos. O Projeto Robótica Educacional em Contraturno Escolar, é direcionado aos estudantes de Ensino Fundamental - Anos Finais, para as escolas que procuram pela adesão e, desde sua implantação, o projeto atende a uma procura média de seis escolas por ano.

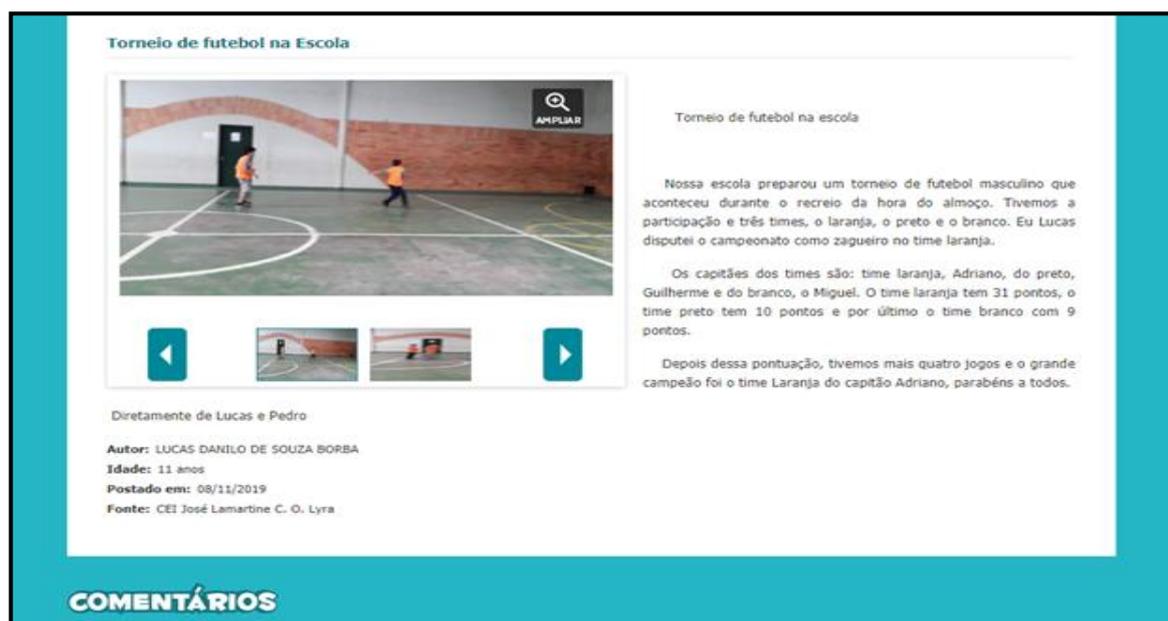
Segundo o histórico apresentado na página citada, no ano de 2002 foi realizado um evento promovido pela SME, chamado de *Instituto de Inverno*, com a presença de pesquisadores do MIT. Cerca de 200 profissionais da educação participaram de uma imersão de duas semanas ao longo do mês de julho, em atividades envolvendo a temática de tecnologias para uso escolar. Nesse evento, foram oferecidas oficinas com os *kits* de montagem *Legó* e linguagem de programação *Logo*. A partir dessa iniciativa, em 2004, o município fez a aquisição de *kits* de montar *Legó* para todas as escolas. Contudo, como mencionamos, estes *kits* acabaram sendo

---

<sup>13</sup> Disponível em: <<https://educacao.curitiba.pr.gov.br/conteudo/historico/8952>> Acesso em: 8 dez. 2019.



FIGURA 7: NOTÍCIA PUBLICADA NA PÁGINA DA ESCOLA



Fonte: <<https://extraextra.curitiba.pr.gov.br/gazeta/atualizacao/37697>> Acesso em: 02 fev. de 2020.

Para chegar a esses projetos, houve um histórico progressivo para implantação de tecnologias e mídias educacionais na RME de Curitiba. Endlich (2016) relata-nos que, no ano de 1998, iniciou-se junto a SME uma ação institucional para implantação de laboratórios de informática nas escolas por meio do projeto *Digitando o futuro*. Segundo a autora, o processo de implantação ocorreu de forma descentralizada, sendo que os recursos financeiros foram repassados às escolas, para a aquisição de equipamentos, instalações elétricas e lógica (rede de comunicação entre computadores), mobiliário, capacitação, acompanhamento pedagógico e *softwares* educacionais.

Um interessante fato histórico é que, anteriormente a esta ação, no ano de 1996, quando todas as escolas dispunham de televisores nas salas de aulas, a RME de Curitiba incentivou o desenvolvimento do projeto *TV professor*, sistema próprio da Prefeitura de Curitiba, que vinculava programação educativa produzida pela SME para as escolas via satélite. De 1996 a 2000, a produção era realizada em parte pela SME, e o restante ficava a cargo de instituições conveniadas. De 2001 a 2005, a produção era totalmente realizada pela SME, sendo que em 2005, o projeto cessou (ENDLICH, 2016).

Ainda sobre o projeto *Digitando o Futuro*, Duarte e Espínola (2008) registram que, a partir do ano 2000, ele foi expandido para os Faróis do Saber, com o propósito

de possibilitar acesso à *internet* de forma livre e gratuita a toda a população. Para os autores, os faróis do saber cumpriram a tarefa de proporcionar computadores e *internet* para a comunidade. No entanto, relatam que havia pouca articulação dos usuários dentro do meio virtual, sendo raras as redes sociais criadas por meio da *internet*. Segundo dados levantados por estes autores, 85% dos contatos realizados via *internet* se estendiam a contatos pessoais dos entrevistados, sendo 54% com pessoas encontradas sempre, 33% às vezes e 13% raramente. De todos os contatos mantidos pelos entrevistados, apenas 11% foram conhecidos pela *internet*.

Os Faróis do Saber são espaços públicos que originalmente funcionavam como bibliotecas de bairro para escolas e comunidades. Em 1994, inaugurou-se o primeiro deles. No ano seguinte, foi inaugurado o *Farol das Cidades*, a primeira biblioteca pública da América Latina a disponibilizar *internet* gratuita à comunidade. Atualmente existem quarenta e seis Faróis do Saber, sendo trinta e quatro vinculados a escolas municipais; nove situados em logradouros públicos, como praças, e três bibliotecas temáticas (Bosque Alemão, Hideo Handa e Farol do Saber Gibran Khalil Gibran) (CURITIBA, 2018).

Ampliando a questão sobre o uso dos Faróis do Saber como parte das estratégias de inserção de tecnologias digitais na RME de Curitiba na comunidade, no ano de 2017, estes equipamentos passam para uma terceira fase. A organização dos Faróis do Saber como bibliotecas continua, assim como a disponibilização de computadores e o acesso à *internet* para a comunidade. O diferencial passou a ser, desde então, a utilização da estrutura física como um espaço *maker*<sup>15</sup>.

Isso quer dizer que esse espaço passa a ser considerado como um ambiente de aprendizagem inovador, com oferta de experiências para estudantes e a comunidade que privilegiam o uso de materiais aliados a uma metodologia criativa para o desenvolvimento de projetos. Com isso, os espaços foram renomeados para *Farol do Saber e Inovação*, ressignificando a forma de interação dos frequentadores

---

<sup>15</sup>*Maker* é um termo que remete geralmente a pessoas que costumam construir coisas (faça você mesmo), consertar objetos, compreender como estes funcionam, em especial os produtos. A reunião destas pessoas em comunidades, passou a criar bases para o que veio a se chamar de Movimento *Maker*, que desenvolveu um conjunto de valores próprios e que tem chamado a atenção de educadores pelo potencial de engajar os estudantes em atividades de aprendizagem muito diferentes da educação tradicional. As atividades *maker* geralmente estão associadas a construção de objetos com uso de tecnologia. As atividades possuem propósitos diversos que incluem o uso de equipamentos de fabricação digital como Impressoras 3D, cortadoras a laser e também *kits* de robótica, programação, costura, marcenaria e outras técnicas. Disponível em: <<https://porvir.org/espaco-maker-e-o-fim-da-era-do-laboratorio-de-informatica/>> Acesso em: 14 de fev. de 2020.

desses locais (CURITIBA, 2018). Conforme apresentado pelo documento que trata da implantação da terceira fase dos Faróis do Saber, mais uma vez, uma proposta da Prefeitura de Curitiba para inserção de tecnologias, coaduna-se a uma proposta desenvolvida em pesquisas realizadas no MIT.

A abordagem pedagógica adotada para o desenvolvimento dos projetos é a aprendizagem criativa, proposta difundida por Resnick (2020), com o desdobramento das pesquisas do grupo *Lifelong Kindergarten* do MIT. A aprendizagem criativa é baseada em quatro pilares – *Paixão, Projetos, Pares e Pensar Brincando*. Seu intuito é desenvolver experiências de aprendizagem que possibilitem às pessoas de todas as idades e contextos projetar, criar, experimentar e explorar. Para Resnick (2020) esses princípios, tão caros ao jardim de infância, deveriam se estender ao longo de toda a vida.

Diante desta abordagem de desenvolvimento de projetos em perspectiva *maker*, os equipamentos dos Faróis do Saber adotam um trabalho que entrelaça o fazer manual ao uso de tecnologias digitais:

Eles inserem, em seu acervo de atividades culturais, experiências de aprendizagem que celebram o fazer e a criatividade, por meio do trabalho com modelagem e impressão 3D, computação criativa e linguagem de programação, produção de mídias, prototipagem eletrônica, criação de brinquedos autômatos, construção de narrativas mão na massa, robótica de baixo custo, entre outras atividades (CURITIBA, 2018, p. 20).

Nesse processo histórico de inserção de tecnologias atualizadas, em especial, da Robótica Educacional como uma das estratégias de uso de tecnologias digitais na RME de Curitiba, após a aquisição dos *kits* de robótica *Legó*, no ano de 2004, formaram-se equipes de estudantes do Ensino Fundamental Anos Finais que participaram de oficinas de robótica. Estes estudantes começaram a participar de torneios e eventos, com a *First Lego League* (FLL) e *Olimpíada Brasileira de Robótica* (OBR), obtendo algumas premiações. Em 2015, ocorreu uma parceria entre a RME de Curitiba e Instituto Federal do Paraná (IFPR) para a realização de assessoramentos junto às equipes de Robótica Educacional das escolas de Ensino Fundamental Anos Finais, que já participavam do projeto em contraturno escolar.

Em 2018, com o intuito de ampliar o trabalho com Robótica Educacional na RME de Curitiba, a SME lançou um projeto que passa a considerar, de maneira mais engajada, o trabalho com robótica para estudantes do Ensino Fundamental Anos

Iniciais. Deste modo, 185 unidades educacionais de Ensino Fundamental Anos Iniciais e Finais receberam, cada uma, 10 *kits* de robótica *Ludobot*, fabricados pela empresa Microduino. Os professores dessas unidades começaram a receber formação e acompanhamento para desenvolverem ações envolvendo a robótica com os conteúdos curriculares, ou seja, em horário destinado às atividades curriculares regulares.

Devido à novidade de implantação do projeto, não iremos ponderar, neste momento, os aspectos relacionados à formação de professores, nem relacionados ao desempenho de aprendizagem dos estudantes, pelo fato de o material ser uma novidade inserida aos professores.

Nossa questão norteadora centra-se em revelar de que modos o *Ludobot* pode ser trabalhado na Robótica Educacional de forma a evidenciar conceitos matemáticos para estudantes nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Para tanto, descrevemos algumas características do material, no intuito de abrir caminhos para uma análise acerca de sua aplicabilidade para uso com estudantes do Ensino Fundamental Anos Iniciais no Ensino de Matemática.

## 5.1 LUDOBOT: CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL E APLICABILIDADE PARA O ENSINO FUNDAMENTAL ANOS INICIAIS

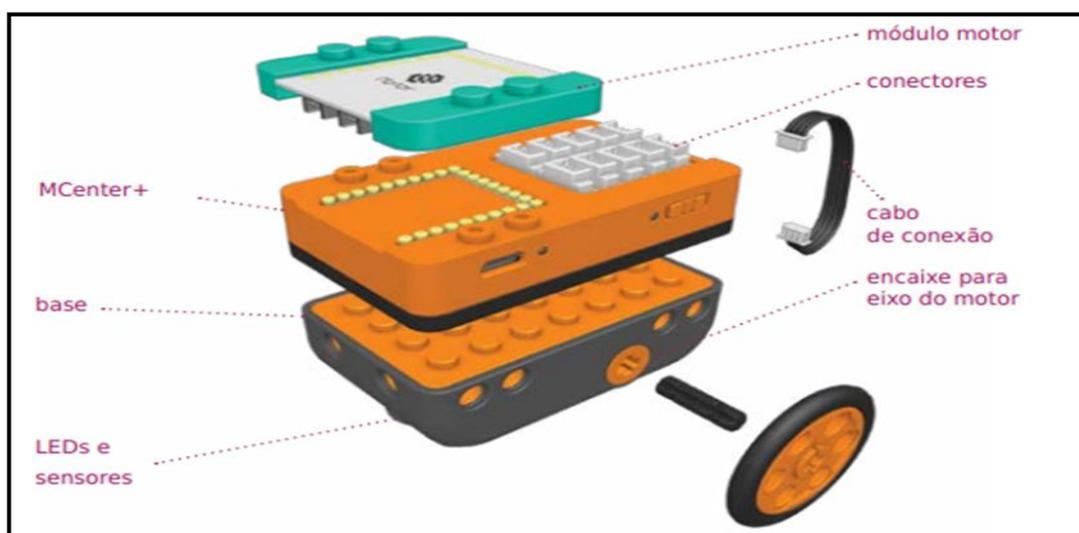
O material oferecido às escolas é um *kit* composto por quatro grupos de peças eletrônicas, motores, sensores, atuadores e conectores. O microcontrolador mCenter+ recebe a programação realizada no computador por meio de conexão via cabo de entrada USB. A programação também pode ser realizada em *smartphones* e para isso existem duas opções, descritas a seguir.

A primeira é com o aplicativo *Itty Bitty Buggy* que controla o movimento do robô, suas luzes *LED*, seus sons e, também, a sua capacidade de seguir linhas, como uma espécie de controle remoto. Ele permite a programação em blocos e ainda conta com um guia para algumas montagens de protótipos robóticos, como por exemplo a representação de um pássaro e uma joaninha.

A segunda opção, o *Ludobot by Microduino*, se aproxima mais do visual do *software* para computador, em ambos os aplicativos<sup>16</sup> a programação é enviada via *bluetooth* ao *mCenter+* a qual, então, repassa os comandos programados aos sensores e atuadores.

O microcontrolador *mCenter+* delega funções aos sensores, atuadores e motores que devem estar ligados por meio de conectores, na parte superior da peça, via cabos de conexão, presentes no *kit*. O microcontrolador contém, em sua parte inferior, pequenos círculos que permitem um encaixe com a base-corpo, caso seja necessário que as duas partes estejam unidas na montagem do protótipo. Na Figura 8, tem-se uma visão de como deve ser o encaixe entre as partes principais do *kit*.

FIGURA 8: PARTES PRINCIPAIS DO LUDOBOT



Fonte: <<https://www.sesieducacao.com.br/conecta/pdf/401d4b9dcb59bf475aa8a22785df838d.pdf>>  
Acesso em: 05 nov. de 2020.

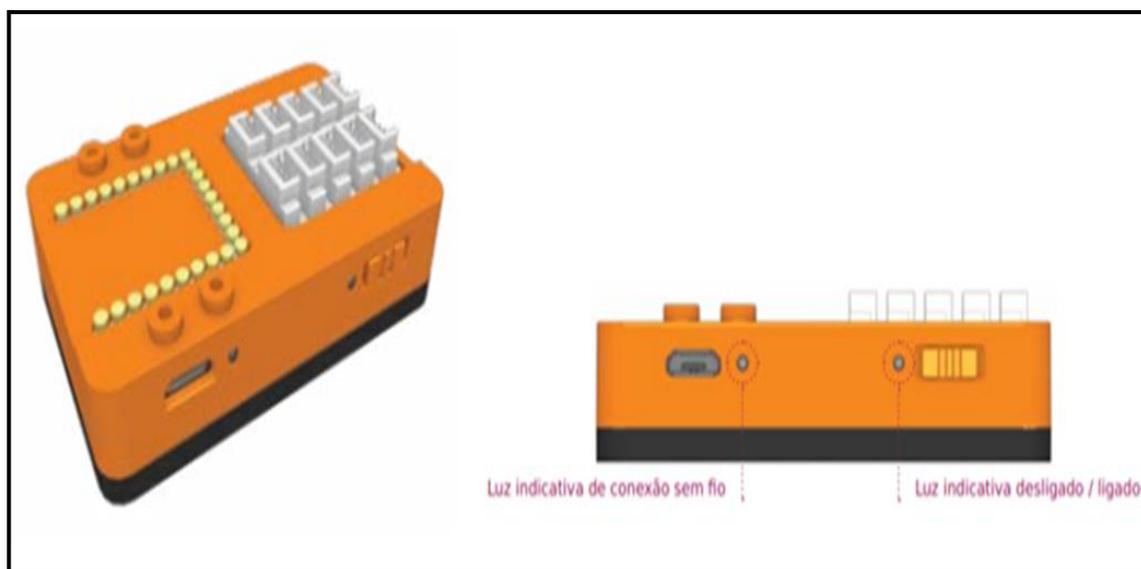
A entrada USB permite que a bateria, responsável por transferir energia a todas as peças eletrônicas ligadas ao *mCenter+*, seja carregada quando conectada ao computador. O microcontrolador ainda conta com o botão liga e desliga e dois *LEDs*<sup>17</sup> indicativos, um ao lado do botão liga e desliga, com uma luz verde indicando

<sup>16</sup>*Itty Bitty Buggy*, aplicativo para uso em *smartphone*. Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.microduino.buggy>> Acesso em: 05 nov. 2020.  
*Ludobot by Microduino* aplicativo para uso em *smartphone*. Disponível em: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.microduinobrasil.ludobot>> Acesso em: 05 nov. 2020.

<sup>17</sup> *LED*, sigla de língua inglesa para Light Emitting Diode. Significa em língua portuguesa diodo emissor de luz, ou seja, pequenas lâmpadas compostas de diodos que quando percorridos por uma corrente

que a peça está ligada e com bateria e uma luz vermelha indicando a necessidade de carregamento. O outro *LED* indica por meio de uma luz azul que o *mCenter+* está conectado via conexão sem fio entre o microcontrolador e o *tablet* ou celular. A imagem da Figura 9 nos mostra o *mCenter+* de uma vista superior, na qual observam-se as entradas para os fios conectores e uma vista lateral com o botão de liga e desliga e os *LEDs* indicativos.

FIGURA 9: *mCenter+*, VISTA SUPERIOR E LATERAL



Fonte: <<https://www.sesieducacao.com.br/conecta/pdf/401d4b9dcb59bf475aa8a22785df838d.pdf>>  
Acesso em: 05 nov. de 2020.

A base-corpo (Figura 10) é provida de dois motores internos, com a possibilidade de encaixe de um eixo para cada motor. Conta com sensores de identificação de luzes/cores e dois *LEDs* que podem ser programados para emitir cores. Para fazer uso desta peça, a base-corpo deve estar acoplada ao *mCenter+* por meio de uma ligação com um fio conector.

---

elétrica são capazes de emitir luz. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-um-led/>>. Acesso em: 05 fev. de 2020.

FIGURA 10: BASE - VISTA SUPERIOR E INFERIOR



Fonte: CURITIBA (2019).

Este *kit* também contém um módulo motor, o *Motor Controller*, que serve para acoplar mais motores ao protótipo. Dessa maneira, um motor externo pode ser conectado ao *Motor Controller* para acrescentar mais movimentos ao protótipo. O *Motor Controller*, por sua vez, deve estar conectado ao *mCenter+*, e esta conexão ocorre por meio de ímãs integrados ao módulo. Na Figura 11, podemos verificar as peças necessárias para esta conexão.

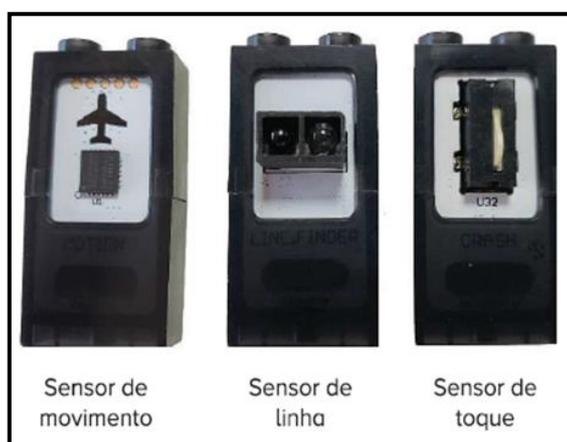
FIGURA 11: MÓDULO MOTOR CONTROLLER E MOTOR EXTRA



Fonte: <<https://www.sesieducacao.com.br/conecta/pdf/401d4b9dcb59bf475aa8a22785df838d.pdf>>  
Acesso em: 05 nov. de 2020.

Como sensores externos à base, o *kit* apresenta um sensor de reflexão, um giroscópio e um sensor de toque (Figura 12). Estas peças podem ser também chamadas de sensores e atuadores, uma vez que têm a função de detectar algo (sensor) e enviar uma resposta (atuador) ao microcontrolador. No caso do *kit Ludobot*, os sensores podem atender às funções de identificar um toque; identificar uma cor; verificar a distância que o protótipo se encontra de um objeto e identificar um movimento. A partir desses reconhecimentos, o protótipo poderá ser programado para executar vários comandos. Para utilizar os sensores, é necessário conectá-los por meio de um cabo de conexão às portas de entrada do *mCenter+*.

FIGURA 12: SENSORES DO KIT LUDOBOT E SUAS FUNÇÕES



Fonte: CURITIBA (2019).

O *kit* possui ainda mais 70 peças que podem ser conectadas na construção dos protótipos. Tais peças são compatíveis com as do *kit Lego*, como vigas, eixos, engrenagens, polias e rodas. Além disso, foi informado pela SME que o *Kit* contemplaria uma peça que seria um adaptador de motor, para que os motores das maletas de *Kit Lego*, que as escolas já possuem, possam ser utilizados juntamente com as peças do *kit Ludobot*.

