



**LARYSSA CAPUTO SILVA**  
**MARIANA TOURINO RIBEIRO**

**ROBÓTICA EDUCACIONAL NO PROCESSO DE**  
**ENSINO-APRENDIZAGEM:**  
**UMA PREPARAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO 4.0**

**LAVRAS – MG**

**2021**

**LARYSSA CAPUTO SILVA**  
**MARIANA TOURINO RIBEIRO**

**ROBÓTICA EDUCACIONAL NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM:  
UMA PREPARAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO 4.0**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia de Controle e Automação, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Leonardo Silveira Paiva  
Orientador

**LAVRAS – MG**  
**2021**

**Ficha catalográfica elaborada pela Coordenadoria de Processos Técnicos  
da Biblioteca Universitária da UFLA**

Silva, Laryssa Caputo; Ribeiro, Mariana Tourino  
ROBÓTICA EDUCACIONAL NO PROCESSO DE  
ENSINO-APRENDIZAGEM : UMA PREPARAÇÃO PARA  
A EDUCAÇÃO 4.0 / Laryssa Caputo Silva  
Mariana Tourino Ribeiro. – Lavras : UFLA, 2021.  
66 p. : il.

Monografia–Universidade Federal de Lavras, 2021.  
Orientador: Prof. Dr. Leonardo Silveira Paiva.  
Bibliografia.

1. TCC. 2. Monografia. 3. Dissertação. 4. Tese. 5.  
Trabalho Científico – Normas. I. Universidade Federal de  
Lavras. II. Título.

*Às nossas famílias, por todo apoio dedicado.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente às nossas famílias, por seus esforços incessantes e todo o apoio emocional durante o desenvolvimento deste trabalho e todos esses anos de graduação.

A todos os professores da Universidade Federal de Lavras, que compartilharam um pouco de seu tempo e conhecimento.

Ao nosso orientador professor Dr. Leonardo Silveira Paiva, por ter nos dado todas as direções, por nos incentivar e por demonstrar interesse ao nosso trabalho.

Nossos agradecimentos também a todos os colegas e amigos que tivemos a oportunidade de conhecer durante a nossa jornada na graduação e a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que esse trabalho fosse possível.

Nosso muito obrigada!

*"Só a educação liberta."*

*(Epicteto)*

## RESUMO

O mundo vive hoje a Quarta Revolução Industrial, ou Indústria 4.0, na qual a linguagem computacional, a internet das coisas, a inteligência artificial, os robôs e as diversas outras tecnologias dinamizam os processos nas mais diferentes áreas. A partir daí, pode-se considerar como ponto de partida para esta análise a seguinte pergunta: Qual o impacto da tecnologia digital na educação, tendo em vista a formação profissional para a Indústria 4.0? A forma de ensino tradicional ainda adotada, se baseia em um mestre que detém conhecimento e o transmite verbalmente para os alunos, que ficam limitados, de certa maneira, apenas a ouvir e memorizar. Essa forma de educação, não leva em conta a particularidade de desenvolvimento de cada indivíduo e torna o ensino mecânico, ineficiente e desestimulante. Portanto, a introdução de tecnologias no processo de aprendizado, passa a permitir não só uma melhor assimilação de conteúdos da grade curricular, como também desperta a capacidade de solucionar problemas a partir da busca por informações, promove o conhecimento tecnológico, a capacidade de trabalho em grupo, o senso crítico e desenvolve a criatividade. Pensando nisso, cabe a aplicação dos conceitos de Robótica na educação, na qual permite que diversas “peças” sejam controladas por meio de uma programação lógica, dando ao aluno a possibilidade de imaginar e inventar a partir da criação de seu próprio modelo. Contudo, o presente trabalho visa mostrar o impacto da Robótica na educação, bem como apresentar metodologias, ferramentas e tecnologias para a utilização da robótica em diversos contextos educacionais, enfatizando o ensino de conceitos de Física e Matemática.