A Figura 13 apresenta o *kit* completo. Na divisão superior da caixa estão as peças eletrônicas e programáveis. Na parte inferior da caixa estão as peças plásticas, utilizadas como conectores para a construção dos protótipos. Para melhor observação, as peças plásticas foram dispostas lado a lado na Figura 13. Ressalta-se que as escolas receberam os *kits* sem o adaptador para motor *Lego* e que até o momento da realização desta pesquisa ainda não haviam recebido.

FIGURA 13: CAIXA DO *KIT* LUDOBOT E AS PEÇAS CONECTORAS

Fonte: CURITIBA (2019).

De acordo com o *site*<sup>18</sup> da empresa fabricante, o material compatível com *kits Lego* conta com seguidor de linha, reconhecimento de cor, sensor de aproximação, buzina e motores DC integrados ao *hardware*. Para eles, o *Itty Bitty Buggy (IBB)* é um brinquedo educacional que reduz as barreiras à educação STEM (Sigla em inglês para Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática). Consta também neste mesmo site que os *Kits* Educacionais Microduino oferecem aprendizado prático baseado em projetos com função e propósito.

De acordo com o *site*<sup>19</sup> da empresa fabricante, o material compatível com *kits Lego* conta com seguidor de linha, reconhecimento de cor, sensor de aproximação, buzina e motores DC integrados ao *hardware*. Para eles, o *Itty Bitty Buggy (IBB)* é um brinquedo educacional que reduz as barreiras à educação STEM (Sigla em inglês para Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática). Consta também neste mesmo site que os *Kits* Educacionais Microduino oferecem aprendizado prático baseado em projetos com função e propósito.

Sobre componentes eletrônicos empilháveis, segundo Costa (2019), o *mCookie* é um conjunto de placas eletrônicas em formato reduzido e modular que facilmente se encaixam uma sobre a outra com o auxílio de ímãs para formar os circuitos. Ainda segundo este autor, o desenvolvimento do *mCookie* pela empresa Microduino é resultado de um financiamento coletivo nas plataformas *Kickstarter* e *Indiegogo*. A proposta deles foi a de criar uma versão em miniatura, baseada na

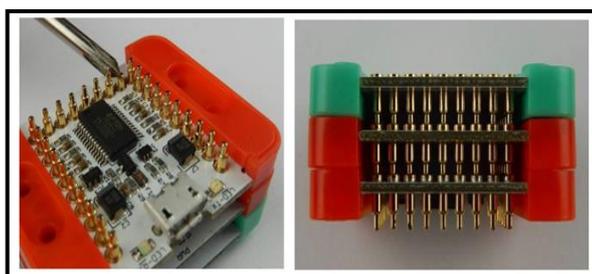
<sup>18</sup> Disponível em: <<https://microduinoinc.com/itty-bitty-buggy/>> Acesso em: 5 nov. 2020.

<sup>19</sup> Disponível em: <<https://microduinoinc.com/itty-bitty-buggy/>> Acesso em: 5 nov. 2020.

plataforma de código aberto Arduino. Contudo, diferentemente do Arduino, não é necessário realizar a montagem do circuito em uma *protoboard* (placa de ensaio para montagem de circuitos elétricos experimentais), e, também, não é necessário soldar componentes na montagem do protótipo, facilitando a aprendizagem de robótica para todas as idades.

A conexão é feita com pinos como molas, chamados de *Pogo Pins*. Ao encaixar esses pinos uma mola interna é pressionada fazendo contato com outra placa (Figura 14) para ficarem unidas. Os *mCookies* possuem ímãs que mantêm as placas encaixadas na posição correta, sem necessidade de soldas (COSTA, 2019). No *kit* fornecido pela SME às escolas, encontra-se somente o módulo *Motor Controller*, que pode ser conectado ao *mCenter+*.

FIGURA 14: POGO PINS, CONECTOR COM MOLAS INTERNAS E MÓDULOS MCOOKIE CONECTADOS



Fonte: COSTA (2019)<sup>20</sup>

Esta função, que permite encaixar os módulos eletrônicos de forma simplificada sem a necessidade de um aprofundamento em conhecimentos nesta área, pode conferir à elaboração dos protótipos uma preocupação minimizada em relação à montagem das peças físicas. Sendo assim, o *mCookie* parece ser uma boa ferramenta para ser utilizada em projetos que visam a um ensino inicial para robótica e programação.

Em relação à programação, o *kit* suporta as seguintes linguagens: *C++*, *Python* e *Scratch* utilizando-se do *mDesigner*, *software* de programação desenvolvido pela empresa fabricante do produto.

Consideramos, neste trabalho, um enfoque para a programação utilizando o *mDesigner*, uma vez que o *software* oferecido pela Microduino (de forma livre), parte

<sup>20</sup> Disponível em: <<https://eletronicapratica.com/mcookie-guia-completo/>> Acesso em: 8 dez. 2019.

dos mesmos princípios do *Scratch* com uma programação em blocos, contudo, adiciona suporte para programar as funcionalidades dos módulos e sensores do *kit*.

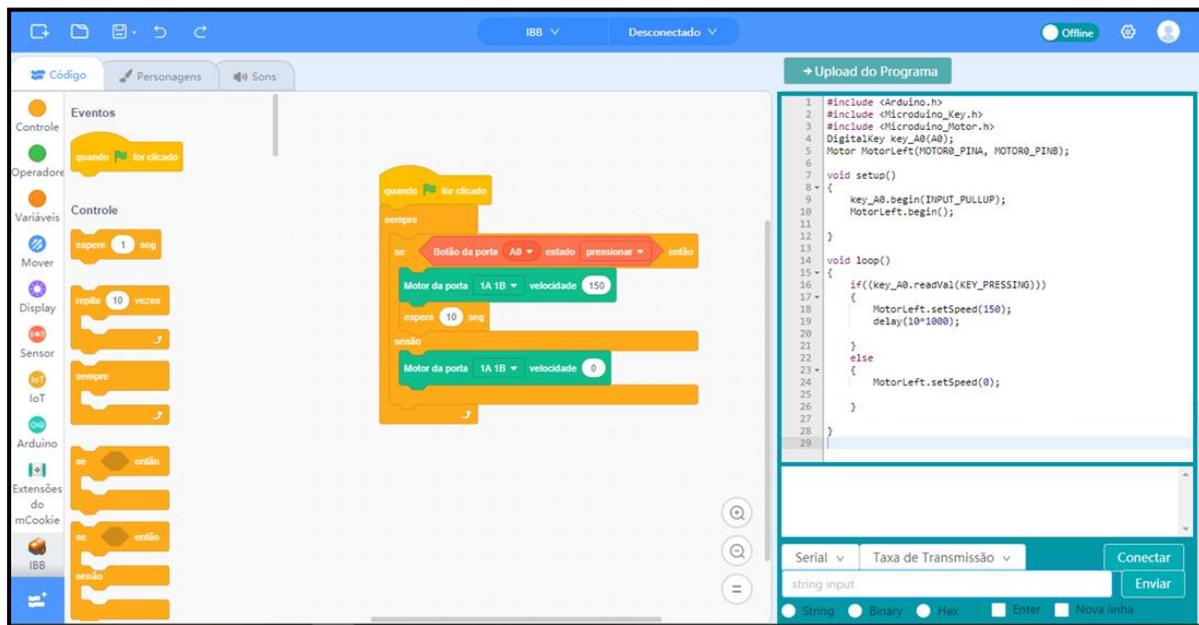
Para Nesi (2018), a linguagem de programação visual *Scrath* é uma evolução da linguagem *Logo*, sendo desenvolvida principalmente para crianças e adolescentes, considerando aspectos favoráveis a um ambiente construcionista, para promoção da fluência tecnológica e apresenta uma interface gráfica mais visual que a do *Logo*.

Como um projeto do grupo de pesquisa *Lifelong Kindergarten*, coordenado por Resnick, iniciado em 2003 e divulgado ao público em 2007, a característica mais evidente do *Scratch* é a de utilização dos comandos com o método de arrastar e soltar blocos coloridos. O *software* pode ser usado para criar, compartilhar e remixar, histórias interativas, vídeos, jogos e até músicas, de forma a estimular a imaginação e a criatividade. Uma curiosidade é que o termo “*Scratch*” vem do estilo musical *hip-hop*, da técnica *scratching*, utilizada pelos *disco-jockeys*, para mixagem de músicas nos discos de vinil, assim como no *software*, no qual é possível misturar sons, vídeos, imagens e outras mídias (NESI, 2018).

Baseado no *Scratch* versão 3, o *mDesigner* utiliza a mesma interface padrão do *Scratch*, mas com suporte adicional para controlar e interagir com as extensões do *Kit*. Sua interface de programação é executável nos sistemas operacionais *Windows* e *Mac*, com suporte para o *ChromeOS* como uma extensão do navegador da *web*.

Pode-se verificar a interface do programa na Figura 15. Do lado esquerdo temos a lista de ícones referentes às opções de blocos disponíveis. Neste caso, contemplando as opções de extensões do *mCookie* e *IBB*. Este último representado pelo ícone de um pequeno carro, é especificamente para o produto do *Ludobot*, no qual podem ser programados comandos para a base com os sensores e atuadores. No centro da figura temos a criação de um código, a partir do método de clicar e arrastar (*drag and drop*) blocos para cada instrução, com a finalidade de encaixá-los para a formação de um único *script* ou conjunto de instruções. Esta programação foi criada na opção *offline*. No lado direito da figura, estão apresentados os comandos em formato de linhas códigos, não sendo necessário ao usuário conhecer essa opção de programação, pois a criação em bloco terá o mesmo resultado.

FIGURA 15: TELA DE INTERFACE DO MDESIGNER



Fonte: autoria própria (2020).

A programação pode também ser realizada em modo *online*, com o *mCenter+* conectado ao computador. Isto permite ao usuário realizar a programação e enviar os dados em tempo real, verificando se os comandos estão atingindo o planejado na aplicação no protótipo. No modo *offline*, o código pode ser gerado, compilado e carregado, o que permite desconectar o protótipo do computador, sem perder a programação. A qualquer momento do trabalho com a programação, o usuário pode optar por utilizar a versão *online* ou *offline*.

Na perspectiva de descrever as possibilidades de uso do *Ludobot* na Robótica Educacional, enquanto recurso para o ensino de matemática, não temos a robótica e a programação como assuntos estanques à prática pedagógica. A nossa proposta é que estes temas componham uma perspectiva de inserção de tecnologias digitais no ensino por meio de um ideário construcionista, que sejam aplicados de maneira a alcançar um engajamento entre professores e estudantes. Propomos com este trabalho, uma organização de ensino diferenciada, com um caminho trilhado entre o processo de criação e a elaboração do protótipo robótico com vistas a produção de conhecimento de maneira coletiva (LÉVY, 1993, 2015), considerando, ainda, formas de reorganização (TIKHOMIROV, 1981) para as construções intelectuais.

No próximo capítulo apresentamos a abordagem metodológica e os desdobramentos para realização da pesquisa.

## 6 ABORDAGEM METODOLÓGICA DA PESQUISA

### 6.1 FUNDAMENTAÇÃO DA OPÇÃO METODOLÓGICA

A pesquisa aqui relatada tem uma abordagem qualitativa, uma vez que busca um aprofundamento de compreensões de fenômenos pesquisados em relação ao contexto em que ocorrem. Os pesquisadores que utilizam tal abordagem preocupam-se com a busca dos porquês das coisas, assim, recorrem à utilização de diferentes procedimentos, sendo que os dados são analisados de forma não-métrica (SILVEIRA; CORDOVA, 2009).

Para Silveira e Cordova (2009), a pesquisa qualitativa tem por características: oposição a um modelo único de pesquisa para todas as ciências; contemplação da objetivação do fenômeno, ou seja, procura tornar algo abstrato em algo mais concreto; hierarquia entre as ações de descrever, compreender e explicar; precisão nas relações entre o global e o local.

Em relação à característica hierárquica e as ações nela contempladas, nesta pesquisa, avistamos um elo que nos aproxima à pesquisa qualitativa do tipo descritiva. Para Venson e Kalinke (2020), a pesquisa qualitativa não visa chegar a uma verdade final e absoluta, tendo seu propósito em possibilitar novas formas de reflexão, a partir das descrições associadas pelo pesquisador e vinculadas à descrição e opinião do próprio pesquisador. Para estes autores, além da descrição, outra parte importante da pesquisa é a interpretação, que por sua vez também é um aspecto subjetivo inerente da pesquisa qualitativa. Diferentes vivências se associam de formas igualmente diferentes as interpretações, portanto, colocam-se de acordo com as características intrínsecas do pesquisador.

Dadas estas subjetividades, o pesquisador precisa estar atento e assumir os limites necessários para que a pesquisa busque os mais fidedignos resultados possíveis. Para tanto, o pesquisador precisa ter a sensibilidade de se aproximar de seu objeto de estudo, visando estabelecer relações de pesquisa e, por vezes, distanciar-se dele, para que seja possível a observação em relação a aspectos e enfoques diferentes. Deste modo, acolhemos o tipo de pesquisa descritiva de acordo com a seguinte definição: “a pesquisa descritiva observa, registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos (variáveis) sem manipulá-los” (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007 p. 61).

Esta pesquisa se designa a descrever a natureza e características de dado fenômeno, de maneira que, dadas certas condições (nesta pesquisa a condição de descrição de possibilidades de trabalho com o *Ludobot* de forma integrada a conceitos matemáticos), espera-se descobrir como ocorre esse fenômeno, sua relação com outros, sua natureza e suas características (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007).

Entendemos que a escolha desta modalidade de pesquisa faz jus a um problema que merece ser estudado, contudo, não dispõe de registros específicos. A pesquisa adota como tipo, a forma descritiva ao assumir que:

Trata-se do estudo e da descrição das características, propriedades ou relações existentes na comunidade, grupo ou realidade pesquisada. Os estudos descritivos, assim como os exploratórios, favorecem, na pesquisa mais ampla e completa, as tarefas da formulação clara do problema e da hipótese como tentativa de solução. Comumente se incluem nesta modalidade os estudos que visam a identificar as *representações sociais* e o *perfil* de indivíduos e grupos, como também os que visam a identificar *estruturas, formas, funções e conteúdos* (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007, p. 62. grifos do autor).

Tomamos como base a pesquisa descritiva em relação ao que os autores nos indicam sobre esta modalidade de investigação oportunizar a possibilidade de identificação de estruturas, funções e conteúdos, que por sua vez, podem nos revelar que representações sociais a Robótica Educacional denota no contexto pesquisado.

Para alcançar essas proposições uma das técnicas que a pesquisa descritiva pode assumir é a pesquisa documental, na qual documentos são investigados com o propósito de descrever e comparar características, como tendências e diferenças tanto da realidade do presente como do passado. Permite também a adoção de outras técnicas, pois a pesquisa resulta de inúmeras tarefas até que se chegue ao relatório final, o que implica a utilização de variadas técnicas e procedimentos em uma mesma pesquisa (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007).

De acordo com esse posicionamento metodológico, os caminhos para o desenvolvimento da pesquisa são delineados e as suas etapas expostas a seguir, compondo o percurso de nossa trilha investigativa.

## 6.2 ETAPAS PARA A PESQUISA

### 6.2.1 Fase exploratória para definição dos procedimentos a serem adotados

Com a fundamentação da opção metodológica da pesquisa delineada, é necessário clarificar como foram elencados os procedimentos a serem desenvolvidos para cumprimento das etapas do projeto de pesquisa.

No relato de experiência profissional da pesquisadora, apresentado na introdução deste trabalho, é possível reconhecer que a temática da Robótica Educacional esteve presente desde o projeto de pesquisa enviado na etapa de seleção para ingresso ao Programa. Contudo, o foco de pesquisa não era as possibilidades de trabalho com o *Ludobot*, uma vez que durante o processo de elaboração da escrita do projeto enviado para seleção, a SME ainda não tinha anunciado o projeto de ampliação da Robótica Educacional na RME. Como exposto, a escola na qual a pesquisadora atua recebeu o *kit* no mês de março de 2019. Naquele período, os estudos no Programa de Mestrado Profissional no PPGFCET já estavam em andamento, igualmente às leituras sobre a temática da Robótica Educacional para ajuste da questão norteadora da pesquisa. Nem mesmo nas primeiras conversas com o orientador, este foco de pesquisa havia sido cogitado, pois parecia ser muito recente a inserção de tal *kit* nas escolas.

No entanto, a inquietação em relação a essa inserção foi ganhando um foco cada vez mais interrogativo. Inferimos que o cerne da formação, em um contexto de um programa de Mestrado Profissional se fazia presente, uma vez que a relação entre a teoria e a prática se alardeava a nossa frente.

Então, com o reconhecimento desta manifestação no iniciar de nossa caminhada investigativa, definimos nossa questão norteadora e nosso objetivo de pesquisa, que se ajustou perfeitamente ao nosso objeto de estudo, o ensino de Matemática com Robótica Educacional.

Entretanto, com isso, fomos lançados a uma desafiadora etapa da pesquisa, a da definição sobre quais seriam os procedimentos para coleta de dados, tendo em conta a novidade do *kit* junto as escolas. Um primeiro direcionamento foi estabelecido. Para nós é evidente que, mesmo que a proposta de trabalho com a Robótica Educacional, utilizando o *kit Ludobot*, seja direcionada a uma Rede Municipal de Ensino, ou seja, para todas as escolas do município de Curitiba, não consideramos ser possível um olhar único, em que se tenha as mesmas considerações para utilização do material, da mesma maneira, para todas as escolas.

Desta forma, consideramos um olhar de pesquisa sob a perspectiva de reconhecimento do campo de atuação da pesquisadora. Aqui é importante ressaltar

que nossa intenção, decorrente de nosso objetivo, é um estudo em relação às características e possibilidades teórico-práticas que envolvam o *kit Ludobot*. Assim, englobam-se os fatores da inserção de um *kit* de robótica em práticas educativas, em determinado contexto e, neste trabalho em particular, em relação a possibilidades para o ensino de Matemática.

Nossa proposta foi a realização de uma pesquisa que pudesse estar estreitamente relacionada com a prática pedagógica, ou seja, que possa ser um subsídio para a prática de ensino especificamente. Quando falamos em campo de atuação, isto não quer dizer que fomos a campo para realização da pesquisa, nos referimos a campo para localização de estudo que parte de um olhar específico, mas que não tem pretensões de ser o único ponto de vista. Assim, não deixamos de transitar entre o todo (robótica na RME) e as partes (a especificidade do trabalho de ensino de Matemática com a robótica, em uma escola de Educação Integral em Tempo Ampliado), pois sabemos que esta relação se faz necessária.

O recebimento do *kit Ludobot* pelas escolas da RME foi, sobremaneira, uma novidade. Contudo, a RME de Curitiba tem um histórico de trabalho com a robótica. Assim, ensejamos a oportunidade de ter um campo de estudo singular, que nos faz considerar o histórico de trabalho com a robótica que vem ocorrendo nas escolas da Prefeitura de Curitiba e um momento específico em que se retoma a abordagem dessa prática pedagógica como parte de um programa formativo escolar incluso numa política de inovação tecnológica. Essa visão de conjuntura é importante para nosso objeto de pesquisa, no contexto que o propomos.

Consideramos que esses fatos foram determinantes para a definição de nossos procedimentos de levantamento de dados. Operacionalmente, precisávamos lançar mão de um estudo exploratório que nos indicasse o que, como e onde pesquisar. Nosso primeiro passo foi nos lançar nas leituras de referencial teórico, em busca de uma macrovisão da Robótica Educacional. Ele foi abrindo janelas que nos permitiram focalizar em nosso campo.

Inicialmente sentimos falta de referencial bibliográfico que elucidasse a questão da Robótica Educacional nas escolas do município de Curitiba. A pesquisa pela *internet* nos levou a uma página de um *site* da própria mantenedora da Rede, mas que trouxe poucas informações. Tomamos como iniciativa realizar algumas conversas informais com profissionais que tinham conhecimento do trabalho com a robótica no município, o que nos foi dando pistas a serem seguidas.

Este estudo exploratório evidencia alguns caminhos seguidos, com alguns apontamentos mais específicos: a pesquisa bibliográfica, pois recebemos indicação de pesquisadores que trabalharam essa temática; e pesquisa documental, pois durante o estudo exploratório chegamos a alguns documentos orientadores para o trabalho pedagógico, apresentados pela mantenedora da educação no município de Curitiba, em relação a visão da utilização da tecnologia no ensino e o ensino de Matemática.

### 6.2.2. A pesquisa em um contexto de pandemia

Na etapa descrita anteriormente, registramos que conversas informais para coleta de informações dos caminhos que nos aproximariam de nosso objeto de estudo foram realizadas. No transcorrer da realização de um projeto de pesquisa, pesquisadores sempre estão atentos ao seu entorno e como as aproximações com certos assuntos e conteúdos manifestados de forma corriqueira, ou por intencionalidade indagativa por parte do pesquisador, são apresentados, o que muitas vezes ocorre por meio de conversas informais.

Citamos ligeiramente na introdução deste trabalho, o contexto pandêmico da COVID-19. Se faz necessário retomar a esse ponto com mais detalhes, pois se tornou importante fator em nossa pesquisa.

O novo coronavírus, descoberto à época dessa pesquisa, é causador da doença denominada COVID-19, ainda em investigação, mas que sabidamente é altamente infecciosa e de rápida propagação, espalhando-se de pessoa a pessoa por meio de eliminação de gotículas expelidas pelo nariz ou pela boca. As pessoas podem se infectar ao respirar essas gotículas, caso estejam muito próximas de uma pessoa infectada, ou caso toquem em objetos e superfícies contaminadas (Organização Mundial da Saúde - OMS<sup>21</sup>, 2020). Por ser uma doença nova, a medida de segurança recomendada pela OMS, após declaração de pandemia, foi a de isolamento e/ou distanciamento social.

Como medidas de emergência em saúde pública, governos ao redor do mundo aderiram à recomendação de isolamento social e, assim, as aulas presenciais foram suspensas. Não somente as aulas presenciais na área da educação foram

---

<sup>21</sup> Disponível em: <<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/q-a-coronaviruses>> Acesso em: 30 set. 2020

afetadas, mas diversos setores da sociedade precisaram se adaptar, seguindo com seus trabalhos e aulas, por meio da utilização de ferramentas e recursos tecnológicos digitais, para que pudessem permanecer com as suas atividades de trabalho e estudo diretamente de suas casas.

Nós, profissionais e pesquisadores da educação, nos vimos em um cenário em que perdíamos o cotidiano presencial de conversas informais, tão presentes e marcantes nos locais de trabalho entre os professores e nos centros de pesquisa, nas universidades, entre os estudantes e seus pares. Então, essas conversas precisavam ser capturadas em diferentes formatos.

Neste momento, lançamos mão de algumas ferramentas tecnológicas para conversar com profissionais que pudessem nos dar mais informações para chegarmos ao refinamento dos instrumentos a serem utilizados na coleta de dados. Assim, mesmo em isolamento social, mantivemos a pesquisa em andamento. Para tanto, utilizamos alguns serviços que não são nenhuma novidade tecnológica, mas que não tínhamos cogitado para esta pesquisa, antes do contexto da pandemia.

Utilizamos as redes sociais, *WhatsApp*<sup>22</sup> e *Facebook*<sup>23</sup> para entrar em contato com profissionais que vivenciaram o histórico de trabalho realizado com a Robótica Educacional na RME em Curitiba. Nestas redes, com conversas informais, conseguimos obter algumas possíveis indicações de publicações a serem analisadas.

Entramos em contato via *e-mail* com uma profissional atuante na CTDI, para solicitação de documentos referenciais para o trabalho com Robótica Educacional em Curitiba. Fomos informados de que um documento sobre isso estava sendo elaborado, contudo, não seria disponibilizado no ano de 2020, em função de outras demandas com o contexto de ensino remoto. No entanto, essa profissional se disponibilizou a passar outras informações que julgássemos importantes, em uma chamada de videoconferência. Esta conversa trouxe algumas respostas preciosas para o andamento da pesquisa.

---

<sup>22</sup> *WhatsApp* é um aplicativo multiplataforma de troca de mensagens e comunicação em áudio e vídeo pela internet, disponível para smartphones. É dos aplicativos mais utilizados no mundo. Começou como uma alternativa ao sistema de SMS, e agora oferece suporte ao envio e recebimento de uma variedade de arquivos de mídia. Disponível em: <<https://olhardigital.com.br/noticia/whatsapp-historia-dicas-e-tudo-que-voce-precisa-saber-sobre-o-app/80779>> Acesso em: 30 set. 2020.

<sup>23</sup> *Facebook* é uma mídia social e rede social virtual lançada em 2004. Em 27 de junho de 2016, o *Facebook* atingiu a marca de 2 bilhões de usuários ativos. O nome do serviço decorre do nome coloquial para o livro dado aos alunos no início do ano letivo por algumas administrações universitárias nos Estados Unidos para ajudar os alunos a conhecerem uns aos outros. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Facebook>> Acesso em: 30 set. 2020.

Outro ponto importante foi o recebimento da notícia de que, devido à reorganização da continuidade do ano letivo escolar, dado o contexto da pandemia, a SME adotaria o sistema de ensino remoto, com a disponibilização de videoaulas transmitidas em canal de televisão aberta e via *internet*. Dentre as aulas transmitidas, contamos com uma aula de Robótica uma vez por semana. Isto nos colocou a questão de incluir esse dado em nossa pesquisa, considerando essas aulas ou não, em nossos instrumentos de coleta. Após essa etapa exploratória, definimos nossos instrumentos, que são explicitados na próxima seção.

### 6.2.3. A definição das técnicas, fontes e tipos dos instrumentos para coleta de dados

Para Lakatos e Marconi (2018, p. 53), “Técnica é um conjunto de preceitos ou processos de que se serve uma ciência ou arte. E a habilidade para usar esses preceitos ou normas, a parte prática. Toda ciência utiliza inúmeras técnicas na obtenção de seus propósitos”. Isto corrobora com o posicionamento de que uma pesquisa implica na utilização de variadas técnicas (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007).

As técnicas selecionadas encaminham para as fontes em que se pretende realizar a pesquisa. O levantamento dos dados, etapa em que são recolhidas as informações previamente definidas como de interesse para a pesquisa, pode ocorrer em fontes primárias e/ou secundárias (LAKATOS; MARCONI, 2018).

Nesta pesquisa, selecionamos as duas formas, por entendermos que a pesquisa em fonte documental permite ao pesquisador lançar um olhar sobre informações em sua forma primária de apresentação e, a partir disso, construir suas análises. A pesquisa em fonte bibliográfica, entendida como uma fonte secundária de pesquisa, permite ao pesquisador reconhecer e aproximar-se da temática de pesquisa considerando um resultado obtido e agregando suas análises, construindo assim, um novo enfoque em suas conclusões.

Apresentamos no Quadro 1, as técnicas, fontes e tipos definidos para a etapa de levantamento de dados:

## QUADRO 1 – DEFINIÇÃO DOS INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS (PARTE 1)

TÉCNICA		
Documental		Bibliográfica
Fonte: Primária - Arquivo público (Em formato digital disponibilizado na internet).	Fonte: Primária - Arquivo público (Em formato digital disponibilizado na internet).	Fonte: Secundária - Arquivo público (Repositório institucional de teses e dissertações, em formato digital disponibilizado na internet).
Tipo: Escrito Documentos orientadores para o trabalho pedagógico.	Tipo: Gravações digitais Videoaulas disponibilizadas na modalidade de ensino remoto.	Tipo: Escrito Publicação - Dissertações de mestrado.

Fonte: autoria própria (2020).

Com essa definição, selecionamos os instrumentos para levantamento dos dados. Nossa seleção obedeceu aos critérios metodológicos explicitados e decorre de nosso estudo na etapa exploratória.

Como apresentado na seção em que tratamos da etapa exploratória, propusemo-nos a realização de uma pesquisa sob olhar representativo de um contexto. No caso desta pesquisa, um contexto de ensino de Matemática junto com a robótica educacional, pretendendo responder à questão norteadora de forma a revelar de que modos o *Ludobot* pode ser utilizado pedagogicamente de forma a evidenciar conceitos matemáticos para estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Particularmente, temos como contexto em que a pesquisa emerge a Escola de Tempo Integral. Essa especificidade é buscada na pesquisa bibliográfica parte integrante de toda pesquisa científica, uma vez que esta demanda de fundamentação teórica. Assim, nossa pesquisa bibliográfica não se restringiu aos documentos apresentados no quadro a seguir. Optamos por “separar” tais publicações bibliográficas, nesta fase da metodologia, para deixar claro que são documentos incorporados em nossa análise, não constantes em nossa fundamentação.

Em relação aos documentos selecionados, a intenção foi que estes pudessem proporcionar a percepção da utilização da tecnologia no ensino na RME e como a Robótica Educacional pode ser relacionada com o ensino de Matemática. Para as videoaulas foram consideradas as aulas iniciais que apresentavam conceitos tecnológicos para a construção das montagens de robôs e duas aulas apresentadas com conteúdos de Matemática.

Assim, apresentamos no Quadro 2 os instrumentos utilizados para o levantamento de dados:

QUADRO 2 – DEFINIÇÃO DOS INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS (PARTE 2)

Documentos orientadores para o trabalho pedagógico.	Videoaulas	Dissertações
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diretrizes Curriculares para a educação Municipal de Curitiba - Vol. I (2006);</li> <li>- Currículo do Ensino Fundamental – Vol. I (2016)</li> <li>- Currículo do Ensino Fundamental: diálogos com a BNCC – Vol. I (2020);</li> <li>- Currículo do Ensino Fundamental: diálogos com a BNCC – Vol. V – Matemática (2020);</li> <li>- Robótica Educacional – Documento de apresentação do projeto (2019).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Videoaulas de robótica disponibilizadas pela SME</li> <li>- Videoaulas 01 a 07 (Conceitos tecnológicos)</li> <li>- Videoaulas 10 e 11 (Apresentadas como aula de Matemática)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A organização da educação em tempo integral da RME de Curitiba: endereçamentos para a prática educativa do acompanhamento pedagógico em matemática (KUREK, 2020).</li> <li>- A construção da prática pedagógica do professor: o uso do LEGO/Robótica na sala de aula (LABEGALINI, 2007).</li> </ul>

Fonte: autoria própria (2020).

#### 6.2.4 Procedimentos para a análise dos dados

Para o procedimento de análise de dados, o levantamento bibliográfico/documental foi organizado conforme Severino (2002), que contempla um método de análise apoiado em três pilares: a análise textual; a análise temática; e a análise interpretativa.

Com a opção por este procedimento para análise, pretendíamos nos aprofundar na pesquisa qualitativa, que tem por característica uma hierarquia entre as ações de descrever, compreender e explicar (SILVEIRA; CORDOVA, 2009).

Para consolidar uma análise global, as análises textual, temática e interpretativa foram colocadas com o objetivo de pontuar os termos e conceitos que diferiram ou coincidiram de acordo com os dados levantados, estabelecendo uma visão de conjunto do material pesquisado:

Interpretar, num sentido restrito, é tomar uma posição própria a respeito das ideias enunciadas, é superar a estrita mensagem do texto, é ler nas entrelinhas, é forçar o autor a um diálogo, é explorar toda a fecundidade de ideias expostas, é cotejá-las com outras, [...] (SEVERINO, 2002, p. 56).

#### ❖ Análise textual

Para Severino (2002), esta etapa é uma primeira abordagem do texto, uma leitura mais corrida para se ter uma visão mais panorâmica, em que emergem as dúvidas que exigem esclarecimentos. Colocamos esta etapa como uma revisão de todo o referencial teórico, para esquematização de uma unidade de fundamentação.

#### ❖ Análise temática

Nesta etapa, a partir da proposição de categorias de análise, procuramos estabelecer unidades temáticas, de maneira a apreender se os instrumentos selecionados para o levantamento de dados apresentavam indicativos para explicar a problemática de pesquisa.

A categorização é um processo para organização de informações em classes ou conjuntos que contém elementos e características comuns. As categorias podem ser definidas: a priori, quando o levantamento de dados é realizado com as categorias previamente estabelecidas; emergentes, quando a categorização acontece mediante a interpretação dos dados levantados; ou mistas quando o pesquisador estrutura as categorias a partir de referencial teórico e o que obteve no levantamento de dados (FIORENTINI, LORENZATO, 2012).

Consideramos para esta etapa uma análise a partir de categorias mistas apresentadas no Quadro 3, dado que a fase do estudo exploratório como já mencionado, nos forneceu caminhos a seguir em relação à seleção dos instrumentos de análise. Percorrer esse caminho proporcionou que algumas informações se apresentassem como necessárias para chegarmos ao objeto de pesquisa estabelecido.

### QUADRO 3 – CATEGORIAS PARA ANÁLISE

Categorias
Concepção de Tecnologia para o ensino adotada pela RME
Concepção para Ensino de Matemática adotado pela RME
Concepção de Robótica Educacional adotada pela RME

Fonte: autoria própria (2020).

#### ❖ Análise interpretativa

Com as etapas anteriores concluídas, a terceira etapa foi colocada com o propósito de compreendermos mais objetivamente os pressupostos teóricos abordados e os procedimentos metodológicos desenvolvidos para realização da pesquisa. Assim, buscamos estabelecer as possibilidades e limitações em relação ao objeto de estudo, pois, a partir desse enfoque é que se torna possível a análise das contribuições da pesquisa para discussão da problemática abordada, de modo a validar se o objetivo proposto seria alcançado. Enfim, é um diálogo entre o pesquisador e a experiência de pesquisa.

Ao descrever as propriedades e características dadas pelo fenômeno, juntamente com a análise interpretativa, versada sob uma fundamentação teórica e científica, pretendíamos estabelecer relações entre o texto e o contexto, visando oferecer resultados profícuos e fidedignos, decorrentes desta pesquisa.

### 6.3 RESULTADOS DA COLETA DE DADOS

Como fontes primárias de pesquisa selecionamos alguns documentos orientadores para o trabalho pedagógico elaborados pela SME, em relação ao ensino de Matemática, e, também, alguns documentos que apresentam a visão que a mantenedora adota em relação a utilização de tecnologias no ensino.

A escolha por buscar documentos anteriores e não apenas o documento vigente ocorreu em função de obter uma perspectiva histórica sobre os embasamentos teóricos para utilização das tecnologias digitais no ensino, apresentados pela mantenedora das escolas, ao longo dos anos e não apenas em relação à determinada gestão governamental.

Assim sendo, abrangemos o recorte histórico de 2006 a 2020, perpassando três documentos curriculares apresentados pelas administrações educacionais ao longo destes anos.

Do primeiro documento consultado, *Diretrizes Curriculares para a Educação Municipal de Curitiba* (2006), ao segundo, *Currículo do Ensino Fundamental* (2016), temos um período de dez anos. Neste espaço de tempo, temos um período de gestão de um mesmo grupo político entre 2005 e 2010 e outro grupo político de 2013 a 2016. O espaço de tempo mais curto entre o segundo e o terceiro documento, *Currículo do Ensino Fundamental: diálogos com a BNCC* (2020), também abarca uma mudança de gestão, com a chegada de um novo grupo político no período de 2017 a 2020.

Consta no documento das *Diretrizes Curriculares para a Educação Municipal de Curitiba* (2006) que este material vinha sendo preparado desde 2005, tendo partido de uma retomada referente a documentos anteriores datados de 2000 e 2004.

O texto relata que as escolas apontaram a necessidade de um referencial curricular comum a toda a Rede, o qual foi elaborado considerando conteúdos, objetivos e critérios de avaliação, conforme uma organização em Ciclos de Aprendizagem<sup>24</sup> e não por etapa ou série (CURITIBA, 2006).

Neste mesmo documento, o capítulo V, nomeado “Tecnologias da informação e comunicação aplicadas à educação”, apresenta alguns pontos sobre a concepção de tecnologia adotada pela SME naquele momento.

Ao expor os termos tecnologia e técnica, os coloca dentro de um contexto técnico científico e relaciona os conhecimentos científicos das áreas do saber humano como conhecimentos teóricos e empíricos para agir sobre as coisas. Trata também da tecnologia e das relações sociais, culturais e econômicas colocando a ambivalência entre suas possibilidades, enquanto benefícios coletivos e as condições

---

<sup>24</sup> O Município de Curitiba adotou em 1999 (Parecer CEE/PR nº 487/1999) uma organização denominada Ciclos de Aprendizagem em substituição a um sistema de séries anuais. Atualmente, considerando o Ensino Fundamental de nove anos, conta com a seguinte organização em Ciclos: Ciclo I – 1º, 2º e 3º anos, Ciclo II – 4º e 5º anos, Ciclo III – 6º e 7º anos, Ciclo IV – 8º e 9º anos.

subjugadas que pode proporcionar, dependendo dos propósitos dos que empregam as técnicas, por meio da utilização de instrumentos, e dos que criam tecnologias. Utilizando o termo Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) e citando as redes digitais, afirma que as relações na escola passam a ocorrer de maneira não-linear e as TICs assumem um papel de mediar a comunicação entre professores e estudantes (CURITIBA, 2006).

Como colocado no documento, no ano de 2001, foi organizado um setor denominado *Tecnologias Educacionais*. Em 2003, este setor foi renomeado como Gerência de Tecnologias Educacionais. Enquanto antes o objetivo era implementar e acompanhar novos ambientes de aprendizagem que utilizassem TICs, com a nova estruturação passou a:

função de assessorar e capacitar os profissionais da educação municipal para a realização de práticas nas unidades de ensino que utilizassem tecnologias digitais, tendo como base principal a teoria construcionista de aprendizagem, formulada por Seymour Papert. As atividades desenvolvidas desde então são: a) Jornal Eletrônico Extra, Extra! b) Informática Básica; c) Recurso Lego; d) Linguagem Logo; e) Projeto Computador na Sala de Aula; f) Inclusão Digital.

As tecnologias, como o computador, a câmera digital, os kits LEGO, a televisão, o DVD, a internet, entre outros, são instrumentos utilizados para promover novos ambientes que proporcionem uma aprendizagem significativa, onde o estudante assuma uma postura mais ativa na construção do conhecimento (CURITIBA, 2006, p. 66-67).

Apresentando a teoria construcionista para o trabalho com as tecnologias na escola, o documento esboça que o não conhecimento de algo e por conseguinte o erro, é visto como oportunidade de aprender. Nesta perspectiva, quando são desafiados, os estudantes “estão sendo provocados a aprender e é exatamente nessa visão que as tecnologias disponíveis nas escolas devem ser concebidas” (CURITIBA, 2006, p. 67).

Em relação ao trabalho docente, o documento considera que a tecnologia por si só não é agente de mudanças e que a forma como ela é trabalhada é fator impactante para mudança na prática pedagógica do professor e que cabe à SME a formação continuada dos profissionais. À escola cabe integrar as TICs em seus projetos pedagógicos com vistas a (re)organizar os tempos e espaços escolares. Para isso, indica que é preciso:

- Criar condições de desenvolver no aluno o espírito pela pesquisa, pelo trabalho coletivo, pelo domínio dos fundamentos das ciências contemporâneas, possibilitando-lhe a compreensão e os elementos de análise crítica dos meios de comunicação.
- Saber utilizar as tecnologias da informação e comunicação para apropriar-se criticamente dos dados dispersos, selecionando, analisando e discernindo o que pode traduzir elementos de verdade sobre determinado conhecimento.
- Compreender que o conhecimento é sempre uma construção inconclusa, que não há verdade definitiva, que é preciso buscar sempre a religação dos saberes para uma aproximação maior do fenômeno estudado.
- Superar as limitações das disciplinas escolares e estabelecer o diálogo entre elas, na busca de uma visão mais completa do conhecimento das coisas e dos fenômenos (naturais e/ou sociais). A prática interdisciplinar deve ser o começo de uma nova concepção de ensino e aprendizagem na escola do século XXI.
- Aprender a vivência democrática, o exercício do convívio com as divergências, com a diversidade; é preciso o cultivo do respeito ético pela vida humana e pela ecologia (Gaia) (CURITIBA, 2006, p. 69-70).

Ainda neste documento é apresentado um resumo de todos os projetos desenvolvidos pela Gerência de Tecnologias Educacionais naquela época, um dos quais era o *Lego*. É declarado que ao utilizar o *kit Lego* as construções realizadas pelas crianças favorecem o uso de conceitos de diversas áreas do conhecimento. O professor contava com a revista *LegoZoom* como referencial para seu planejamento, sendo este apoiado nos conteúdos curriculares e situações problemas (CURITIBA, 2006).

Com a leitura do segundo documento, *Currículo do Ensino Fundamental Volume 1 (2016)*, notamos que é apresentada uma visão sobre Educação Integral e ampliação da jornada escolar – a Educação em Tempo Integral. Sendo esta ampliação uma estratégia que visa à qualificação das atividades pedagógicas com o objetivo de aprofundar, oportunizar e especializar o trabalho com os conhecimentos escolares, utilizando metodologias que considerem o desenvolvimento global do estudante. A Robótica Educacional é citada como um projeto na área de Tecnologias e Comunicação. Este e demais projetos desta área; *Kits Tecnológicos*, *Jornal Eletrônico*, *Jornal Impresso* e *Radioescola* são colocados como uma integração das várias tecnologias existentes no cotidiano com os conhecimentos trabalhados na sala de aula, podendo ocorrer no turno regular, em contraturno ou como extensão de carga horária escolar, dependendo da organização da escola (CURITIBA, 2016).

Em relação às tecnologias, estas são apresentadas como um tema integrador do currículo abordadas de maneira mais resumida do que no documento anterior. O termo utilizado para referir-se à temática é *Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação* (TDICs).

A concepção de tecnologia é tida como algo para além de equipamentos, preconizando romper com uma ideia reducionista de tecnologia, entendendo-a como algo que não está sendo posto em voga com o advento da modernidade e sim como algo que se apresenta desde o início da civilização. O processo de criação de um equipamento e/ou solução tecnológica perpassa pelas etapas de pesquisar, planejar, elaborar, criar, aplicar e desenvolver conhecimento, sendo todo este processo citado no documento como chamado de tecnologia (CURITIBA, 2016).

É expressado no documento que somente a inserção da tecnologia não garante mudanças significativas na educação, sendo necessário rever a forma como se entendem os processos de ensino-aprendizagem; as concepções sobre currículo; o papel da avaliação; os espaços educativos e a gestão escolar. O documento defende a utilização das tecnologias de maneira integrada aos conteúdos curriculares, não podendo ser utilizada como um momento à parte dos encaminhamentos educativos com “ações que promovam encaminhamentos metodológicos mais dinâmicos, os quais também precisam estar em consonância com o Projeto Político-Pedagógico de cada unidade educacional” (CURITIBA, 2016, p. 42).

Em relação à formação continuada, é apontado no documento que é importante que os profissionais participem de momentos de reflexão, estudo e formação continuada na temática de TDICs, para explorar os recursos tecnológicos, em relação às suas potencialidades e assim, proporcionar um ensino diferenciado em consonância com a sociedade e culturas atuais.

O documento intitulado *Currículo do Ensino Fundamental: diálogos com a BNCC (2020)*, em seu volume introdutório, Volume I, registra que, no ano de 2018, a cidade de Curitiba passou a ser signatária do *Pacto Global das Nações Unidas*, que traz dez princípios relacionados a Direitos Humanos, Direitos do Trabalho, à Proteção do Meio Ambiente e ao Combate à Corrupção. Com esta adesão, é assumida publicamente a promoção da *Agenda de Desenvolvimento Sustentável para 2030*, com o objetivo de reduzir as desigualdades sociais, proteger o Planeta e fomentar a prosperidade para todos. Na Agenda, constam os 17 *Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável* (ODS), nos quais fazem parte 169 metas que buscam equilibrar as três dimensões do desenvolvimento sustentável nos níveis econômico, social e ambiental (CURITIBA, 2020).

O documento retrata o percurso histórico do currículo da RME de Curitiba, citando os documentos anteriores de 2006 e 2016 e menciona que o documento de

2016 teve como fundamento a primeira versão da BNCC, divulgada para consulta pública em 2015:

Em 2017, com vistas à publicização de outras versões da BNCC, mobilizaram-se os especialistas da SME, para análise, estudo e reflexões sobre as possíveis aproximações entre o Currículo do Ensino Fundamental (CURITIBA, 2016) e o documento promulgado pelo Ministério da Educação (MEC). Os profissionais das escolas da RME participaram de diferentes momentos desse processo de discussão sobre a organização curricular, que teve início em 2017, com continuidade até 2019, tendo em vista que a BNCC é um documento normativo e necessita ser implementado até 2020.

Em 2018, a SME aderiu ao Referencial Curricular do Paraná, que estabelece princípios, direitos e objetivos de aprendizagem para a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio. Esse e outros documentos legais foram referências para a RME orientar a revisão do seu currículo.