**Palavras-chave:** Robótica educacional. Indústria 4.0. Tecnologia.

## **ABSTRACT**

The world is currently experiencing the Fourth Industrial Revolution, or Industry 4.0, in which computational language, the internet of things, artificial intelligence, robots and several other technologies dynamize the processes in the most different areas. From there, the following question can be considered as a starting point for this analysis: What is the impact of digital technology on education, in view of professional training for Industry 4.0? The traditional form of teaching still adopted, is based on a master who holds knowledge and transmits it verbally to students, who are limited, in a way, only to listen and memorize. This form of education does not take into account the particular development of each individual and makes mechanical teaching inefficient and discouraging. Therefore, the introduction of technologies in the learning process, allows not only a better assimilation of contents of the curriculum, but also awakens the ability to solve problems from the search for information, promotes technological knowledge, the ability to work in group, critical sense and develops creativity. With that in mind, it is up to the application of Robotics concepts in education, which allows several “pieces” to be controlled through a logical program, giving the student the possibility to imagine and invent from the creation of their own model.

**Keywords:** Educational Robotics. Industry 4.0. Technology.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Tela inicial do <i>SuperLogo</i> . . . . .	20
Figura 3.2 – Kits LEGO Mindstorms . . . . .	21
Figura 3.3 – Material do kit da <i>Fischertechnik</i> . . . . .	22
Figura 3.4 – Material do kit da <i>Vex Robotics Design System</i> . . . . .	23
Figura 3.5 – Kit da EDUTEC . . . . .	23
Figura 3.6 – Teclado do <i>ROBOKIT</i> . . . . .	24
Figura 3.7 – Robô móvel do kit Curumim . . . . .	24
Figura 3.8 – Kit ALFA EDUC 2008 . . . . .	25
Figura 3.9 – Tela inicial do <i>RoboLab</i> . . . . .	27
Figura 3.10 – Tela inicial e caixa de ferramentas do <i>Everest</i> . . . . .	28
Figura 3.11 – Interface do <i>Cyberbox</i> . . . . .	31
Figura 3.12 – Kit Super Robby . . . . .	32
Figura 3.13 – <i>GoGo board</i> . . . . .	32
Figura 3.14 – Robô humanóide <i>ASIMO</i> . . . . .	33
Figura 3.15 – Programação em blocos . . . . .	34
Figura 3.16 – Robô de um aluno fantasiado para uma apresentação . . . . .	35
Figura 3.17 – Programação utilizada no ambiente <i>DuinoBlocks for kids</i> . . . . .	37
Figura 3.18 – Programação utilizada no ambiente <i>DuinoBlocks for kid</i> Laboratório utilizado para o desenvolvimento das atividades do projeto Amora . . . . .	37
Figura 3.19 – Robô humanóide <i>NAO</i> criado pela empresa francesa <i>Aldebaran Robotics</i> . . . . .	38
Figura 3.20 – Oficina de Robótica para aplicação de conceitos de física no XI Workshop de Informática na Escola - WIE . . . . .	45
Figura 4.1 – Peças contidas no kit <i>Lego Mindsorms NXT 2.0</i> . . . . .	47
Figura 4.2 – Diferentes tipos de sensores contidos no kit <i>Lego Mindsorms NXT 2.0</i> . . . . .	48
Figura 4.3 – Módulo NXT . . . . .	49
Figura 4.4 – Sugestão de montagem do carrinho em 3D . . . . .	50
Figura 4.5 – Caminho demarcado para experimento . . . . .	51
Figura 4.6 – Lego utilizado para experimento do MRU e MRUV . . . . .	51
Figura 4.7 – Pêndulo Simples e forças que atuam sobre ele . . . . .	53
Figura 4.8 – Sugestão de montagem da estrutura do experimento em 3D . . . . .	55
Figura 4.9 – Montagem do LEGO: <i>MINDSTORMS</i> para realizar o experimento (frontal) . . . . .	55

Figura 4.10 – Montagem do LEGO: <i>MINDSTORMS</i> para realizar o experimento (traseira)	56
Figura 4.11 – Montagem do experimento do Pêndulo Simples . . . . .	56
Figura 5.1 – Resultado de velocidade média mostrada no display do módulo <i>NXT</i> ao final do último intervalo para o MRU . . . . .	58
Figura 5.2 – Velocidade em cada intervalo e velocidade média mostrada no display do módulo <i>NXT</i> ao final do último intervalo para o MRUV . . . . .	59

## LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 – Velocidades obtidas para o MRU em cada intervalo . . . . .	57
Tabela 5.2 – Velocidades obtidas para o MRUV em cada intervalo . . . . .	59
Tabela 5.3 – Valores de tempo obtidos ao final do experimento . . . . .	60
Tabela 5.4 – Valores de período obtidos (T) . . . . .	60
Tabela 5.5 – Valores de aceleração da gravidade obtidos por meio do período (T) . . . . .	61

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral</b>	<b>13</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>14</b>
<b>3.1</b>	<b>A educação em tempos de pandemia do COVID-19</b>	<b>14</b>
<b>3.2</b>	<b>As falhas do modelo de ensino da matemática evidenciadas pela pandemia</b>	<b>15</b>
<b>3.3</b>	<b>Educação 4.0 e o uso de tecnologias no ensino</b>	<b>17</b>
<b>3.4</b>	<b>As tecnologias empregadas no ensino da Robótica Educacional</b>	<b>19</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Os <i>Softwares</i> utilizados na Robótica Educacional</b>	<b>25</b>
<b>3.5</b>	<b>A inserção da Robótica Educacional nas escolas</b>	<b>28</b>
<b>3.6</b>	<b>A Robótica Educacional de baixo custo</b>	<b>30</b>
<b>3.7</b>	<b>O uso da Robótica Educacional a nível internacional</b>	<b>32</b>
<b>3.8</b>	<b>Diferentes abordagens da Robótica no ensino</b>	<b>36</b>
<b>3.9</b>	<b>A Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR)</b>	<b>39</b>
<b>3.10</b>	<b>Relação de conceitos multidisciplinares</b>	<b>42</b>
<b>3.11</b>	<b>O uso da Robótica no ensino da Matemática</b>	<b>43</b>
<b>3.12</b>	<b>O uso da Robótica no ensino da Física</b>	<b>44</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>46</b>
<b>4.1</b>	<b>Metodologia</b>	<b>46</b>
<b>4.1.1</b>	<b>O <i>kit</i></b>	<b>46</b>
<b>4.1.1.1</b>	<b>Lego Mindstorms NTX 2.0</b>	<b>46</b>
<b>4.1.2</b>	<b>O Movimento Retilíneo Uniforme e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado</b>	<b>47</b>
<b>4.1.2.1</b>	<b>Experimento de MRU e MRUV</b>	<b>49</b>
<b>4.1.3</b>	<b>O Pêndulo Simples</b>	<b>52</b>
<b>4.1.3.1</b>	<b>Movimento Harmônico Simples</b>	<b>52</b>
<b>4.1.3.2</b>	<b>Pêndulo Simples</b>	<b>52</b>
<b>4.1.3.3</b>	<b>Experimento do Pêndulo Simples</b>	<b>54</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>57</b>
<b>5.1</b>	<b>MRU e MRUV</b>	<b>57</b>

<b>5.2</b>	<b>Pêndulo simples</b> . . . . .	<b>60</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> . . . . .	<b>62</b>
<b>7</b>	<b>TRABALHOS FUTUROS</b> . . . . .	<b>63</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> . . . . .	<b>64</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com os avanços tecnológicos, as características do trabalho mudaram: da máquina a vapor do início do século passado, que permitiu amplificar o trabalho físico do homem à informática, que amplificou o seu trabalho mental é possível perceber mudanças em relação ao emprego, às qualificações profissionais, às relações trabalhistas e às condições do ambiente de trabalho (LIGUORI, 1997). Além disso com o surgimento da pandemia do COVID-19 faz-se cada vez mais necessária a inclusão de tecnologias também como mecanismos de aprendizado.

Dessa forma, é importante que as metodologias de ensino se adaptem às necessidades do contexto atual, permitindo que os alunos fiquem mais habituados às novas tecnologias, que futuramente poderão ser aplicadas em suas profissões e, além disso, consigam aprender de forma dinâmica. Liguori (1997) vem dizer que a escola, percebendo toda essa mudança, tem tentado acompanhar essa evolução e uma das respostas às necessidades desse mundo produtivo é garantir aos estudantes o mínimo de conhecimento tecnológico.