Nesse viés, o Currículo do Ensino Fundamental: Diálogos com a BNCC, da SME de Curitiba, é resultado do trabalho coletivo dos profissionais da RME e corrobora com os princípios postos na BNCC e no Referencial Curricular do Paraná, o qual expressa que os sistemas de ensino e os Projetos Político-Pedagógicos (PPPs) das escolas necessitam considerar em todas as suas ações educativas que os direitos de aprendizagem dos estudantes devem ser garantidos (CURITIBA, 2020, p. 14-15).

*A Educação Integral em Tempo Ampliado* também é citada neste documento, o qual indica que a busca por práticas educativas para consolidação dos direitos de aprendizagem dos estudantes ocorre por meio da promoção de desafios, interação, experiencição e problematização. Com este documento, o trabalho didático com a Língua Portuguesa e a Matemática, na Educação Integral em Tempo Ampliado, passa a se efetivar de forma independente. Pois anteriormente estas duas disciplinas eram trabalhadas de forma conjunta, na prática denominada de Acompanhamento Pedagógico, de forma complementar às aulas regulares, estas obrigatórias a todos os estudantes.

Sobre as tecnologias, é utilizada a expressão *cultura digital*, em relação ao desenvolvimento de integração das tecnologias nas atividades didático-pedagógicas. Essa função de integração é prescrita como uma tarefa indispensável do docente, pois tecnologias, mídias e suas linguagens não estariam consolidadas no cotidiano da escola.

O documento sugere uma organização de ações pedagógicas qualificadoras de aprendizagem, as quais articulariam conhecimentos no contexto da cibercultura para garantir desenvolvimento da criatividade, da iniciativa e da inovação, em atendimento ao que considera o objetivo 4 – Educação de qualidade dos ODS e a Competência Geral 5 – Cultura Digital na BNCC. Ele afirma:

Cabe à escola, considerando o currículo e os recursos tecnológicos digitais presentes no seu contexto, refletir sobre: como se pode inovar, criar, utilizando de forma significativa e competente as tecnologias, mídias digitais (linguagens) e analógicas, *high tech* e *low tech* (tanto de alto, quanto de baixo custo), na busca de soluções de problemas emergentes?

Como adaptar tempos e espaços escolares visando a uma educação equitativa, inclusiva, que torne o estudante partícipe e protagonista na vida escolar, de seu entorno e da cidade, ampliando, assim, o território educativo? A escola tem a oportunidade de proporcionar ao estudante a reflexão sobre a vida em sociedade nos seus diversos aspectos, entre eles, refletir sobre a diversidade tecnológica existente em sua vida, em seu entorno, na sua cidade. É de suma importância considerar esse estudante como protagonista de ações inovadoras na vida pessoal e na sociedade em que vive. O protagonismo das crianças com relação às tecnologias digitais está explicitamente marcado na BNCC, na Competência Geral 5 – Cultura Digital [...] A competência 5 apresenta três dimensões importantes para a escola que se relacionam aos direitos de aprendizagem dos estudantes. São elas: computação e programação, pensamento computacional e cultura e mundo digital (CURITIBA, 2020, p. 52-53).

São relacionados no documento, alguns projetos desenvolvidos pela SME, listados como relacionados à criatividade, à inovação e às tecnologias, são eles: Faróis do Saber e Inovação; Robótica e Linguagem de Programação: Robótica Educacional e Programação com Microduino *Ludobot*; Robótica e Programação de Alta Performance com *Kits* EV3 Lego; Mídias Digitais: Jornal Eletrônico Escolar Extra, Extra!; Rádio Escola e Gincana Virtual.

Como descrito na Figura 16, o projeto Robótica Educacional e Programação com Microduino *Ludobot* é apresentado no documento da seguinte forma:

QUADRO 4 - ROBÓTICA EDUCACIONAL E PROGRAMAÇÃO COM MICRODUINO *LUDOBOT*

Robótica Educacional e Programação com Microduino LudoBot		
Descrição do projeto	Objetivos	Público-alvo
O projeto iniciou no ano de 2019 com a utilização de kits LudoBot e tecnologia Microduino. O LudoBot é um kit programável de robótica, cuja plataforma de programação tem uma linguagem adaptada para crianças a partir de 7 anos. Todas escolas da RME receberam 10 kits para a aplicação do projeto. A SME oferece formação para os professores utilizarem os kits de robótica em sala de aula. Cada unidade escolar desenvolve atividades com o uso dos kits de robótica, vinculadas aos componentes curriculares, no turno regular de aula.	Promover a aprendizagem de conceitos de Matemática, Física, Engenharia, Computação, Design, Ciência e Tecnologias, por meio da construção de modelos autômatos. Desenvolver competências socioemocionais, como cooperação, senso de responsabilidade, criatividade, autonomia, senso crítico, flexibilidade e autodeterminação.	Estudantes da RME dos anos iniciais e finais (1.º ao 9.º ano).

Fonte: CURITIBA (2020).

No tocante à formação dos profissionais, o documento afirma que a integração das tecnologias às práticas pedagógicas ocorre em uma perspectiva para promoção de uma aprendizagem criativa. Para tanto, são utilizados recursos de alto e baixo custo para instrumentalização de professores.

Referente à Educação em Tempo Integral, um aprofundamento sobre este tema é buscado na dissertação intitulada: *A organização da Educação em Tempo Integral da RME de Curitiba: endereçamentos para a prática educativa do acompanhamento pedagógico em Matemática* (KUREK, 2020).

A autora apresenta uma pesquisa qualitativa de abordagem fenomenológico-hermenêutica, tendo por fenômeno “alfabetização-matemática-na-escola-em-tempo-integral”. O estudo foi realizado a partir do levantamento dos documentos oficiais da RME de Curitiba, datados até 2016, que pautam a prática do acompanhamento pedagógico para a alfabetização matemática nas escolas municipais da cidade onde há oferta de tempo integral para seus estudantes.

Realizando um estudo que se preocupa com a dimensão do tempo nesta proposta de educação, a autora apresenta categorias de análise sob as perspectivas de ensino (Modos de ser professor), aprendizagem (Modos de aprender Matemática) e todo o trabalho que envolve esses dois processos (Organização do Trabalho Pedagógico da Matemática na RME de Curitiba). Tendo a alfabetização matemática como norte para o trabalho pedagógico, em propostas para Educação Integral em Tempo Ampliado voltadas para a disciplina de Matemática, a metodologia a ser utilizada pelo professor, considerando tempos e espaços próprios recebe destaque:

Em Curitiba, entende-se por Educação em tempo Integral um tempo de nove horas consecutivas de permanência dos estudantes na escola e, nesse tempo, os estudantes são envolvidos em tarefas que pretendem desenvolvê-los de forma integral, tanto no que diz respeito aos aspectos pedagógicos, quanto aos que tratam do cuidado. Em relação ao tempo ampliado, há a orientação de que o trabalho com a Educação em tempo Integral seja organizado em cinco Práticas Educativas (Acompanhamento Pedagógico, Movimento e Iniciação Desportiva, Ciência e Tecnologia, Educação Ambiental e Artística). Nessas Práticas Educativas, o trabalho necessita de abordagens metodológicas diferenciadas daquela orientada e ofertada no tempo parcial (turno), favorecendo a ampliação de oportunidades de aprendizagem para os estudantes por meio dos componentes curriculares, visto que o currículo é o mesmo para o turno e contraturno. O que diferencia o trabalho pedagógico entre os turnos é o encaminhamento metodológico que o professor organiza e oferta aos estudantes (KUREK, 2020, p. 14).

Ao se preocupar com propostas metodológicas diferenciadas para o tempo ampliado na educação integral, o professor estará atento para oferecer propostas de ensino que possam motivar seus estudantes. Para Kurek (2020), uma metodologia que pode abarcar esta perspectiva é a *investigação matemática*. Tal metodologia, utilizada como geradora de problematizações, pode proporcionar que o professor não recaia sobre métodos que podem incorrer ao que denominou de *hiperescolarização*, que se relaciona a trabalhar “mais do mesmo”, repetidamente.

Para nos aproximarmos de experiências sobre a formação de professores para integração de tecnologias às suas práticas pedagógicas e para a utilização de *kits* de robótica, temos na dissertação de Labegalini (2007), intitulada *A construção da prática pedagógica do professor: o uso do Lego/Robótica na sala de aula*, alguns apontamentos em relação ao histórico de utilização da robótica na SME.

A proposta de pesquisa da autora é do ano de 2004, em que todas as escolas da RME, à época 169, contavam com laboratórios de informática e *kits* de Lego/Robótica. Além da oferta destes materiais, a SME também disponibilizou formação aos profissionais e uma revista denominada *Revista de Educação Tecnológica Zoom*, que trazia sugestões para professores trabalharem com os *kits* Lego. A autora traz como pergunta norteadora: como as sugestões propostas na revista mencionada podem ser inseridas no trabalho efetivo de sala de aula com os *Kit*? Sua pesquisa, realizada com a metodologia de pesquisa participante, acompanhou, de modo cooperativo, os trabalhos de três professores junto a seus estudantes, em uma escola da RME de Curitiba.

Labegalini (2007) apresenta dados referentes à formação de professores em termos de tecnologia educacional, coletados pela Gerência de Tecnologias Educacionais no ano de 2004, os quais registraram um quantitativo de 5.725 profissionais que passaram por capacitação. Entre os vários cursos voltados para a temática de tecnologias, dentre esses profissionais, 3.700 participaram especificamente do curso de Lego/Robótica. Também é apresentado o resultado de um questionário enviado às escolas, para saber sobre os professores que trabalharam com *Logo* e *Lego* no ano de 2004. De posse dos questionários devolvidos, a prefeitura divulgou que 1.168 profissionais trabalharam com *Lego*.

Com uma questão em relação ao *Kit Lego* específico para o trabalho com a robótica, o retorno obtido foi de que 22 escolas não tinham esse *kit*, 46 escolas o

tinham, mas não usavam; 38 usavam esporadicamente e, em 8 escolas, ele era muito usado.

Nesse questionário, ainda é requisitado aos respondentes o apontamento de vantagens e dificuldades para o uso do *Kit*. Como vantagens, as mais citadas foram: desenvolvimento da criatividade; raciocínio e trabalho em grupo. Como dificuldades foram apontadas: controle do material; espaço e mobiliários inadequados; número excessivo de estudantes; insegurança por parte do professor; peças faltantes (LABEGALINI, 2007).

Algo questionável é o fato de todas as escolas terem recebido os *kits*, e mesmo com a oferta de cursos de formação, ainda assim, as práticas efetivadas se apresentarem em número substancialmente pequeno. No que se refere às dificuldades explicitadas no questionário, a autora traz a seguinte argumentação:

As críticas apresentadas pelos professores quando responderam o questionário enviado pela SME, embora reduzidas, sugerem a escassez do tempo para este trabalho, em função do material Lego/Robótica extrapolar a faixa etária dos alunos das escolas fundamentais, o que sugere um trabalho a nível mais técnico ou grupos de interesse (LABEGALINI, 2007, p. 96).

Em relação à problemática de pesquisa sobre a utilização das revistas *Lego Zoom* e a integração do projeto *Lego/Robótica* na sala de aula, a autora afirma que esta prática pode proporcionar recursos inovadores. No entanto, isso requereria um comprometimento com um projeto trabalhoso. Assim, mais do que se ater a modismos, a integração das tecnologias demanda promoção de oficinas direcionadas aos interesses e necessidades de professores e estudantes. É preciso mais do que vontade política (LABEGALINI, 2007).

Um documento impresso, referente à apresentação do projeto de Robótica Educacional, foi enviado para as escolas juntamente com as caixas contendo os *kits Ludobot*. Tal documento é organizado com os seguintes tópicos: apresentação; introdução; importância da robótica na aprendizagem e no contexto social; robótica e a BNCC; competências específicas da BNCC; robótica e os ODS; metodologia; aplicabilidade; conhecendo o material; roteiro de instalação do software de programação *mDesigner*; conhecendo o *mDesigner*.

O documento expressa que, no trabalho com a robótica, é possível abranger as dez competências gerais promulgadas pela BNCC, a serem desenvolvidas ao

longo da educação básica. Para tanto, ele contém um quadro de competências relacionando a robótica com o desenvolvimento de cada uma delas.

Por exemplo, ao explicitar a competência 10 da BNCC, que se refere à responsabilidade e cidadania, “agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários” (BRASIL, 2017, p. 10), o documento da SME apresenta que um trabalho utilizando a robótica para desenvolvê-la pode ocorrer pois, “sendo os projetos com robótica, em geral, coletivos e baseados em problemas da vida real, seu uso favorece o desenvolvimento de habilidades socioemocionais que são a base para o trabalho nas dimensões e subdimensões desta competência” (CURITIBA, 2019, p. 19). No documento da BNCC, o termo competência é entendido como:

competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (BRASIL, 2017, p. 8).

No tópico que trata da metodologia de ensino, o documento da SME aponta como encaminhamento metodológico a proposta de *Aprendizagem Criativa*, de Resnick (2020). Essa proposta já foi apresentada neste trabalho no capítulo 5, quando citamos o desenvolvido nos *Faróis do Saber e Inovação*. Como exposto, a aprendizagem criativa trabalha com quatro pilares, chamados de 4Ps: Projeto, Paixão, Pares, Pensar Brincando:

**Projeto (Project):** Uma abordagem baseada em projetos permite a expressão criativa e uma compreensão sobre o processo de criar coisas. Por mais que o produto final seja importante, igualmente ou talvez até mais é o processo de criação, pois, durante esse processo, as pessoas aprendem fazendo, aprendem criando.

**Paixão (Passion):** É o combustível que impulsiona o ciclo de reflexão e imersão, ou seja, quando trabalham em projetos nos quais têm interesse, as pessoas ficam mais motivadas e dispostas a trabalhar mais e por mais tempo.

**Pares ou pessoas (Peers):** A interação e o trabalho colaborativo são fundamentais para o desenvolvimento de experiências de aprendizagem com foco na criatividade, ainda mais quando se trata da utilização de diferentes tecnologias e ferramentas. As pessoas com conhecimentos complementares devem ter espaço para interagir e realizar essa troca.

**Pensar brincando (Play):** aprender envolve explorações lúdicas, ou seja, manipular diferentes materiais, testar coisas novas, aproveitar o inesperado, usar experiências pessoais, usar materiais familiares de forma diferente, testar limites e assumir riscos sem medo de errar. Resumindo, brincar é experimentar (CURITIBA, 2019, p. 26-27).

No tópico aplicabilidade do documento, é sugerido que o trabalho seja desenvolvido por temas com a aplicação de micromundos, termo abordado por Papert (1985, 2004). É exposto que exemplos de micromundos serão apresentados nas formações e em arquivos digitais:

A partir de micromundos, é possível criar e recriar narrativas criativas e articulá-las aos componentes curriculares. Justificamos a escolha por ser uma dinâmica lúdica que permite a expansão da criatividade, além de conceder um sentido aos projetos, isto é, temas ligados ao interesse e à realidade dos estudantes (CURITIBA, 2019, p. 30).

Durante o ano de 2019, aconteceram as primeiras formações para docentes, específicas para o trabalho com o *Ludobot*. Foi encaminhado um *e-mail* para as escolas, solicitando à equipe gestora a indicação de um professor por período, manhã e tarde, para participação da formação. A mensagem ponderava que, caso a equipe tivesse a indicação de mais um professor por período, estes seriam convidados a participar da próxima etapa de formação. As informações específicas para esta formação, de acordo com a página da *internet* indicada para inscrições, foram as que podem ser observadas na Figura 17.

FIGURA 16 – INFORMAÇÕES SOBRE O CURSO: INICIAÇÃO PARA A ROBÓTICA EDUCACIONAL COM OS KITS LUDOBOT

The screenshot shows a web browser window with the URL [aprenderere.curitiba.pr.gov.br/cursos/detalhes/12927](https://aprenderere.curitiba.pr.gov.br/cursos/detalhes/12927). The page header includes the CURITIBA logo and navigation links: CURSOS OFERTADOS, CONTATO, EAD, VALIDAR CERTIFICADO, CADASTRE-SE, and LOGIN. The main content area is titled 'Curso' and features a green banner with the text 'Cadastre-se e realize inscrição para cursos ofertados pela Prefeitura de Curitiba'. Below the banner, the course details are displayed:

CARGA HORÁRIA	MODALIDADE	VAGAS OFERTADAS	Nº DE TURMAS
20 horas	PRESENCIAL	320	12 Turmas

Additional information includes:

- EDUCAÇÃO:** INICIAÇÃO PARA A ROBÓTICA EDUCACIONAL COM OS KITS LUDOBOT (Inscrições Encerradas)
- PÚBLICO ALVO:** PROFESSORES INSCRITOS NO PROJETO
- OBJETIVO:** Subsidiar o professor para que ele desenvolva a robótica educacional quanto: montagem de estruturas; Utilização dos materiais da própria ferramenta e de materiais alternativos; Programação utilizando os softwares compatíveis com a ferramenta; Articulação da robótica educacional com o currículo.
- CONTEÚDO:**
  - MÓDULO PRESENCIAL 20 HORAS
  - O que é pensamento computacional (algoritmo); Os conceitos tecnológicos (estrutura, rodas e eixos, polias e roldanas e engrenagem) linguagem de programação; Robótica.

Fonte: Disponível em: <<https://aprenderere.curitiba.pr.gov.br/cursos/detalhes/12927>> Acesso em: 15 out. 2020.

O cenário de pandemia ocasionado pelo novo Coronavírus teve um primeiro alarme, em nosso país, no mês de março de 2020, quando estava iniciando mais um ano letivo na Educação Básica. Diante da situação sanitária de emergência pública, a Prefeitura Municipal de Curitiba decretou a suspensão das aulas presenciais e, no mês de abril, iniciou a modalidade de ensino remoto. Com isso, apresentou também videoaulas<sup>25</sup> de robótica uma vez por semana.

Cada aula teve a duração de trinta minutos, cujos conteúdos foram *Conceitos Tecnológicos*, tratados nos seguintes assuntos: eixos e rodas; estrutura; alavanca; engrenagens; polias e correias; motores e programação. Estes temas foram tratados nas aulas de 1 a 7. Relatamos no Quadro 4 uma síntese dessas aulas e como estes temas foram abordados:

#### QUADRO 5 – SÍNTESE DOS TEMAS TRATADOS NAS VIDEOAULAS SOBRE CONCEITOS TECNOLÓGICOS

##### Aula 1 – Ciclo II 4º e 5º - Estrutura

A professora falou que as aulas serão para conhecer o *kit* que poderá ser utilizado na volta às aulas presenciais. Nesta aula, falou das partes físicas e funcionamentos tecnológicos que um robô precisa ter: estrutura, eixos e rodas, alavanca, engrenagem, polias e correias, abordando nesta aula especificamente o conceito de estrutura.

Foram apresentadas algumas formas de estrutura, com a afirmação de que quanto mais triângulos uma estrutura tem, mais fixa ela é.

##### Aula 2 – Ciclo II 4º e 5º - Eixos e rodas

Começou lembrando a aula anterior. Falou sobre a roda, como uma das primeiras invenções do homem e sua evolução; comentou sobre o eixo presente em cada roda. Comentou sobre as rodas e eixos presentes nos *kits Lego e Ludobot*.

Mostrou imagem com três tipos de veículos e pediu para observar a diferença entre as rodas. Montou dois robôs para demonstrar tipos e tamanhos de rodas e seu impacto na construção do robô, denominando-as de A e B. Fez uma experiência em que foi observado que a roda maior proporciona percorrer uma distância maior. Fez essa comprovação também colocando uma fita em volta da roda. Ao serem esticadas as duas fitas, podia-se observar a diferença de tamanho entre elas.

<sup>25</sup> Videoaulas disponíveis em: <<https://www.youtube.com/playlist?list=PLEtRs8lszO9XLghUsm-Jk-NPB3iLftvuE>> Acesso em: 15 out. 2020.

Montou três robôs com rodas diferentes, representando os veículos bicicleta, trator e trem, e colocou-os para subir uma rampa. Falou sobre a questão da aderência dos tipos de materiais empregados nas rodas de cada um dos veículos representados.

### Aula 3 – Ciclo II 4º e 5º - Sensores e Atuadores

Para falar de sensores, fez algumas comparações com o corpo humano, a partir da pergunta: qual é a função de cada órgão dos sentidos? Depois, comentou que um robô também tem seus sensores, os quais permitem a captação de informações do que está no ambiente.

Mostrou os sensores e atuadores presentes no *kit Ludobot*. Ao falar sobre o sensor de presença, comentou que é um tipo de sensor que existe em alguns modelos de carros. Mostrou uma montagem com o *Ludobot* que representa isso. Quando o carrinho ficou mais perto de outro objeto, ele emitiu um som, que varia de acordo com a distância do objeto.

Falou também sobre o sensor de luz acoplado à base-corpo do *Ludobot*, que capta diferentes nuances de cor e luminosidade. Em seguida, explicou um pouco sobre atuadores, que são acionados a partir do que os sensores captam.

Mostrou que o *kit* possui o atuador de luz também acoplado ao corpo do *Ludobot*, chamados *leds*. Comentou sobre o atuador de som, que emite sons e músicas, e o atuador de movimento com os motores, pois o giro dos motores pode estar programado como uma resposta aos sensores. Por fim, mostrou alguns exemplos de montagens realizadas com o *kit* que mostram as funções de sensores e atuadores.

### Aula 4 – Ciclo II 4º e 5º - Programação

Quem vem para o jantar? Atividade de programação sem usar o computador, com o conceito de abstração. Apresentou seis opções de possíveis pessoas que poderiam ser as que viriam para o jantar. Com as pistas fornecidas, era necessário excluir quem não se encaixava até descobrir quem era a pessoa.

Em uma segunda atividade, apresentou o conceito de código secreto, para trabalhar o reconhecimento de padrões. A partir de duas palavras, que estavam com figuras para representar cada uma das letras, caberia ao estudante adivinhar quais símbolos eram necessários para representar uma terceira palavra e depois, apresentando os símbolos, sugeria que descobrissem qual era a palavra, numa atividade de codificação.

Para falar de algoritmo, a partir da pergunta “Como plantar uma árvore?”, apresentou quatro fases necessárias para realizar essa tarefa e mostrou a ordem correta para que ela aconteça. Comentou que as etapas de um processo e a sua ordem, representam um algoritmo. O computador trabalha a partir de uma linguagem de programação.

Na terceira atividade, programando sem computador, partindo de alguns símbolos (desenho de bandeira, setas e mola) criou comandos necessários para o personagem

astronauta passar pelo tabuleiro (desenho retangular dividido em três linhas e quatro colunas) e chegar até a base lunar.

Em seguida, apresentou a quarta atividade descobrindo a programação, comentou sobre o *Scratch*, e a programação em blocos. Mostrou a interface do programa e um conjunto de instruções, um *script* já programado. Ao lado do *script*, mostrou três figuras, quadrado, triângulo e retângulo, questionando qual das figuras seria realizada com a programação apresentada. Após, exibiu a programação sendo executada e o motivo da programação (*script*) ter executado a figura do quadrado.

#### Aula 5 – Ciclo II 4º e 5º - Alavancas

Iniciou comentando sobre Arquimedes de Siracusa e citou uma de suas frases: “Deem-me um ponto de apoio e uma alavanca e eu moverei o mundo”. Falou sobre alavanca e como é o seu funcionamento - ponto de apoio, barra, ponto potente e ponto resistente - deu alguns exemplos de objetos do nosso dia a dia que usam sistemas de alavancas, e as alavancas que temos em nosso próprio corpo.

Com as peças do *kit Ludobot*, mostrou a construção que chamou de chutador, trabalhando somente com a mecânica das próprias peças, sem motor ou programação. Mostrou também uma construção de uma cancela eletrônica, que foi construída com as peças do *kit Ludobot*.

Relembrou sobre a programação em blocos do *Scratch* e comentou sobre o *software* de programação criado para o *Ludobot*, o *mDesigner* que também utiliza a programação em blocos. Exibiu a tela do *mDesigner*, demonstrou e explicou sobre os comandos utilizados no *script* da programação utilizada na construção da cancela. Por fim, fez uma revisão de todos os temas já abordados: Estrutura, eixos e rodas, sensores e atuadores, programação e alavanca.

#### Aula 6 – Ciclo II 4º e 5º - Engrenagens

Falou sobre relógios e as engrenagens que compõem sua montagem. Mostrou uma imagem das várias engrenagens que fazem parte dos *kits* de robótica (*Lego* e *Ludobot*) e os eixos. Explicou que as engrenagens são rodas dentadas. Falou das três funções de uma engrenagem: a primeira transmissão de movimento; a segunda velocidade, comentou que o tamanho da engrenagem determina a velocidade que a engrenagem gira; e a terceira função da engrenagem, direção de sentido, dando exemplos de aplicação de cada uma das funções. Expôs sobre a questão horário e anti-horário. Deu exemplo de engrenagem no ventilador e no portão eletrônico. Mostrou um vídeo de uma esteira seletora de materiais para reciclagem e um modelo feito com peças do *kit Ludobot*. Mostrou e explicou a programação realizada.

#### Aula 7 – Ciclo II 4º e 5º - Polias e Correias

Contou uma história sobre como Arquimedes elaborou o conceito de polias. Mostrou alguns exemplos de montagens que representam o sistema de polias e correias em funcionamento. Comentou que a polia também é um tipo de roda que trabalha em conjunto com eixos a serem acoplados a elas. A característica especial da polia é a canaleta, assim, não pode ser uma roda lisa. Explicou que uma das funções da polia é transmitir movimento. Mostrou um modelo de sistema de polias em um varal. Outra função da polia é trabalhar com mesmo sentido, ou seja, uma corda ou cabo, quando puxado, deixa as duas polias girando para o mesmo sentido. A função mais importante da polia é a redução de força.

Explicou sobre a função do dinamômetro, utilizado para medir força, e a unidade de medida desse instrumento o Newton. Mostrou uma simulação de como esse instrumento funciona. Mostrou a montagem de um modelo de elevador com o *kit Ludobot* e a programação utilizada. Explicou as funções de cada um dos blocos de programação nas peças utilizadas na montagem. Falou sobre um dos blocos apresentar um número negativo (-30) e explicou que isso serve para reverter a direção do motor.

Fonte: autoria própria (2020).

Após trabalhar com os conceitos tecnológicos até a aula 7, na oitava a professora comentou que a robótica pode estar em todas as aulas da escola. Assim, relatamos no Quadro 5, as aulas 10 e 11 apresentadas como aulas de robótica com Matemática:

#### QUADRO 6 – SÍNTESE DAS AULAS 10 E 11 – ROBÓTICA COM MATEMÁTICA

##### Aula 10- Ciclo II 4º e 5º - Robótica com Matemática

Leu a história Parque de Diversões em Pijamarama. Realizou uma atividade “adquira seu ingresso de entrada”, para decifrar uma palavra secreta, apresentando alguns símbolos e letras, e comentou que esse código era a senha do ingresso ao parque. Afirmou que, como nesse momento não é possível a ida aos parques de diversão, estava levando o parque de diversões para dentro da casa dos estudantes e anunciou a sequência de aulas como parque de diversões da robótica. Comentou sobre o brinquedo da Roda-gigante, sua história e curiosidades. Apresentou a exploração de um aplicativo com imagens de algumas Rodas-gigantes pelo mundo e os lugares em que estão localizadas. Em seguida, apresentou uma imagem representando três Rodas-gigantes e comentou sobre a altura de cada uma delas, fazendo equivalência das alturas das construções das Rodas-gigantes à quantidade de andares de prédios com a mesma altura.

Mostrou uma montagem que simula uma Roda-gigante, construída com o *Ludobot*. Comentou sobre o processo de montagem da estrutura, relatando que na primeira tentativa colocou a montagem diretamente no motor e não funcionou. Então, precisou colocar engrenagens. Ressaltou uma função da engrenagem, que é a de transmitir força, potencializando a força do motor para poder girar toda a roda-gigante.

Mostrou uma montagem que simula o brinquedo Trem Fantasma. Comentou sobre o carrinho seguidor de linha e ressaltou o sensor acoplado no carrinho que faz a leitura para que o carrinho siga a linha na estrutura montada para o brinquedo. Comentou que também foi utilizado o conceito de alavanca, o sensor de movimento e o sensor infravermelho.

Após apresentar as montagens comunicou que a aula era sobre robótica com matemática, e a atividade seria referente à montagem do brinquedo Trem Fantasma.

Como atividade para o 4º ano, anunciou “*veja agora o desafio que vou dar para vocês*”, mostrando uma imagem com uma tabela para que completassem:



**1. NO TREM-FANTASMA CABEM 3 PESSOAS EM CADA CARRINHO. COMPLETE A TABELA COM O NÚMERO TOTAL DE PESSOAS QUE ESTARÃO NO TREM-FANTASMA, DE ACORDO COM A QUANTIDADE DE CARROS.**

1 CARRO	3 PESSOAS
2 CARROS	__ PESSOAS
3 CARROS	__ PESSOAS
4 CARROS	__ PESSOAS

Fonte: Arquivo SME

ROBÓTICA

Fonte: Canal TV Escola Curitiba (2020).

Após o tempo para resolução, a professora apresentou as respostas, os princípios aditivo e multiplicativo e expôs: “*então nós temos aqui a tabuada do três*”. Por fim, apresentou a tabela preenchida.

Para o 5º ano, mostrou uma imagem representando um cartaz com os valores a serem cobrados para utilizar alguns brinquedos do parque e explicou “*para a gente pagar, para gente comprar o ingresso, nós utilizamos o quê? O nosso Real, então, a moeda brasileira é o Real, com as notas e as moedas*”. Como atividade, solicitou escrever os valores para completar a tabela abaixo:



**1. COMPLETE A TABELA INSERINDO O VALOR QUE A CRIANÇA IRÁ PAGAR PRA DAR A QUANTIDADE DE VOLTAS EM CADA BRINQUEDO A SEGUIR:**

BRINQUEDO	1 VOLTA	5 VOLTAS	10 VOLTAS
TREM-FANTASMA	RS 4,00		
RODA-GIGANTE	RS 3,00		

▶ ROBÓTICA

Fonte: Canal TV Escola Curitiba (2020).

Após o tempo para resolução da tarefa, a professora explicou a resposta utilizando o princípio aditivo: “*nós temos a nossa volta de quatro Reais e a cada volta que ele vai dando, nós vamos adicionando o quê? Sempre mais quatro*”. Continuou a explicação para a resposta referente à Roda-gigante: “o preço é um pouquinho mais barato, então uma volta é três e a gente vai adicionando a cada volta mais três, mais três, mais três”.

#### Aula 11- Ciclo II 4º e 5º - Robótica com Matemática

Relembrando uma história contada na aula anterior, a professora propôs uma programação *desplugada* para encontrar a saída do Labirinto de Espelhos (um tabuleiro com 16 casas dispostas em 4 linhas e 4 colunas, com algumas casas pintadas para representar o caminho a ser seguido). Mostrou o desenho da malha quadriculada e os símbolos (desenho de bandeira, setas e mola) para os comandos a serem utilizados. Pediu que os estudantes fizessem sua tentativa de programação e, em seguida, realizou a programação e pediu que verificassem se a programação realizada por eles estava correta.

Continuando a narrativa do parque de diversões, falou do brinquedo *kamikase* e comentou sobre a origem da palavra e a questão de ter se tornado famosa após a 2ª Guerra. Mostrou a montagem utilizando o *kit Ludobot* que representou o brinquedo e explicou a programação utilizada. Mostrou também uma montagem que representa o Carrinho de Bate-Bate e apresentou a possibilidade de comandar o carrinho utilizando um aplicativo no celular, que funciona como um controle remoto, substituindo, assim, a programação feita no mDesigner. Como atividade para o 4º ano, solicitou a seguinte questão: “*Qual a extensão desse contorno, do perímetro, isto é, se eu esticar todo esse contorno, quantos metros teria? Lembre-se nós temos duas vezes o comprimento, de seis metros e duas vezes a largura de dois metros, vamos calcular?*”



**2 - OBSERVE AS MEDIDAS DO CONTORNO DA ARENA DO CARRINHO BATE-BATE. QUAL A EXTENSÃO TOTAL DESSE CONTORNO?**

6 m 2 m 6 m 2 m

ROBÓTICA

Fonte: Canal TV Escola Curitiba (2020).

Explicou sobre perímetro e comentou a resposta com as possibilidades aditiva e multiplicativa.

Para o 5º ano, comentou sobre o limite mínimo de altura para cada brinquedo obedecendo a questão de segurança. A atividade solicitada foi a seguinte:

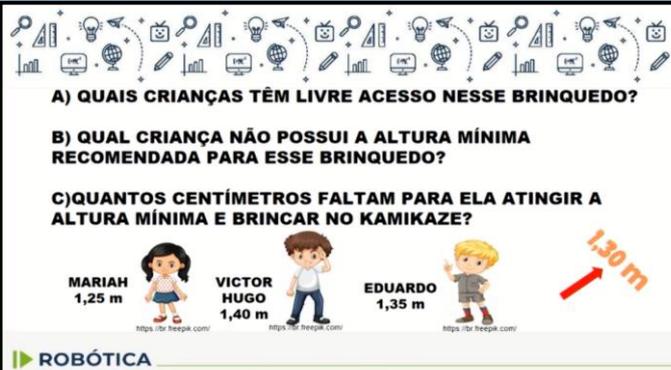


**2 - PARA BRINCAR NO KAMIKAZE A ALTURA MÍNIMA É 1,30 m. OBSERVE A ALTURA DAS CRIANÇAS E RESPONDA AS PERGUNTAS A SEGUIR:**

MARIAH 1,25 m VICTOR HUGO 1,40 m EDUARDO 1,35 m

ROBÓTICA

Fonte: Canal TV Escola Curitiba (2020).



**A) QUAIS CRIANÇAS TÊM LIVRE ACESSO NESSE BRINQUEDO?**

**B) QUAL CRIANÇA NÃO POSSUI A ALTURA MÍNIMA RECOMENDADA PARA ESSE BRINQUEDO?**

**C) QUANTOS CENTÍMETROS FALTAM PARA ELA ATINGIR A ALTURA MÍNIMA E BRINCAR NO KAMIKAZE?**

MARIAH 1,25 m VICTOR HUGO 1,40 m EDUARDO 1,35 m 1,30 m

ROBÓTICA

Fonte: Canal TV Escola Curitiba (2020).

Ao explicar as respostas, apresentou um algoritmo contendo números decimais e explanou sobre esse conceito.

Fonte: autoria própria (2020).

Sendo nosso objetivo descrever possibilidades de uso do *Ludobot* na Robótica Educacional, enquanto recurso para o ensino de Matemática, consideramos o documento: Currículo do Ensino Fundamental: diálogos com a BNCC – Vol. V – Matemática (2020), que é documento vigente referência para elaboração dos planejamentos de ensino, para uma leitura sobre a visão para o ensino de Matemática promulgada pela SME de Curitiba.

O documento do currículo exprime o posicionamento da RME pautado na concepção de Educação Matemática para o trabalho pedagógico. Tendo o conteúdo específico da área da Matemática e as ideias e processos inerentes ao saber matemático escolar, a Educação Matemática é tida como uma área que estuda o ensino e a aprendizagem da Matemática, uma práxis que envolve um domínio entre o conteúdo específico e o saber matemático escolar. Esse entendimento sobre a Educação Matemática é embasado em Fiorentini e Lorenzato (2006)<sup>26</sup>.

Assume-se a Educação Matemática na perspectiva de uma ação para produção de conhecimento, e a Resolução de Problemas como objeto de conhecimento do saber matemático na escola.

Portanto, quando colocamos a Educação Matemática em ação, seja por meio de vivências de uso social do conteúdo matemático na prática pedagógica, seja no momento de realizar reflexões específicas sobre o conteúdo matemático a ser ensinado e aprendido, **assumimos a Resolução de Problemas como metodologia norteadora do trabalho pedagógico** com a matemática na RME de Curitiba. Desse modo, a resolução e elaboração de problemas passa a ser utilizada como metodologia e como objeto de conhecimento em sala de aula.

Para que a Matemática seja colocada em ação, compreende-se que a Resolução de Problemas é uma via de acesso aos aspectos construtivos, convencionais e comunicativos da Matemática. Destacamos, também, que um ensino de matemática, por meio da Resolução de Problemas, contribui para o desenvolvimento do pensamento matemático, uma vez que, nesse processo, o estudante reconhece a necessidade de ampliar seus conhecimentos matemáticos, mobilizando-se para tal. Além disso, torna-se possível a ele atribuir sentido aos princípios e às relações essenciais para a compreensão dos conceitos matemáticos.

Em relação à Resolução de Problemas, Onuchic (2012) propõe que resolver um problema matemático abre para se pensar matematicamente, para fazer matemática enquanto se resolve problemas, de modo que, em meio à construção, haja a necessidade de rever os conhecimentos prévios que cada um tem, encadeando-os e articulando-os, indo e voltando para criar conexões, propiciando conhecer, a seu modo, as estruturas que compõem um ou mais conceitos matemáticos, que ganham movimento ao estarem contextualizados em uma situação-problema. (CURITIBA, 2020, p. 14).

---

<sup>26</sup> Neste trabalho citamos a mesma obra dos autores Fiorentini e Lorenzato, indicada no documento: Currículo do Ensino Fundamental: diálogos com a BNCC – Vol. V – Matemática (2020), contudo, no documento está referenciada a edição do ano de 2006, enquanto em nosso trabalho referenciamos a 3ª edição de 2012.

Os conteúdos relativos à Matemática são abordados por meio de eixos estruturantes, sendo eles: números e operações; pensamento algébrico/álgebra; grandezas e medidas; geometria; estatística e probabilidade. O documento aponta estes eixos que devem ser abordados no fazer pedagógico, de modo a serem permeados de inter-relações.

No eixo *números e operações* enfatiza-se o trabalho com a construção do número e com as funções sociais de contagem, código, medida e ordem, juntamente com diferentes tipos de cálculos (mentais, aproximados, exatos e estimativas) e a valorização de uso de tecnologias. A habilidade de atributos e regras em sequências e padrões, a compreensão de propriedades e igualdades e realização de generalizações utilizando recursos, como diagramas, tabelas, fórmulas ou símbolos matemáticos é atribuída ao trabalho com pensamento algébrico (CURITIBA, 2020).

Localização, movimento e formas geométricas são os grandes aspectos do trabalho com a geometria. Estando as medidas muito próximas do cotidiano dos estudantes, o trabalho com o eixo de grandezas e medidas enfatiza a relevância do conhecimento matemático. “Medir uma grandeza é essencialmente compará-la por meio de uma razão, com um padrão previamente determinado, denominado unidade” (CURITIBA, 2020, p. 17).

Listas, quadros, tabelas, gráficos, dados percentuais, valores, relações numéricas estão presentes nas informações veiculadas pelas mídias. O trabalho com o eixo de estatística e probabilidade é importante para leitura, interpretação e análise dessas informações e assim, “desenvolver um trabalho pedagógico que envolva os processos de obtenção, compreensão e análise de dados e informações estatísticas, bem como prever possibilidades e tirar conclusões sobre um determinado fenômeno” (CURITIBA, 2020, p. 17).

Em contingência a um rompimento da fragmentação e linearidade no planejamento de ensino, são apontadas propostas metodológicas visando uma ação pedagógica viabilizada pela perspectiva de Resoluções de Problemas. As propostas adotadas pela RME são: resolução de problemas; oralidade, leitura e escrita na matemática; investigação matemática; etnomatemática; modelagem matemática e jogos e tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC), de forma a proporcionar possibilidades de as pessoas pensarem matematicamente, utilizando-se

de diferentes metodologias, ora mais direcionadas, ora mais inter-relacionadas, tendo os eixos de conteúdos como base para organização do trabalho pedagógico.

O termo “problema matemático” é apresentado no documento conforme embasamento preconizado pelo caderno: *Operações na resolução de problemas do Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa* (PNAIC) de 2014. Conforme o trecho sobre o assunto, (Curitiba (2020, p. 18):

[...] não é um exercício ao qual o aluno aplica, de forma quase mecânica, uma fórmula ou um processo operatório. Só há problema quando o aluno for levado a interpretar o enunciado da questão proposta e a estruturar a situação que lhe foi apresentada. Esta afirmação evidencia que problemas matemáticos em que o aluno não precise pensar matematicamente e desenvolver estratégias de resolução, ou seja, não precise identificar o conceito matemático que o resolve, transforma-se em simples exercício, ou seja, em apenas fazer contas (BRASIL, 2014, p. 8).

Então, as propostas metodológicas organizadas sob essa perspectiva de problematização, conferem ao trabalho pedagógico uma ação calcada em práticas que possam gerar situações de investigação e elaboração de hipóteses que levem a possibilidades de uma ou de mais soluções. Com isso, o estudante constrói conceitos matemáticos em diversas situações planejadas para tal, rompendo com um ensino de Matemática não contextualizado.

Uma das propostas metodológicas citadas é o uso de tecnologias digitais da informação e da comunicação. Sendo nosso trabalho pautado em pesquisa sobre a robótica como uma tecnologia digital para uso escolar, faz-se importante uma leitura mais atenta do que é posto no programa curricular. Em relação a isso, pouco é apresentado sobre tecnologias digitais as suas possibilidades de emprego:

representar graficamente, processar e transformar dados, agilizar cálculos, investigar modelos matemáticos, simular conjecturas, visualizar conceitos e aprofundar conteúdos, além de desencadear, em sala de aula, novas formas de ler, escrever e se comunicar.

De modo especial, na matemática, aparecem as calculadoras, os computadores e os aplicativos de celulares como fortes aliados na execução de determinados procedimentos, como cálculos e representações (CURITIBA, 2020, p. 23).

O destaque é para o uso de instrumentos digitais, conforme defendido no documento, que valorizem a elaboração do conhecimento do estudante, pois a utilização de *softwares* para conhecimentos matemáticos, com as simulações e construções conceituais, permitem ao estudante investigar e construir modos de

resolver problemas. O documento defende ainda, que a integração e a utilização de tecnologias digitais contribui para quebra do padrão de linearidade e hierarquização dos conteúdos, uma vez que a tecnologia promove ganho de tempo em relação à aplicação de técnicas puramente, focando em conteúdos para a construção do conhecimento matemático (CURITIBA, 2020).

Na sequência, o documento apresenta uma organização dos conteúdos divididos em um plano anual, com os conteúdos organizados em trimestres, para cada ano do Ensino Fundamental ofertado pela RME (1º ao 9º ano). Correspondente a uma organização em ciclos de aprendizagem, inicia expondo os objetivos para cada ciclo. Sendo nosso foco os Anos Iniciais, os objetivos para o Ciclo I (1º, 2º e 3º Ano) e Ciclo II (4º e 5º) são:

#### Objetivo do ciclo I

Compreender o Sistema de Numeração Decimal (SND), suas propriedades e funções, para elaborar e resolver problemas envolvendo as quatro operações fundamentais, bem como identificar atributos e regras de formação de sequências desenvolvendo o pensamento algébrico. Descrever e se localizar no espaço; identificar e compreender figuras geométricas planas e espaciais. Compreender a aleatoriedade e a incerteza de diversas situações possibilitando uma análise crítica das informações divulgadas pela mídia. Compreender o conceito de grandezas e medidas, desenvolvendo autonomia para conviver de forma consciente e crítica com questões comerciais e financeiras do dia a dia (CURITIBA, 2020, p. 30).

#### Objetivo do ciclo II

Compreender o Sistema de Numeração Decimal (SND), ampliando o campo numérico para racionais positivos, valer-se dele e de diferentes estratégias que possam ser avaliadas, comparadas e aperfeiçoadas, para elaborar e resolver problemas envolvendo as quatro operações, bem como identificar atributos e regras de formação de sequências, obtendo autonomia no pensamento numérico; descrever e localizar-se no espaço de maneira mais precisa, compreendendo as características e propriedades das figuras geométricas planas e espaciais; compreender a aleatoriedade e a incerteza de diversas situações, possibilitando melhor entendimento de questões sociais úteis à construção de valores e uma análise mais crítica das informações divulgadas pela mídia, além do entendimento de como se obtêm dados estatísticos e de como se inferem resultados; conceituar grandezas, desenvolvendo autonomia para conviver de forma consciente e crítica com questões comerciais e financeiras do dia a dia, ampliando o conhecimento sobre o Sistema Internacional de Medidas (CURITIBA, 2020, p. 56).