Nesse cenário, integrar a robótica com a educação, além de promover um aprendizado mais ativo e desenvolvimento, de acordo com Expoente (2004), possibilita também um processo mais participativo, onde o aluno é protagonista na construção do seu conhecimento. Permite ainda a união de vários recursos tecnológicos em situações de ensino-aprendizagem de uma forma lúdica e interessante e abrindo margens para estimulação de conceitos como pré-design, engenharia e habilidades de computação, desenvolvendo atividades altamente relevantes para o currículo escolar.

Nez, Silva e Silva (2010) compartilha os benefícios advindos da introdução da robótica na educação básica. No que diz respeito à capacidade de trabalho em equipe, os autores relatam que os alunos admitiram mudanças e evolução no seu perfil como maior interação com colegas, espírito de cooperação e capacidade de liderança, aspectos importantes para desenvolvimento da aprendizagem. Portanto, é inegável que a inserção da Robótica além de vir para somar no que tange à multidisciplinaridade em sala de aula e a melhora na compreensão dos conteúdos programados, também desenvolve o perfil social dos alunos.

É importante também citar o fato de que a tecnologia ocupa cada vez mais espaço na nossa realidade e no nosso dia a dia. A necessidade por inovação invade tanto o campo profissional, como também o campo familiar e social, nos trazendo recursos nos quais ficamos cada vez mais familiarizados e de certa forma dependentes. Estamos praticamente imersos em um

contexto onde necessitamos de diferentes formas de tecnologia para sobrevivência. E diante disso Futurekids (2004) vem dizer:

Cada eletrodoméstico, cada aparelho eletrônico tem o seu lado robô. Uma máquina de lavar, tão comum nos lares, é um robô que executa uma tarefa doméstica que costuma ser árdua para a maioria das pessoas – lavar roupas. As máquinas – cada vez mais automatizadas – facilitam o trabalho do homem. Nas indústrias, cada vez é mais comum a presença de robôs. Como exemplo, pode-se citar as montadoras de automóveis, que nas suas linhas de montagem usam a robótica para realizar serviços.

Portanto, a inclusão da robótica também na educação se torna importante, para que enquanto alunos e cidadãos ativos, possamos dominar e tirar o melhor proveito desta evolução que se permuta constantemente.

Pensando nisso, o trabalho propõe a exposição do atual cenário da robótica na educação, mostrando os benefícios da inserção da tecnologia a partir do ensino fundamental. Além disso, serão mostradas as diversas tecnologias presentes atualmente, que tornam possível a inclusão da robótica no ensino de componentes curriculares da grade curricular e em atividades extracurriculares que contribuem para o desenvolvimento de diversos fatores cognitivos. Para atingir tais propostas, serão apresentados a seguir os objetivos deste estudo.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é apresentar as diversas maneiras que tornam possível a integração da robótica no ambiente escolar, desde o *software* até o *hardware* e metodologias, bem como os resultados benéficos advindos com essa forma de ensino e como as escolas estão se adaptando para inserir cada vez mais a tecnologia em sala de aula.

Além disso, de forma prática, também é realizado o trabalho de aplicação da robótica para fins educacionais por meio da utilização de *kits* LEGO para realização de experiências com foco no aprendizado de conceitos das disciplinas de física e matemática.

### 2.2 Objetivos Específicos

O presente trabalho apresenta os seguintes objetivos específicos:

- Realizar o levantamento do uso das práticas e metodologias aplicadas à integração da Robótica Educacional ao ensino;
- Realizar o levantamento a nível de *softwares* existentes no mercado para utilização em Robótica Educacional;
- Realizar o levantamento a nível de *hardwares* existentes no mercado ou adaptados para utilização em Robótica Educacional;
- Fazer o estudo da robótica no ensino de conceitos de Física e Matemática e áreas interdisciplinares;
- Expor o atual cenário da Robótica Educacional no Brasil e a nível internacional.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

A disposição do atual cenário da robótica na educação bem como as estratégias de inovação do aprendizado presentes em sala de aula são necessárias para sustentar este trabalho.