Após a exposição dos conteúdos, ao final do documento, há, novamente, o tema da Educação Integral em Tempo Ampliado. Os autores asseveram que o planejamento das Práticas Educativas, específicas para o Tempo Ampliado, deve ser construído de modo a relacionar os componentes curriculares. Contudo, o tempo destinado à organização de uma oficina na Prática Educativa não precisa estar restrito

a uma organização trimestral, segundo o documento, com Educação em Tempo Ampliado “tem-se possibilidades de ressignificar os tempos e espaços da escola, investindo em práticas pedagógicas que proporcionem aos estudantes a superação do que Moll (2012) denomina de *hiperescolarização*” (CURITIBA, 2020, p. 128).

Com vistas a uma situação pedagógica diferenciada e atendendo ao que é posto pela BNCC em relação a consolidação dos direitos de aprendizagem dos estudantes, as Práticas Educativas precisam ser pensadas para promoção de desafios, interação, experimentação e problematização no processo de construção do conhecimento.

Com essa exposição dos resultados obtidos na coleta de dados, apresentamos no próximo capítulo as análises realizadas segundo os critérios definidos para os procedimentos de análise.

## 7 ANÁLISES DOS DADOS

Com o trajeto percorrido para chegar a esta etapa da pesquisa, nos aproximamos do fenômeno Robótica Educacional, em especial, no contexto da Robótica Educacional realizada na RME de Curitiba, considerando o período presente de reformulação do projeto de robótica, desta cidade. Seguindo a opção metodológica da pesquisa qualitativa do tipo descritiva, passamos pela fase de observação (via leitura do levantamento bibliográfico/documental) e registro de alguns fatos, visando uma contemplação de objetivação do fenômeno. Passamos para a fase de análise e correlação entre os fatos, para compreender sua natureza e características, a fim de descrever possibilidades de trabalho com o *Ludobot* de forma integrada a conceitos matemáticos.

A análise textual nos permitiu uma visão panorâmica e, por essa razão, perpassou todo o texto. Também possibilitou revisitar nosso referencial teórico, de posse das informações levantadas, com vistas a analisar e encontrar uma fundamentação para utilização da Robótica Educacional para o ensino de Matemática.

Consideramos que o contexto tecnológico digital em que se encontra boa parte das sociedades, abarca também a educação formal e a instituição escolar. O que e como se aprende em instituições de ensino permanece como objeto de estudo e de aprofundamento teórico-educacional, em especial, porque os instrumentos utilizados no cotidiano da escola compõem, direta ou indiretamente, a relação entre ensino e aprendizagem.

A Robótica Educacional situa-se como um desafio e uma possibilidade de inserção das tecnologias digitais na escola. A utilização desta tecnologia pode auxiliar na atualização das práticas pedagógicas e didáticas, anseio permanente de professores desde os estudos da modernidade.

Os processos de construção, automação e programação dos protótipos na robótica podem ser uma oportunidade de trabalhar com os estudantes em uma perspectiva de investigação, para transformar a ideia em produto. Isto pode aproximar a teoria da prática.

Como exposto no capítulo dois, o uso das tecnologias digitais nos processos pedagógicos possibilita mudanças na forma de criar e produzir conhecimentos de forma coletiva (LÉVY, 1993, 2015) e ainda, oportuniza a reorganização de atividades intelectuais individuais (TIKHOMIROV, 1981). Nessa perspectiva, pode-se considerar

que o uso de tecnologias digitais na escola pode colaborar tanto na utilização de estratégias diferenciadas de ensino, quanto oportunizar a estudantes outras formas de compreender conceitos fundamentais. Assim, a Robótica Educacional é uma possibilidade pedagógica para a construção de conhecimentos na escola, uma vez que compõe o movimento de transformação social contextual e contemporaneamente situado, desde que intencionalmente situada no processo de ensino.

Incorporar a robótica em atividades escolares requer, no entanto, ações de planejamento didático que dependem de fundamentação adequada às demandas da contemporaneidade, planejamento para a montagem de produtos robotizados, organização e experimentação do funcionamento de tais recursos no âmbito de situações de aprendizagem e a verificação dos resultados, tanto de ações individuais quanto coletivas.

No capítulo quatro, pontuamos o Construcionismo decorrente do Construtivismo. Temos em Piaget (1983) e Papert (1985, 2008) algumas construções teóricas que podem nos oferecer embasamento para que a robótica seja vista como um recurso para práticas de ensino na escola. Assumindo os pressupostos apresentados por essas teorias, as práticas indicadas podem anunciar-se como promissoras, pois estarão conceituadas em um determinado embasamento, o que lhes confere estrutura para continuidade do processo com a produção de suas análises de maneira mais fundamentada.

O professor que deseja trabalhar com a Robótica Educacional em suas propostas de ensino precisa considerar que é necessário ter um embasamento teórico bem fundamentado que lhe permita estar preparado para mediar e proporcionar construções que sejam experiências escolares significativas e promotoras de estruturas matemáticas (PAPERT, 1985), possíveis de se aproximar da construção de conhecimento, com técnicas que aparentem de perto o saber científico (PIAGET, 1983).

O levantamento de dados realizado com categorias definidas a priori, afinou o trabalho para a análise temática. Coletamos os dados focados em apreender as informações, perante os documentos analisados, de acordo com os temas estabelecidos, com vistas a analisar e entender se as concepções se aproximam ou divergem.

## 7.1 CATEGORIA CONCEPÇÃO DE TECNOLOGIA PARA O ENSINO ADOTADA PELA RME

Dos três documentos analisados o que oferece mais espaço para a temática de tecnologias é o documento das diretrizes curriculares (2006), tendo todo um capítulo para sua explanação. O capítulo mencionado tem doze tópicos como subtítulos, aborda o histórico da tecnologia; as TICs; explica o histórico do processo de utilização de informática na Rede em relação a informatização do sistema administrativo escolar e em nível de projetos de informática educacional; comenta sobre a implantação dos primeiros laboratórios de informática nas escolas e os projetos criados a partir desta informatização, cita-se o emprego destes projetos, o construcionismo e a linguagem Logo, através do *software* Logo Writer.

No documento Currículo do Ensino Fundamental Volume I (2016), a temática das tecnologias que no documento anterior tinha sido abordado em todo um capítulo, é abordado agora com o subtítulo tecnologias digitais em três páginas. Os projetos com tecnologias digitais são apresentados na seção sobre Educação Integrada.

Com o título: Criatividade, Inovação e Tecnologia na Cidade Educadora, o documento Currículo do Ensino Fundamental: diálogos com a BNCC (2020), apresenta a temática de tecnologia em cinco páginas.

Dentro da categoria estabelecida a priori, emergiu a necessidade de estabelecer sub-categorias, sendo elas: tecnologia; estudante; escola-professor-formação. Iniciando com a sub-categoria tecnologia, apresentamos no Quadro 6, os fragmentos de textos que mais denotaram abordar a esse tópico.

### QUADRO 7 – SUB-CATEGORIA TECNOLOGIA

Categoria - Concepção de Tecnologia para o ensino adotada pela RME
Sub-categoria: Tecnologia
Diretrizes Curriculares para a Educação Municipal de Curitiba (2006)
“A tecnologia pode ser considerada, segundo a etimologia da palavra, como um conjunto de conhecimentos; especialmente princípios científicos que se aplicam a um determinado ramo de atividade. Já a técnica é a parte material ou o conjunto de processos (maneira, jeito ou habilidade especial) de uma determinada arte ou ofício; executar ou fazer algo (FERREIRA, 1986)” (CURITIBA, 2006, p. 56).

“A tecnologia passa a incorporar um conhecimento científico de determinada área ou de várias áreas do saber humano e se materializa por meio de instrumentos, ferramentas, aparelhos, técnicas aplicadas, etc. É um saber teórico que se aplica na cotidianidade das relações sociais, enquanto a técnica é um conhecimento empírico, que, graças à observação, elabora um conjunto de receitas e práticas para agir sobre as coisas” (CURTIBA, 2006, p. 56).

#### Currículo do Ensino Fundamental – Vol. I (2016)

“É comum associarmos o termo tecnologia aos aparatos modernos e eletrônicos, no entanto, como afirma Kenski (2007, p. 15), “[...] as tecnologias são tão antigas quanto a espécie humana”. Segundo a autora, é o uso do raciocínio e os conhecimentos colocados em prática que permitem ao homem inovar e criar diferentes equipamentos, recursos e processos, originando, assim, as tecnologias” (CURITIBA, 2016, p. 40).

“Conforme pontua Gomes (2013), os usos que os homens fazem das tecnologias em diferentes épocas influenciam (e são influenciados) na (e pela) economia, política, trabalho, cultura e vice-versa. Há um processo de recursividade pelo qual a tecnologia, que é produto do conjunto da sociedade, modifica-se, aperfeiçoa-se, altera-se por meio da apropriação e da incorporação do uso desta pela sociedade” (CURITIBA, 2016, p. 40).

#### Currículo do Ensino Fundamental: diálogos com a BNCC – Vol. I (2020)

“A compreensão do conceito de tecnologia é ampla, pois se articula a vários outros conceitos, como: técnica, ciência, informação, digitalização, comunicação e mídias, enfim conceitos que apresentam particularidades, especificidades e que são, ao mesmo tempo, complementares e concorrentes entre si” (CURITIBA, 2020, p. 52).

Hoje, vivemos em plena revolução digital dos processos de produção, distribuição e consumo dos bens materiais e imateriais que estão dando fundamentos para o surgimento da cibercultura” (CURITIBA, 2020, p. 51).

Fonte: autoria própria (2020).

Associando estes trechos ao exposto nos resultados da coleta de dados, pudemos inferir que a visão de tecnologia agregada pela RME reconhece o emprego deste termo em sua representatividade histórica, tendo uma visão mais ampla para ele do que puramente uso de tecnologias digitais. Percebe-se ainda, que a tecnologia é associada às imbricações de uso na sociedade, considerando as relações sociais.

Buscamos também pela visão atribuída ao estudante, no contexto de utilização das tecnologias para o ensino. Como podemos ver no Quadro 8, a utilização das tecnologias é considerada buscando apresentar ao estudante uma possibilidade

de uma integração ao ato pedagógico, para que ele possa perceber-se como parte na construção de seu conhecimento.

#### QUADRO 8 – SUB-CATEGORIA ESTUDANTE

Categoria - Concepção de Tecnologia para o ensino adotada pela RME
Sub-categoria: Estudante
Diretrizes Curriculares para a Educação Municipal de Curitiba (2006)
“As tecnologias, como o computador, a câmera digital, os kits LEGO, a televisão, o DVD, a internet, entre outros, são instrumentos utilizados para promover novos ambientes que proporcionem uma aprendizagem significativa, onde o estudante assuma uma postura mais ativa na construção do conhecimento” (CURITIBA, 2006, p. 67).
Currículo do Ensino Fundamental – Vol. I (2016)
Não é explicitado
Currículo do Ensino Fundamental: diálogos com a BNCC – Vol. I (2020)
“[...] tempos e espaços escolares visando a uma educação equitativa, inclusiva, que torne o estudante partícipe e protagonista na vida escolar, de seu entorno e da cidade” (CURITIBA, 2020, p. 52-53).

Fonte: autoria própria (2020).

Então, se o estudante é visto como ativo e protagonista, qual é papel da escola para propiciar esta perspectiva? Como o professor é citado nestes documentos em relação ao trabalho com as tecnologias e quais as ações destacadas pela RME para oportunizar a formação continuada? Destacamos alguns trechos dos documentos no Quadro 9, com a sub-categoria escola-professor-formação.

#### QUADRO 9 - SUB-CATEGORIA ESCOLA-PROFESSOR-FORMAÇÃO

Categoria - Concepção de Tecnologia para o ensino adotada pela RME
Sub-categoria: Escola-Professor-Formação
Diretrizes Curriculares para a Educação Municipal de Curitiba (2006)

“Cabe às escolas a incorporação das tecnologias da informação e da comunicação em seus projetos pedagógicos, como instrumento fundamental de uma educação comprometida com o desenvolvimento da autonomia intelectual do estudante da escola pública e com sua inserção no mundo digital e midiático, o que lhe garantirá condições cognitivas, intelectuais e emocionais de exercer plena e conscientemente sua cidadania” (CURITIBA, 2006, p. 69).

“A principal mudança deverá estar na prática do professor. O seu papel deverá ser de colaborador e, por que não, também de aprendiz mais experiente” (CURITIBA, 2006, p. 68).

“Sem dúvida, não se delega a única responsabilidade pela incorporação das tecnologias da informação e comunicação ao professor, porque isso deve estar inscrito nas políticas públicas educacionais, no Plano Nacional de Educação [...] Cabe à Secretaria Municipal da Educação o papel de implementar e incorporar as tecnologias da informação e da comunicação aos projetos pedagógicos das escolas da RME, através da qualificação continuada de seus profissionais” (CURITIBA, 2006, p. 68-69).

#### Currículo do Ensino Fundamental – Vol. I (2016)

“Na sociedade atual, as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) estão cada vez mais presentes no dia a dia das pessoas; o acesso ao campo das tecnologias digitais, bem como seu uso implica em novas possibilidades de acesso à informação e ao conhecimento, repercutindo também no processo de ensino-aprendizagem. Para Kenski (2003, p. 91), “[...] estamos vivenciando um momento de transição social que reflete em mudanças significativas na forma de pensar e de fazer educação” (CURITIBA, 2016, p. 41).

“Vivemos em tempos de conectividade, de interação e compartilhamento. Ter acesso às tecnologias no ambiente escolar é condição principal para que possamos promover a sensibilização dos profissionais quanto ao uso desses recursos em sala de aula, pois, o contexto da sociedade atual requer novas maneiras de ensinar, aprender e desenvolver o currículo; e em um mundo cada vez mais globalizado, utilizar as tecnologias digitais é uma maneira de nos aproximarmos da geração que está em nossas escolas” (CURITIBA, 2016, p. 41).

“Na Rede Municipal de Ensino (RME) de Curitiba, defendemos a utilização das tecnologias digitais articulada aos encaminhamentos da aula, de maneira integrada aos conteúdos curriculares [...] Trabalhamos em uma perspectiva de integração e apropriação das tecnologias digitais às atividades didático-pedagógicas, em ações que promovam encaminhamentos metodológicos mais dinâmicos, os quais também precisam estar em consonância com o Projeto Político-Pedagógico de cada unidade educacional. [...] Nessa perspectiva, é importante que nós, sujeitos da educação, participemos de momentos de reflexão, estudo e formação continuada, que abordem de maneira articulada as tecnologias aos componentes curriculares, a fim de que possamos ter as TDICs como aliadas ao

processo de ensino-aprendizagem, sabendo explorar tais recursos em suas potencialidades e ao mesmo tempo proporcionando aos(às) educandos(as) um ensino diferenciado, de qualidade e em consonância com a sociedade e cultura atuais” (CURITIBA, 2016, p. 42).

**Currículo do Ensino Fundamental: diálogos com a BNCC – Vol. I (2020)**

“Ao tratar-se do tema tecnologias no âmbito da educação e da Cidade Educadora, emerge a necessidade de construir uma concepção pedagógica que religue as tecnologias, mídias e suas linguagens aos saberes curriculares, de forma significativa, crítica e compreensiva. O desenvolvimento de uma cultura digital para integração das tecnologias, mídias e suas linguagens na escola é ofício indispensável a todos os docentes, pois o uso desses recursos e suas linguagens ainda não estão consolidados no cotidiano da escola e das atividades didático-pedagógicas” (CURITIBA, 2020, p. 51-52).

“Com relação à inovação e à criatividade relacionadas à transformação em educação, Kenski (2017, p. 28) afirma que “inovação e criatividade não sobrevivem sem rupturas, mas é preciso conciliar o muito novo com o acervo de boas práticas construídas historicamente no ensino” (CURITIBA, 2020, p. 52).

“Cabe à escola, considerando o currículo e os recursos tecnológicos digitais presentes no seu contexto, refletir sobre: como se pode inovar, criar, utilizando de forma significativa e competente as tecnologias, mídias digitais (linguagens) e analógicas, *high tech* e *low tech* (tanto de alto, quanto de baixo custo), na busca de soluções de problemas emergentes?” (CURITIBA, 2020, p. 52).

“A SME busca promover o uso das tecnologias e a implementação de ambientes inovadores e digitais de aprendizagem, por meio da formação continuada de professores, disponibilização e manutenção de recursos tecnológicos de alto e baixo custo” (CURITIBA, 2020, p. 54).

Fonte: autoria própria (2020).

Nos documentos de 2006 e 2016 é explicitada a relação entre a integração das tecnologias nas propostas pedagógicas, e que esta integração seja fundamentada pelos Projetos Políticos Pedagógicos das escolas. No documento de 2020 não é apontado o Projeto Político Pedagógico, mas sim o currículo e os recursos tecnológicos presentes no contexto da escola. Temos no documento de 2016, a citação de Kenski (2003), autora presente em nossa fundamentação. A citação no documento coaduna-se ao trecho citado neste trabalho, referente a percepção de Kenski (2003), sobre novas formas de ensinar e aprender, ou seja, novas formas de fazer educação.

No tocante ao papel do professor, já no documento de 2006 é apontada a questão de necessidade de mudança na postura em relação a prática do professor, para utilização da tecnologia. Como exposto, o professor torna-se um colaborador para o processo de construção de conhecimento, com suas propostas de ensino, de tal modo a enxergar-se como um aprendiz mais experiente. Como referenciado com o documento de 2016, utilizar as tecnologias é uma maneira de se aproximar dos estudantes. Ter acesso às tecnologias nas escolas pode sensibilizar o professor para utilizá-las em suas propostas de ensino. No documento de 2020, é apontado que integrar as tecnologias é um trabalho indispensável ao professor e que o uso das tecnologias digitais não está consolidado nas escolas.

Tal função não deixa de ser um desafio. Esta utilização pode não estar consolidada por variados motivos. Um deles é não ter o acesso aos recursos, e aqui lembramos que em se tratando das tecnologias digitais, muitas vezes não é suficiente ter um único recurso, por exemplo, apenas o computador. É necessário ter uma estrutura mínima para a garantia de uso qualitativo da tecnologia digital. Estamos falando de uma estrutura em relação a equipamentos físicos com uma configuração que apresente condições razoáveis para uso; acesso à *internet*; um espaço adequado ou possibilidade de acesso aos equipamentos via conexão sem fio, para que sejam contemplados espaços variados da escola. Algumas vezes, a escola dispõe de estrutura que contempla estes aspectos, contudo, em quantidade reduzida que não atende à demanda. Não é raro ouvir que a escola possui acesso à *internet* e até rede sem fio, mas tem um ou dois *tabletes*, ou poucos computadores em funcionamento.

Se a escola compreende a utilização das tecnologias em suas propostas de ensino, considerando-as em seu Projeto Político Pedagógico e o professor se dispõe a trabalhar para consolidação da integração das mesmas em sua prática, é necessária a organização de um sistema que lhe ofereça suporte. Quer seja para o envolvimento na causa, ou seja, a iniciação ao trabalho com as tecnologias digitais, quer seja para o desenvolvimento deste trabalho, mesmo o profissional mais proativo que se lança de forma autônoma ao uso das tecnologias, necessita de sustentação para o andamento das atividades, caso contrário é provável que não se sinta motivado a continuar. Logo, a presença da mantenedora, e suas ações sobre o fornecimento de recursos humanos e materiais, é imprescindível para a consolidação do uso das tecnologias digitais nas escolas.

O documento de 2006 revelou que, em 2001, foi criado um departamento que visava o trabalho com as tecnologias educacionais e que em 2003 tal departamento, sob uma nova organização, com uma estrutura de gerência, passou da função de assessorar e capacitar os profissionais da educação para realização de práticas com utilização das tecnologias digitais. Em 2016, percebe-se no documento do currículo uma preocupação com a oferta de formação continuada visando articular as tecnologias digitais aos componentes curriculares, na perspectiva de explorar as potencialidades dos recursos tecnológicos, para proporcionar um ensino diferenciado. Não se trata de dispensar as práticas construídas, em lugar à utilização da tecnologia desconexa dos demais processos. Concordamos com a citação de Kenski (2017), apresentada no documento de 2020, em relação a conciliar boas práticas construídas historicamente para o ensino.

Os professores são o mais importante elo no sistema de ensino, e assim o são por que suas práticas decorrem de sua formação, portanto, configuram-se como práticas profissionais. Embora não seja nosso foco de pesquisa, o contexto de ensino remoto imposto pela pandemia apresenta alguns dados sobre esse assunto, no tocante à importância do trabalho pedagógico realizado pelo professor e referentes ao planejamento, ao ensino, à aprendizagem e à avaliação. Estes processos são inter-relacionados e devem ser construídos para convergir em boas práticas de ensino. Tais práticas podem ser beneficiadas com o uso de tecnologias, aliando a experiência profissional do docente a novos recursos. Porém, demandam o olhar pedagógico profissional do professor para serem qualificados e isso pode ser alcançado quando os investimentos em recursos tecnológicos são balizados pelo investimento em formação continuada e requerem engajamento da rede mantenedora e dos profissionais que dela fazem parte.

## 7.2 CATEGORIA CONCEPÇÃO PARA ENSINO DE MATEMÁTICA ADOTADO PELA RME

Nesta categoria, consideramos apenas o documento Currículo do Ensino Fundamental: diálogos com a BNCC – Vol. V – Matemática (2020), pois, embora os demais documentos nos apresentem uma análise em perspectiva histórica, somente o documento em vigor - Currículo do Ensino Fundamental: diálogos com a BNCC – Vol. I (2020) é utilizado como balizador para o planejamento de propostas para o ensino na RME de Curitiba. Portanto, com vistas a descrever possibilidades de uso do *Ludobot*

junto a Robótica Educacional, enquanto recurso para o ensino de Matemática, nos ativemos à versão atualizada.

À guisa da Educação Matemática, a concepção para o ensino de Matemática na RME de Curitiba é orientada pela metodologia de Resolução de Problemas. Como o currículo atual é apresentado com o intento de um diálogo com a BNCC, esta é citada no currículo de 2020. A BNCC atribui à Matemática a área do conhecimento que cria sistemas abstratos, fundamentais à compreensão de fenômenos. Essa abstração possibilita a construção de representações e argumentações consistentes, pautadas na organização e inter-relação de fenômenos (BNCC, 2017).

Segundo consta no documento de 2020, para conceber a esses sistemas e assim chegar a representações e argumentações, o estudante precisa atribuir sentido aos princípios e relações para então compreender os conceitos matemáticos. Embora sejam apontados alguns autores que destacam a importância de conhecer o nível de compreensão que estudantes têm dos conceitos matemáticos, o documento não especifica uma elucidação sobre o termo conceito matemático.

Ao apresentar a perspectiva metodológica com foco na oralidade, leitura e escrita em matemática, citando Nacarato (2012), o mesmo documento registra que a mediação do professor, oportunizando um diálogo na sala de aula, gera um movimento da comunicação oral para a elaboração conceitual.

Ao buscar a referência à Nacarato (2012), tomamos conta da afirmação da autora ao defender que o gênero discursivo a ser utilizado depende da finalidade a ser dada em determinada situação. Sendo a situação a sala de aula para o trabalho com a Matemática, o conteúdo matemático deve ser o centro e o objetivo é chegar a um conceito científico. No entanto, o modo como se chega a esse conceito científico é fundamental para compreender o conceito matemático:

Os significados também são construídos pelos contextos, e a palavra ganha generalização, torna-se conceito. Os significados das palavras evoluem, ou seja, a elaboração conceitual é um processo dinâmico e evolutivo. [...] não pode haver a transmissão direta do conceito pelo professor ao aluno, visto que o conceito ou o significado das palavras evolui, em um processo complexo. Isso, do ponto de vista da escolarização, é central para pensar nos contextos a serem propiciados para a aprendizagem dos alunos, isto é, para o processo de elaboração conceitual (NACARATO, 2012, p. 14-15).

Com isso, ponderamos que seria importante explicitar no documento orientador para o trabalho pedagógico com a Matemática, uma distinção clara entre

conceito e definição. Tomando o ponto de vista de Nacarato (2012), podemos entender que conceito é a concepção, a caracterização de algo, uma ideia formulada mentalmente por um indivíduo, a partir de dado contexto, quando este indivíduo deseja, ou lhe é requisitado, expressar essa ideia formulada mentalmente, a outro, essa ideia passa a ser um conceito.

É natural que os primeiros conceitos dos estudantes, iniciantes no processo de escolarização, possam ser divergentes entre eles, e que sejam divergentes ao conceito científico, uma vez que esses conceitos foram dados por um contexto de educação não formal. Então, são conceitos espontâneos, dados pelas experiências que o estudante já teve com determinado assunto.

Cabe ao ensino formal trabalhar estratégias e oferecer instrumentos para os estudantes avançarem em seus conceitos. É neste momento que o professor deve trabalhar valorizando os conceitos pré-existentes e, a partir da oralidade, da leitura, da escrita, do diálogo e da análise, oferecer instrumentos para que os estudantes possam se aproximar e então conhecer a definição histórica e cientificamente construída para dado conceito matemático.

Entendemos que definição é a representação de um significado de uma maneira mais singular, uma explicação mais objetiva. As definições de conceitos a determinados conteúdos fazem parte não só da Matemática, mas de todas as disciplinas escolares. Entretanto, a estratégia utilizada para chegar à definição é determinante para sua compreensão. A apresentação de conceitos matemáticos em sua forma final, ou seja, sua definição, utilizando apenas as regras e fórmulas, ignorando os conhecimentos existentes e processo de construção dos estudantes para chegar a determinado conceito, não se coaduna a um trabalho pautado na Resolução de Problemas.

Considerando não apenas o currículo como também outros documentos orientadores específicos para o trabalho pedagógico nas escolas de Tempo integral, com um olhar voltado para a Matemática, a pesquisa de Kurek (2020) nos revela dados sobre a necessidade de compreender e valorizar as propostas que se efetivam nas escolas de Educação Integral em Tempo Ampliado. Mesmo que a pesquisa da autora tenha considerado documentos anteriores ao currículo da RME de Curitiba apresentado em 2020, um assunto abordado na pesquisa de Kurek (2020) e que se faz presente no currículo de 2020 é o termo *hiperescolarização*.

O currículo de 2020 afirma que as Práticas Educativas, trabalho específico da Educação Integral em Tempo Ampliado, tem a possibilidade de ressignificar os tempos e espaços da escola e, assim, superar a *hiperescolarização*. Entendemos que essa afirmação é no sentido de buscar um trabalho diferenciado, para que o estudante não passe as nove horas de sua permanência na escola, tendo as mesmas propostas, com os mesmos procedimentos metodológicos. Como mencionado anteriormente, o currículo de 2020 denomina o trabalho realizado com a disciplina de Matemática em Tempo Ampliado, como *Práticas de Matemática*. Desse modo, denota uma indicação de um olhar mais específico para esse trabalho.

Pudemos compreender que a visão para o ensino de Matemática na RME de Curitiba é guiada pela Educação Matemática e quando enunciada juntamente a propostas metodológicas, segundo o documento que considerem a utilização e integração das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), destaca-se a orientação para que esta seja proporcionada para a construção do conhecimento matemático. A visão promulgada é a de que essa construção decorre da ação mediadora e dialógica, considerando a lógica da ciência e a lógica da construção do conhecimento pelo estudante, considerando a realidade em que ele está inserido.

A mediação via Resolução de Problemas proporciona a possibilidade de pensar e testar uma ideia e, assim, ampliar os conhecimentos matemáticos, de forma que os estudantes sejam mobilizados para buscar esses conhecimentos. Uma vez que o estudante atribua sentido aos princípios e às relações para compreensão do conceito, ele estará produzindo conhecimento matemático pois, segundo o documento, “o ensino reflexivo de matemática revela-se como um direito de todos(a) e de cada um(a), no qual seja possível compreender a matemática no movimento de se formar cidadão” (CURITIBA, 2020, p. 12).

### 7.3 CATEGORIA CONCEPÇÃO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL ADOTADA PELA RME

Com a descrição dos dados obtidos no levantamento para pesquisa, especialmente com o documento de apresentação do projeto de Robótica Educacional: a) as videoaulas de robótica elaboradas e veiculadas pela SME, em função do contexto de ensino remoto; b) os dados apresentados em nosso referencial teórico, no capítulo sobre as sobre tecnologias digitais na RME de Curitiba e c) a pesquisa de

Labegalini (2007), temos nossa fonte para análise sobre a concepção de Robótica Educacional proferida pela RME de Curitiba.

Com a leitura do documento das diretrizes curriculares (2006), tivemos conhecimento de que há registros datados de 1989 sobre as primeiras intenções de trabalhar com a informática nas escolas de Curitiba. Isto denota que a oferta de recursos tecnológicos é algo que a RME percorre há, pelos menos, trinta e um anos. O projeto que culminou com um expressivo investimento para introdução do computador nas escolas a partir do ano de 1997, denominado *Digitando o futuro*, viabilizou que a aquisição de equipamentos para laboratórios de informática ocorresse de forma descentralizada, com o repasse de verba para que as escolas fizessem a aquisição de máquinas (CURITIBA, 2006; ENDLICH, 2016).

O mesmo grupo político que estabeleceu esse projeto também deu início à caminhada da Robótica Educacional em Curitiba, ao repassar para as escolas da Rede, entre os anos de 2003 e 2004, *Kits* de robótica *Legó*. No entanto, a aquisição dos *kits*, diferentemente do projeto *Digitando o futuro*, não foi realizada pela escola. Segundo informações do profissional por nós ouvido, na etapa de estudo exploratório, em função dos *kits* terem sido adquiridos diretamente da empresa fabricante, empresa essa localizada em outro país, e devido às questões burocráticas de importação e negociação para redução de custos, a aquisição foi centralizada na SME, sendo parte da política pública estabelecida pelo grupo atuante naquele período.

Com a retomada do projeto de Robótica Educacional, iniciada em 2018, primeiramente delimitou-se o projeto para as escolas que solicitaram a adesão, tendo sido atendidas noventa e quatro escolas no início de 2019. Novamente com a consulta realizada no estudo exploratório, dessa vez com outro profissional, que está a par do retomada do projeto, foi informado que com a aquisição da segunda leva de materiais com número suficiente para atender a todas as escolas, devido a algumas não terem manifestado procura pela adesão ao projeto, a SME fez um trabalho informando que a escola deveria consultar todos os professores e todos os pais, para verificar se haveria interesse pela participação ao projeto, devido ao material ter sido adquirido como parte da política da gestão.

Foi evidenciado por Labegalini (2007), que a formação de professores para o trabalho com o *Kit Legó* Robótica foi ofertada e alcançou um número expressivo de 3.700 professores. Porém, como anunciado no capítulo sobre as tecnologias digitais na RME, o trabalho com a robótica voltou-se para o Ensino Fundamental Anos Finais,

em projetos de contraturno. O dado mais recente sobre os projetos de robótica em contraturno é de 2019. Segundo anunciado na página<sup>27</sup> de *internet* sobre *Guia de Serviços da Prefeitura Municipal de Curitiba*, cinco escolas de 6º ao 9º ano trabalharam com o projeto de robótica em contraturno, com a formação de equipes de alta performance que podem participar de campeonatos, concursos e eventos de robótica, conforme interesse e disponibilidade dos professores e estudantes.

Questões como falta de tempo para trabalhar com o material, e o material extrapolar as condições de aprendizagem dos estudantes dos Anos Iniciais, são apontadas na pesquisa de Labegalini (2007). A autora afirma que essas questões sugerem um trabalho em nível mais técnico, que seja focado em grupos de interesse.

Quando o projeto *Legó* é apresentado no documento das diretrizes curriculares (2006), o termo Robótica Educacional não é utilizado. Nesse documento é evidenciado que a base de fundamentação para o trabalho com a tecnologia é a teoria construcionista de Papert (1985, 2004). É declarado também que o trabalho com o *kit Legó* deveria ser apoiado em situações problemas e conteúdos curriculares. No currículo de 2016, embora o termo Robótica Educacional apareça, ele não é comentado, sendo citado juntamente com demais projetos da área de tecnologias. É expressado que estes projetos permitem uma singular integração das tecnologias existentes com os conhecimentos trabalhados na sala de aula.

No currículo de 2020, o projeto de Robótica Educacional ganha destaque e distingue-se entre dois projetos denominados *Robótica Educacional e Programação com Microduino Ludobot* e, *Robótica e Programação de Alta Performance com Kits EV3 Legó*, sendo no primeiro declarado como público alvo estudantes de 1º ao 9º ano e, o segundo, destinado a estudantes do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental. Ambos congregam dos mesmos objetivos sendo:

Promover a aprendizagem de conceitos de Matemática, Física, Engenharia, Computação, Design, Ciência e Tecnologias, por meio da construção de modelos autômatos. Desenvolver competências socioemocionais, como cooperação, senso de responsabilidade, criatividade, autonomia, senso crítico, flexibilidade e autodeterminação (CURITIBA, 2020, p. 54).

Sendo nosso interesse de pesquisa a utilização do *Ludobot*, temos no documento de apresentação do projeto de Robótica Educacional às escolas a

---

<sup>27</sup> Disponível em: <<https://www.curitiba.pr.gov.br/servicos/robotica-educacional/665>> Acesso em: 21 out. 2020.

explicitação da metodologia de trabalho com a Aprendizagem Criativa de Resnick (2020), que, essencialmente, remete-se ao trabalho a partir de uma abordagem baseada em projetos. Resnick estudou e desenvolve pesquisas no MIT tendo Papert como mentor e, declaradamente, suas propostas de trabalho com tecnologia e educação são influenciadas por sua experiência de trabalho com Papert. Ao anunciar o trabalho com a *Aprendizagem Criativa*, ele evidencia que as pessoas aprendem mais ao resolverem problemas em um contexto de um projeto, em que estejam motivadas, que tenham interação entre pares e que seja em um contexto envolvente.

Essencialmente, isto se refere ao contexto enunciado por Papert (1985), ao elaborar e nomear sua concepção de micromundo. Em suma, o micromundo é contexto em que se realiza uma ação significativa e que, com essa ação, seja possível visualizar e estabelecer relações com outras ações e situações e, assim, estabelecer regras. Na orientação para o trabalho pedagógico com a robótica, a SME sugere o trabalho com micromundos como uma ação para colocar em prática a Aprendizagem Criativa.

Certamente, a SME abraça um desafio ao apresentar videoaulas de robótica em um contexto de ensino remoto. Com a descrição de nove dessas videoaulas, pudemos analisar que houve uma preocupação de que as aulas fossem contextualizadas e que os estudantes pudessem fazer relações com situações e conhecimentos que fazem parte de seu cotidiano. Juntamente a essa contextualização, foram apresentados conceitos e termos mais específicos para o trabalho com a robótica, mostrando sua ligação com conhecimentos científicos, o que fica mais evidente na sequência de aulas sobre conceitos tecnológicos.

Contudo, esse modelo de videoaulas gravadas e transmitidas de forma assíncrona, sem a interação entre o professor e os estudantes e entre os estudantes, e ainda sem a disponibilidade do material (*kits* e *softwares*), não contempla a Robótica Educacional embasada no construcionismo de Papert (2008). Conforme exposto por Prado e Morceli (2019), se o estudante não constrói e programa objetos físicos e com/pela construção do protótipo, em um processo criativo e colaborativo, se estabelece um objeto de estudo, então não é Robótica Educacional. As videoaulas são um bom material de estudo para formação de professores, uma vez que demonstram possibilidades para o trabalho com os *kits Ludobot* e demais materiais.

Já na primeira experiência da RME para o trabalho com os *kits* de robótica *Lego* em 2004, asseveravam que o trabalho deveria ocorrer integrado com os

conteúdos curriculares. Ao longo deste trabalho, viemos apresentando exemplos de que o trabalho somente com os *kits Lego* não atingiu esta proposição, uma vez que teve seu desenvolvimento centrado em algumas escolas na modalidade de contraturno e mais orientado à participação em feiras e campeonatos. Isso não quer dizer que com esses projetos não tenha ocorrido uma ligação aos conteúdos estipulados no currículo. Não dispomos, nesta pesquisa, de dados para tal afirmação, porém, fica evidente que o trabalho não foi realizado no período regular de aulas.

A reestruturação do projeto de Robótica Educacional na RME a partir do ano de 2018, apresenta como ponto central justamente a questão de integrar o material selecionado, o *Ludobot*, com uma metodologia diferenciada para sua utilização, visando seu emprego aliado aos conteúdos curriculares e no período regular das aulas, com compromisso de oferecer cursos de formação para professores para o desenvolvimento deste trabalho.

Focando nossa atenção nas possibilidades para o trabalho com a disciplina de Matemática, analisamos as videoaulas 10 e 11. Na videoaula 10, ao apresentar as duas montagens realizadas com *kit*, a professora-apresentadora preocupou-se em explicitar os conceitos tecnológicos envolvidos na construção, mas não comentou sobre a programação. Para agregar a atividade de matemática para os estudantes do 4º ano, apresentou uma tabela relacionando a quantidade de pessoas em cada carro e quantidade total de pessoas considerando quatro carros, no brinquedo Trem Fantasma, usado na narrativa e que foi apresentada a construção.

Essa atividade relaciona-se ao eixo estruturante estatística e probabilidade, tem como conteúdo, tabelas e quadros simples e de dupla entrada. Os objetivos de trabalho com são:

- Investigar situações de seu interesse, elaborando instrumentos de coleta de dados, organizando, apresentando e interpretando os dados coletados.
- Ler, construir e interpretar listagens, quadros, tabelas e gráficos para comunicar e representar informações quantitativas e qualitativas, utilizando o raciocínio combinatório e probabilístico para compreensão da realidade estudada (CURITIBA, 2020, p. 67).

Para os estudantes do 5º ano, a atividade apresentada na videoaula 10 relaciona os eixos estruturantes: *estatística e probabilidade*, e *grandezas e medidas*, ao solicitar o preenchimento de uma tabela contendo os valores referentes à quantidade de voltas nos brinquedos exibidos na narrativa do parque de diversões. Os conteúdos trabalhados são: Tabelas e quadros simples e de dupla entrada;

Medidas de valor: sistema monetário brasileiro. O objetivo do eixo grandezas e medidas é: “Compreender os sistemas de medidas, comparando e estabelecendo relações entre as grandezas, na resolução de problemas em diferentes contextos” (CURITIBA, 2020, p. 74).

Ressaltamos que a organização adotada pelo RME de Curitiba em Ciclos de Aprendizagem ocorre com a determinação de um objetivo comum ao Ciclo, a organização curricular em anos aborda, conteúdos e objetivos comuns para o 4º e 5º Ciclo II, as distinções entre um ano e outro são dadas pelos critérios de ensino-aprendizagem apresentados no programa curricular, que orienta um aprofundamento em alguns conteúdos em cada ano.

Na videoaula 11, continuando a narrativa de micromundo do parque de diversões, as atividades focaram-se ao eixo *grandezas e medidas*. Para o 4º ano, foi apresentada uma imagem representativa de uma arena para o brinquedo Carrinho de Bate-bate, sendo solicitado calcular a extensão de seu contorno, adequando-se ao conteúdo, perímetro. Para o 5º ano, foi apresentada uma imagem representativa da altura de três crianças, com três perguntas sobre essa imagem, adequando-se ao conteúdo, medidas de comprimento: quilômetro (km), metro (m), decímetro (dm), centímetro (cm) e milímetro (mm).

Então, percebemos nas atividades propostas a ligação com os conteúdos curriculares. Contudo, entendemos as atividades um tanto descoladas da proposta apresentada na narrativa. Isso pode ser desmotivante tanto para os estudantes, quanto para os professores, em relação ao trabalho com a Matemática. Os estudantes podem se sentir empolgados na construção dos protótipos, mas podem ser pouco desafiados na resolução da atividade. Vemos, como tendência, o estudante não dar atenção à atividade, em favor de ficar mais tempo preocupado com a montagem. Em relação aos professores, é pouco provável que estes se sintam motivados a propor todo esse processo de construção sem vislumbrar um trabalho mais consistente com os conteúdos matemáticos.

Inferimos que a concepção de Robótica Educacional adotada pela RME, emergiu no contexto da visão adotada por Papert (1985, 2008), para utilização da tecnologia educacional. Mesmo que a intento de promulgar a robótica como uma atividade realizada no período regular das aulas e aliada ao currículo, nos primeiros anos de utilização da robótica nas escolas de Curitiba, esse trabalho se voltou à participação em feiras, mostras e campeonatos. Embora o projeto tenha ficado restrito

a poucas escolas que procuram desenvolver atividades com os *Kits* de robótica *Legó*, resultou a presença de escolas de Curitiba em campeonatos, estaduais, nacionais e internacionais, e em alguns com premiações, sendo a mais recente, da Escola Municipal Coronel Durival Britto e Silva, com o 3º lugar na categoria design mecânico na competição internacional da FLL, ocorrida no Líbano, em 2019<sup>28</sup>.

Novamente a Robótica Educacional na RME de Curitiba reafirma a proposta de utilização de um *Kit* para o trabalho com a Robótica, o *Ludobot*, em todas as escolas da Rede, uma aquisição de investimento expressivo. O material é colocado como um *kit* programável com plataforma de programação em uma linguagem adaptada para crianças a partir de sete anos. Com a distribuição de dez *kits por escola*, é indicado que o trabalho seja realizado vinculado aos componentes curriculares. Como já expusemos, a metodologia sugerida para o trabalho, a Aprendizagem Criativa, é um movimento advindo da visão do construcionismo de Papert (2008), presente na proposta de trabalho com a robótica em 2004. Então, entendemos que a reformulação do projeto se fundamenta na mesma base teórica.

Com as leituras dos vários documentos apresentados nos resultados do levantamento de dados, deduzimos que o objetivo de promover a robótica nas escolas da RME de Curitiba é apresentar a tecnologia digital aos professores, para um trabalho visando alcançar um engajamento tanto a professores como a estudantes para construção do conhecimento de maneira mais ativa.

Como arremate a este capítulo, temos na análise interpretativa a busca a um diálogo entre os pressupostos teóricos assumidos em nossa fundamentação e os resultados obtidos pela análise dos dados.

Expusemos, na análise textual, nossas considerações sobre a Robótica Educacional ser uma das possibilidades pedagógicas para a construção do conhecimento no ensino formal, assim, a vemos como uma oportunidade para transitar entre os conteúdos curriculares, significando-os em um contexto concreto de aproximação entre teoria e prática.

Para Piaget (1983), a inteligência decorre da ação determinada a partir da adaptação ao meio. Deste modo, a robótica educacional como recurso para o ensino, se constitui como um meio de assimilação, acomodação e adaptação para que o

---

<sup>28</sup> Estudantes de escola municipal de Curitiba são premiados em Mundial de Robótica. Disponível em: <<https://www.bemparana.com.br/noticia/estudantes-de-escola-municipal-de-curitiba-sao-premiados-em-mundial-de-robotica#.X5Xc-YhKjIU>>. Acesso em: 22 out. 2020.

estudante seja capaz de explorar, criar, manipular, representar seus conhecimentos pré-estabelecidos aos novos, mediante realização de ações por um processo de equilíbrio. Com o construcionismo Papert (2008), intencionalmente, buscou a tecnologia para uso educacional de maneira a inovar na educação, ao ponderar sobre a construção, a manipulação e a programação de protótipos robóticos.

A análise temática diante das categorias estabelecidas nos permitiu conjecturar com nosso objeto de pesquisa, ensino de Matemática com Robótica Educacional. Entendemos a robótica na escola diante de um panorama de uso da tecnologia digital interligada as relações sociais. Isso se aproxima da concepção de tecnologia para o ensino adotada pela RME, considerando sua representatividade histórica. Temos ainda a relação à Lévy (1993), que entende as tecnologias da inteligência em uma continuidade histórica, em que as tecnologias vão, de acordo com o tempo e o espaço, se resignificando.

O estudante, no contexto de uso da tecnologia digital, é visto como ativo e protagonista na concepção da RME. A palavra protagonista, referindo-se ao estudante, é por várias vezes utilizada no currículo de 2020, não somente em relação à utilização das tecnologias digitais, como também como protagonista no desenrolar de sua vida escolar.

Segundo o dicionário Aurélio (2020)<sup>29</sup>, protagonista é aquela pessoa que desempenha ou ocupa o primeiro lugar num acontecimento, ou seja, o papel de destaque. A cibercultura e o ciberespaço preconizados por Lévy (2010) exigem a aprendizagem cooperativa, a colaboração em rede, assim, estes novos espaços e movimentos atribuem a ideia de colaboração, de inteligência coletiva, não a imagem de um personagem principal ao acesso e construção do conhecimento, processo esse tão complexo, que necessita de vários sujeitos, condições e contextos.

O professor é mais um dos sujeitos envolvidos no processo de construção do conhecimento. Como indicado por Kalinke (2014), professores, em sua maioria, apresentam pouco envolvimento com as tecnologias em suas atividades escolares, em função de desconhecimento ou relutância para a sua utilização. Este é um ponto

---

<sup>29</sup> Versão digital. Aplicativo disponível para *smartphones* nas plataformas Android e iPhone (iOS). Disponível em: <[https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.editorapositivo.aurelio&hl=pt\\_BR](https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.editorapositivo.aurelio&hl=pt_BR)>. Acesso em: 21 out. 2020.

importante, o professor precisa estar aberto a novas de ensinar e de aprender (KENSKI, 2003).

Retomamos nossa afirmação de que o uso da tecnologia no ensino não pode ser visto de forma reducionista e, por assim dizer, de forma neutra, sem aprofundamento as suas possibilidades e implicações. A significação do uso da tecnologia no ensino, como já apontamos, é um processo com vários fatores. Dentre eles, embasamento teórico, formação de professores e materiais adequados ao uso pedagógico. O professor é conexão importante na mediação para inteligência coletiva.

A Resolução de Problemas é destacada pela RME como via de acesso à Matemática, bem como, a Aprendizagem Criativa, é a proposta anunciada como metodologia de trabalho com a robótica na RME. Esse conjunto teórico-metodológico preconiza que, ao resolver um problema em um contexto de um projeto, as pessoas aprendem mais. Deste modo, coincidem em relação à abordagem para o desenvolvimento do trabalho entre a área da Matemática e da robótica escolar.

A tessitura dessa análise nos encaminha para nossas considerações sobre o percurso realizado na pesquisa. No próximo capítulo, retornamos a nossa pergunta norteadora e nosso objetivo de pesquisa com vistas a apresentar nossas considerações finais sobre uso do *kit Ludobot*, enquanto ferramenta e recurso para o ensino de Matemática.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da robótica para uso educacional explora estratégias pedagógicas aliadas ao uso de tecnologias digitais. Um dos seus desafios é propiciar que a essência tecnológica da robótica, genuinamente integradora de várias áreas e conceitos, possa desvelar estudos nas diversas disciplinas escolares, com um currículo que contemple teorias e práticas.

Considerando que a Robótica Educacional tem potencialidade para ser um elemento curricular interdisciplinar e articulador de aprendizagens no interior da escola, esta configura-se como um meio que pode oportunizar a construção de conhecimentos a professores e estudantes, por possibilitar práticas de identificação e resolução de problemas advindos de necessidades, indagações, interesses social e contemporaneamente situados.

Aqui explicitamos um questionamento que passou a nos acompanhar em dado momento da pesquisa, mas que não ousamos citar anteriormente reconhecendo a complexidade da temática em que ele está inserido. Ponderamos trazê-lo em nossas considerações finais, abrindo caminhos a novas pesquisas. Como o currículo e seus desdobramentos, prescrito, em ação, implícito, se aplica ao uso de tecnologias digitais nas escolas? Embora tenhamos nos deparado com o termo currículo, muitas vezes nesta pesquisa, sentimos a falta, nos documentos por nós analisados, de ter uma visão mais aprimorada sobre a implicação de uma nova pedagogia voltada ao contexto da cibercultura, aplicada ao currículo.

Ainda que tenha sido citado no currículo da RME de Curitiba, que as tecnologias digitais ajudam a romper com o padrão de formalização e hierarquização dos conteúdos, sentimos falta da apresentação de estratégias para que isso aconteça. Podemos estender essa constatação aos currículos dos sistemas de ensino brasileiros, que em sua maioria, pautam-se em uma concepção tradicional de ensino em que o legado de um currículo carregado de conteúdos, ganha espaço em detrimento a propostas pedagógicas alicerçadas em processos que permitem focar nos procedimentos desenvolvidos para o trabalho com os conteúdos, o saber fazer. Processos estes que se fortalecem quando consideram recursos físicos (equipamentos) e humanos, aliados aos recursos tecnológicos digitais utilizados no cotidiano das sociedades.

Em relação a interdisciplinaridade para o trabalho com a robótica, reconhecemos que esta modalidade ganha ainda mais robustez quando enreda pela organização característica dos Anos Iniciais, que normalmente tem um professor denominado regente, que passa a maior parte tempo da jornada escolar, junto com uma turma de estudantes, para trabalho com os componentes curriculares. Decorrente de nosso objeto de pesquisa, ensino de Matemática com Robótica Educacional e nosso entendimento de que a interdisciplinaridade deve considerar as especificidades das disciplinas, justificamos nossa opção em relação ao enfoque às discussões voltadas a perspectiva da Educação Matemática.

Com essa perspectiva e agora envoltos à experiência da caminhada de pesquisa, retornamos a nossa problemática: de que modos o Ludobot pode ser trabalhado na Robótica Educacional de forma a evidenciar conceitos matemáticos para estudantes dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, em especial considerando o contexto em que emerge a pesquisa, a Educação Integral em Tempo Ampliado da RME de Curitiba?

Esta pergunta foi analisada seguindo os pressupostos da pesquisa qualitativa, do tipo descritiva. Sabendo da diversidade de fatores e, considerando-os, assumimos a análise e correlação entre eles, à luz das fontes de pesquisa, sem manipulá-los, atribuindo um olhar representativo a um contexto; o trabalho com a robótica nas escolas de Curitiba e as possibilidades de ensino de Matemática com a robótica, em uma escola de Educação Integral em Tempo Ampliado.

Temos como resultado o apontamento de modos de trabalho com o *Ludobot* na Robótica Educacional, considerando este contexto, mas que podem adquirir novos sentidos e significados com a visão de contexto de cada leitor que fará sua interpretação de acordo com as suas experiências e horizontes para novos cenários.

Especialmente para a Educação Integral em Tempo Ampliado estabelecemos que a Robótica Educacional pode ser trabalhada com a realização de propostas que considerem projetos juntamente com a metodologia da Resolução de Problemas. Mas, por que projetos?

A Educação Integral em Tempo Ampliado tem ainda mais recurso, em relação ao tempo proporcionado à jornada escolar, que possibilita oferecer experiências que contemplem a construção de uma Matemática apresentada por um contexto de problemas que desafiam os estudantes a buscar o conhecimento matemático. Sabemos que este processo não se constrói de forma aligeirada, nem para os

professores, que precisam aderir reconhecer e respeitar os diferentes ritmos de aprendizagem, nem para os estudantes, que precisam reconhecer e se apropriar de um processo em que será requisitado a dialogar, formular perguntas, elaborar hipóteses, exercitar conjecturas, realizar experimentações.

Na proposição de projetos, temos a representação de ideias no mundo real. A construção pública, em vias individuais e coletivas, que quando analisada e discutida pelo grupo, proporciona a inteligência coletiva (LÉVY, 2015), e reorganiza (TIKHOMIROV, 1981) as construções intelectuais em relação aos conceitos matemáticos pré-existentes das definições histórica e cientificamente construídas para dado conceito matemático (NACARATO, 2012).

O *Ludobot*, material abordado na pesquisa, apresenta possibilidades para o trabalho com o Ensino Fundamental Anos Iniciais, em função de sua característica técnica que permite encaixar os módulos eletrônicos de forma mais simplificada, sem a necessidade de um aprofundamento em conhecimentos de eletrônica, sendo uma ferramenta adequada para ser utilizada em projetos que visam ao ensino inicial de robótica e de programação.

Enfatizamos que o trabalho com a robótica não pode se dar puramente com um sentido de preparação para o mercado de trabalho. Na escola, ele adquire a função de ser um recurso de abertura à criatividade e um meio de encontrar soluções aos problemas observados ou propostos pela sociedade e pelo ambiente. Por isso, consideramos que, mesmo que a robótica seja vista como atividade complexa, ao trazê-la para o contexto escolar o objetivo não pode ser o de se ater exclusivamente a ensinar as características técnicas do material, mas sim as possibilidades do material para o ensino, particularmente neste trabalho, com conteúdos e habilidades matemáticas.

No tocante aos entendimentos sobre ferramenta e recursos tecnológicos aplicados na conjuntura de uso na educação, distinguimos que, quando um material é apresentado para ser utilizado na sala de aula e não pressupõe uma inovação em relação as metodologias utilizadas pelo professor, então é uma ferramenta. Se este material possibilita ao professor sua utilização em um contexto de ensino que contribui para uma proposta de construção e desenvolvimento à aprendizagem, o professor usa esse material para mediar suas propostas de ensino, então é um recurso. Dadas essas diferenças, interpretamos que o *Ludobot* é um material que pode ser tido como um recurso para o ensino.

A mediação do professor é um ponto chave no trabalho com a robótica para que possam emergir os conceitos matemáticos, em especial nos Anos Iniciais. Alguns conceitos matemáticos nos acompanham desde as nossas primeiras experiências de interação com o ambiente. Porém, pode ser que dada a naturalidade com que eles são utilizados, os estudantes não os relacionem com conceitos mais científicos. Apenas ao apresentar o *Ludobot* e propor trabalhos sem o devido olhar pedagógico profissional do professor, as ideias e os conceitos não serão alcançados de pronto.

Nossa leitura sobre o construcionismo de Papert (2008) revela-se na tríade 1) conhecimento prévio/conteúdo, 2) materiais e 3) ambiente, como elementos que propiciam um conhecimento que não é transmitido e sim, construído, via realização de trabalhos de forma concreta. Não sendo o único, o professor é um grande responsável por oferecer um ambiente (que Papert chamou de águas férteis), no modelo de micromundos com uma gama de atividades matematicamente ricas.

Dessa maneira, com a apresentação e análise do *Ludobot*, um *kit* de peças para o trabalho com a robótica, que basicamente é composto por peças eletrônicas, sensores e atuadores e peças feitas de plástico, e o seu *software* de programação e, ainda, ao percorrer a trilha investigativa balizada por um procedimento metodológico e científico, alcançamos nosso objetivo de descrever possibilidades de uso deste material enquanto recurso para o ensino de Matemática.

Esse resultado é apresentado em detalhes em nosso Produto Educacional, o qual nomeamos: Robótica Educacional e Matemática nos Anos Iniciais – Propostas de Atividades. Não entendemos este material como um manual, mas o concebemos como um ponto de partida. O trabalho com a robótica como recurso para o ensino juntamente aos conteúdos curriculares não objetiva a reprodução de respostas prontas, mas sim desenvolver novas soluções para novos problemas.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei n.13.005, de 25 de junho de 2014. **Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF., 26 jun 2014. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm)> Acesso em: 02 fev. 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular** (Versão Final). Ministério da Educação, Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)>. Acesso em: 23 jun. 2019.

BECKER, F. **Educação e Construção do Conhecimento**. São Paulo: Artmed, 2001.

CABRAL, C. P. **Robótica Educacional e Resolução de Problemas: uma abordagem microgenética da construção do conhecimento**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.

CAMPOS, F.R. **A Robótica para uso Educacional**. Editora Senac São Paulo. São Paulo - SP, 2019.

\_\_\_\_\_. **Robótica Educacional no brasil: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras**. Revista Ibero-americana de Estudos em Educação, Araraquara/SP, v, 12, n. 4, p. 2108-2121, out. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/8778/6944>> Acesso em: 29 jun. 2019.

\_\_\_\_\_. **Currículo, tecnologias e robótica na educação básica**. Tese (doutorado) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), São Paulo, 2011.

CASTILHO, M.I. **Hiperobjetos da Robótica Educacional como ferramentas para o desenvolvimento da abstração reflexionante e do pensamento computacional**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre - RS, 2018.

CERVO, A.L.; BERVIAN, P.A.; SILVA, R. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CHELLA, M.T. **Ambiente de robótica para aplicações educacionais com SuperLogo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e da Computação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2002.

CURITIBA, Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal de Educação. **Projeto de Robótica e Linguagem de Programação**. Portal de Conteúdos. Curitiba, 2019. Disponível em: <<https://educacao.curitiba.pr.gov.br/conteudo/historico/8952>>. Acesso em: 09 dez. 2019.

\_\_\_\_\_. Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal de Educação. Coordenadoria de Tecnologias Digitais e Inovação. **Faróis do Saber e Inovação**. 2018. Disponível em: <<https://mid-educacao.curitiba.pr.gov.br/2019/9/pdf/00240850.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2020.

\_\_\_\_\_. Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal de Educação. Coordenadoria de Tecnologias Digitais e Inovação. **Robótica Educacional**. Curitiba. 2019.

\_\_\_\_\_. Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal de Educação. **Diretrizes Curriculares para a Educação Municipal de Curitiba: Ensino Fundamental**. v. 1. Curitiba, 2006.

\_\_\_\_\_. Prefeitura Municipal de Curitiba. Secretaria Municipal da Educação. **Currículo do Ensino Fundamental 1º ao 9º ano**. v. 1. Curitiba, 2016.

\_\_\_\_\_. Prefeitura Municipal de Curitiba. Secretaria Municipal da Educação. **Currículo do Ensino Fundamental: diálogos com a BNCC**. v. 1. Curitiba, 2020.

\_\_\_\_\_. Prefeitura Municipal de Curitiba. Secretaria Municipal da Educação. **Currículo do Ensino Fundamental: diálogos com a BNCC**. v. 5. Curitiba, 2020.

d'ABREU, J. V. V. **Integração de Dispositivos Mecânicos para Ensino-Aprendizagem de Conceitos na Área da Automação**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2002. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/265363>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

\_\_\_\_\_, J.V.V.; REIS, J.C. Robótica Pedagógica no NIED: contribuições e perspectivas futuras. In: VALENTE, J.A.; FREIRE, F.M.P; ARANTES, F.L (Orgs.). **Tecnologia e Educação: passado, presente e o que está por vir**. Campinas – SP, Unicamp/Nied, 2018.

DUARTE, F.; ESPÍNOLA, B. **Acesso Público à Internet em Curitiba: quem são e como se comportam os usuários?** Revista Informática Pública, v. 8, n.2, p. 27-37, mai. 2008.

ENDLICH, E. **As tecnologias e mídias digitais nas escolas e a prática do pedagogo: questões teóricas e práticas.** 2016. 116p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Educação, Curitiba, 2016.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos.** 3. ed. rev. Campinas, SP, Autores Associados, 2012.

FORTES, R. M. **Interpretação de Gráficos de Velocidade em um Ambiente Robótico.** Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo - SP, 2007.

GOULART, I.B. **Psicologia da educação: fundamentos teóricos e aplicações a prática pedagógica.** 19. ed. Petrópolis, RJ, Vozes, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Censo da educação superior no ano de 2019: divulgação dos resultados.** Brasília, 2020. Disponível em: <[http://download.inep.gov.br/educacao\\_superior/censo\\_superior/documentos/2020/A\\_presentacao\\_Censo\\_da\\_Educacao\\_Superior\\_2019.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_superior/censo_superior/documentos/2020/A_presentacao_Censo_da_Educacao_Superior_2019.pdf)>. Acesso em: 01 nov. 2020.

KALINKE, M.A. **Tecnologias no Ensino: a linguagem matemática na Web.** Curitiba - PR. Editora CRV. 2014.

\_\_\_\_\_. **Para não ser um professor do século passado.** Curitiba - PR. Editora Gráfica Expoente. 5 ed. 2004.

KENSKI, V. M. **Tecnologias e ensino presencial e a distância.** Campinas (SP): Papyrus, 2003.

\_\_\_\_\_. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação.** Campinas: Papyrus, 2007.

KUREK, B. **A organização da educação em tempo integral da RME de Curitiba: endereçamentos para a prática educativa do acompanhamento pedagógico em**

Matemática. 2020. 129p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Formação Científica Educacional e Tecnológica, Curitiba, 2020.

LABEGALINI, A. C. **A construção da prática pedagógica do professor: o uso do lego/robótica na sala de aula.** 2007. 154p. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Educação. Curitiba, 2007.

LÉVY, P. **As tecnologias da Inteligência: o futuro do pensamento na era da informática.** Tradução de Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro, Editora 34, 1993.

\_\_\_\_\_. **Cibercultura.** Tradução de Carlos Irineu da Costa. São Paulo. Editora 34, 3ª ed. 2010.

\_\_\_\_\_. **A inteligência Coletiva: por uma antropologia do ciberespaço.** Tradução de Luiz Paulo Rouanet. Edições Loyola, São Paulo, 10 ed. 2015.

MALTEMPI, M. V. **Educação matemática e tecnologias digitais: reflexões sobre prática e formação docente.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, ACTA SCIENTIAE. Canoas, v. 10, n. 1, p. 59-67, jan./jun. 2008.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa: planejamento e execução de pesquisa, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados.** 8 ed. São Paulo, Atlas, 2018.

MARTIN, F. **Children, Cybernetics, and Programmable Turtles.** Unpublished Master's Thesis, MIT Media Laboratory, Cambridge, 1988.

MOSTRA NACIONAL DE ROBÓTICA (MNR). **O que é bolsa ICJ-CNPQ/MNR?** Disponível em: <<http://www.mnr.org.br/>> Acesso em: 30 ago. de 2020.

NACARATO, A. M. **A comunicação oral nas aulas de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental.** Revista Eletrônica de Educação. São Carlos: UFSCar, v. 6, n.º 1, p. 9-26, maio 2012. Disponível em: <<http://www.reveduc.ufscar.br>> Acesso em: 07 nov. 2020.

NESI, T. L. **Reformulando um objeto de aprendizagem criado no Scratch: em busca de melhorias na usabilidade.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba - PR, 2018.

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

\_\_\_\_\_. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Tradução Sandra Costa. Editora Artmed, 2008.

\_\_\_\_\_. An Evaluative Study of Modern Technology in Education. **Logo Meno**, n. 26. Massachusetts: MIT, 1976.

\_\_\_\_\_. S.; SOLOMON, C. Twenty Things to do With a Computer. **Logo Meno**, n. 3. Massachusetts: MIT, 1971.

PAULA, A. J. R. et al. **A aprendizagem da matemática através do pianocalc**. MNR. Mostra Nacional de Robótica. 2018. Disponível em: <<http://sistemaolimpo.org/midias/uploads/941cfe1ca45123090f37a54341e8bd4e.pdf>> Acesso em: 05 fev. 2020.

PIAGET, J. **A construção do real na criança**. Tradução Ramom Américo Vasques, São Paulo, Ed. Ática, 1996.

\_\_\_\_\_. **A epistemologia genética; Sabedoria e ilusões da filosofia; Problemas de psicologia genética**. Tradução CAIXEIRO, N. C.; DAEIR, Z. A.; DI PIERO, C. E. A. São Paulo. 2 ed. Abril Cultural, 1983. Títulos originais: L'Épistémologie Génétique; Sagesse et Illusions de la Philosophie; Problèmes de Psychologie Génétique.

PRADO, J. P. A; MORCELI, G. Robótica Educacional: do conceito e robótica aplicada à concepção dos kits. In: PERALTA, D.A. (org.). **Robótica e Processos Formativos: da epistemologia dos kits**. Organizadores Porto Alegre - RS. Editora Fi. 2019.

RESNICK, M. **Technologies for Lifelong Kindergarten**. Educational Technology Research & Development. vol. 46, no. 4, 1998.

RESNICK, M.; RUSK, N.; COOKE, S. **The Computer Clubhouse: Technological Fluency in the Inner City**. In Schon, D., Sanyal, B., and Mitchell, W. (eds.), High Technology and Low-Income Communities, pp. 266-286. Cambridge: MIT Press. 1998.

RESNICK, M. **Jardim de infância ao longo da vida: por uma aprendizagem criativa, relevante e mão na massa para todos.** Tradução de SOBRAL, M. C. C. L. R. Porto Alegre: Penso, 2020. Título original: Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity Through Projects, Passion, Peers, and Play.

RICHIT, A; MOCROSKY, L.F; KALINKE, M.A. Tecnologias e Prática Pedagógica em Matemática: tensões e perspectivas evidenciadas no diálogo entre três estudos. In: KALINKE, M. A; MOCROSKY, L.F. (org.). **Educação Matemática: pesquisas e possibilidades.** Curitiba - PR. Editora UTFPR, 2015.

SANTOS, E. F. G. **Ambientes digitais no desenvolvimento de atitudes colaborativas de aprendizagem: estudo de caso do projeto de jornal eletrônico escolar extra, extra.** 2003. 119p. Dissertação (Mestrado) –Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 2003.

SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO (SME) Curitiba. **Projeto de robótica e linguagem de programação.** Curitiba, 2020. Disponível em: <<https://educacao.curitiba.pr.gov.br/conteudo/historico/8952>> Acesso em: 30 nov. 2020.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico.** 22 ed. São Paulo, Cortez, 2002.

SILVA, A. F. **RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal - RN, 2009.

SILVA, R. B.; BLIKSTEIN, P. Robótica: Da Ficção Científica a Sala de Aula. In: SILVA, R. B.; BLIKSTEIN. (Org). **Robótica Educacional: experiências inovadoras na educação brasileira.** Porto Alegre: Penso, 299 p. 2020.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. A pesquisa científica. In: SILVEIRA, D. T.; GERHARDT, T. E. (org). **Métodos de pesquisa.** Porto Alegre: Editora de UFRGS, 2009.

SLOMP, P. F. **Desenvolvimento e aprendizagem.** Tradução do original incluído no livro de: LAVATTELLY, C. S. e STENDLER, F. Reading in child behavior and development. New York: Hartcourt Brace Janovich, 1972. Que, por sua vez, é a reimpressão das páginas 7-19 de: RIPPLE R. e ROCKCASTLE, V. Piaget rediscovered. Cornell University, 1964. UFRGS – PEAD 2009.

TIKHOMIROV, O. K. The psychological consequences of computerization. In: WERTSCH, J. V. **The concept of activity in soviet psychology**. New York: M. E. Sharpe Inc., 1981.

VALENTE, J. A. A. O papel do professor no ambiente Logo. In: **O professor no ambiente Logo: formação e atuação**. Campinas: Unicamp/Nied, 1996.

VENSON, D. L.; KALINLE, M. A. **Entre a cruz e o método**: uma reflexão histórico-filosófica sobre controle de verossimilhança do conhecimento. Campo Grande: Life Editora, 2020. E-book. Disponível em:  
<<http://www.lifeeditora.com.br/loja/produto/ebook-gratuito-entre-a-cruz-e-o-metodo/>>  
Acesso em: 25 set. 2020.

ZILLI, S. R. **A robótica educacional no ensino fundamental**: perspectivas e prática. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.