#### 3.1 A educação em tempos de pandemia do COVID-19

Além dos impactos e das mudanças causados pela evolução tecnológica no processo educacional, é importante expor sobre o momento que estamos vivendo, a pandemia do COVID-19, e seu efeito na forma de ensino. O surgimento do novo coronavírus, cientificamente nomeado como SARS-COV-2, causador da doença COVID-19, rapidamente se transformou em uma pandemia com ampla abrangência de contágio no mundo impactando a realidade humana em suas diferentes dimensões e complexidades (SENHORAS, 2020).

A pandemia vem trazendo imensos desafios para todos os setores no Brasil e no mundo. Na tentativa de controle do contágio do vírus, os países têm adotado medidas de isolamento social que ainda não se sabe até quando serão necessárias. Na educação essas medidas significam, de maneira geral, o fechamento das escolas públicas e privadas, interrompendo assim as aulas presenciais (TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2020). Assim foram demandadas formas alternativas para dar continuidade aos processos de ensino-aprendizagem, sendo que o uso remoto das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) se tornou a principal estratégia de Ensino a Distância (EAD) (SENHORAS, 2020).

Essas mudanças que ocorreram no processo de virtualização de emergência da educação levaram as escolas a adotar metodologias alternativas que até então não eram empregadas por muitos professores na sala de aula, ação que também retirou todos da zona de conforto e do hábito na forma de ensinar e de aprender (MARQUES; FRAGUAS, 2020). Nesse contexto as TICs devem ser utilizadas para incentivar a interação entre alunos e professores. Dessa forma, a internet é uma das principais TICs responsáveis pelo desenvolvimento do EAD, sendo a partir dela que recursos como o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), o *email*, o *chat*, fóruns e videoconferências são explorados (AMORIM et al., 2020).

Esses recursos possibilitam que os cursos presenciais se adaptem a modalidade à distância. Um bom AVA possui um ambiente virtual organizado, recursos para aprendizagem individual e em grupo, permite comunicação interativa e permite que o professor acompanhe e avalie os alunos. A principal plataforma de ambiente virtual de aprendizagem utilizado é o Moodle que é um ambiente gratuito e baseado em software livre (AMORIM et al., 2020), tam-

bém sendo amplamente utilizado o Google Classroom. As videoconferências realizadas pelos professores com seus alunos são realizadas em ferramentas como o *Google Meet* e o *Zoom*.

Com relação à Educação Básica nas escolas, principalmente das públicas e estaduais, a maioria dos professores optam por adotar ferramentas de mais fácil acesso pelos seus alunos e mais familiar a todos. Nesse caso, eles gravam aulas e disponibilizam no *YouTube* para seus alunos e enviam as atividades necessárias, às vezes, através do *Whatsapp* dos pais. O objetivo é priorizar a facilidade de acesso para que, se não todos, a maioria consiga participar do EAD.

Um dos maiores problemas gerados pelo retorno das aulas por meio das TICs é relacionado a falta de acesso de uma considerável parcela da população (ARRUDA, 2020). No caso do Brasil, hoje 67% dos domicílios possuem acesso à rede sendo esse percentual muito diferente entre as classes sociais. Para os que não possuem esse acesso os motivos apontados são: o alto custo e o fato dos moradores não saberem utilizar a tecnologia. Dados como esses indicam a necessidade de se flexibilizar a disponibilização da internet às comunidades mais vulneráveis enquanto o isolamento social existir, para tentar elevar o acesso dos estudantes à rede e buscar diminuir potenciais efeitos de desigualdade educacional (TODOS, 2020).

### **3.2 As falhas do modelo de ensino da matemática evidenciadas pela pandemia**

Um ponto que ficou mais visível com a aparecimento desta nova doença é o analfabetismo de dados. É o que dizemos a respeito do entendimento sobre números, gráficos, probabilidades ou questões lógicas como por exemplo, a utilização de dados para entender padrões ou tomar decisões (IDOETA, 2020). Segundo Marcelo Viana, diretor-geral do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), ficou mais nítido que assuntos como estatística e probabilidade ou mesmo questões como raciocínio lógico, necessários para o entendimento do comportamento do vírus, estavam até pouco tempo ausentes em sala de aula e de certa maneira sendo negligenciados no ensino da matemática.

Em sua tese, Lopes et al. (2003) vem dizer sobre a importância do ensino à probabilidade e estatística na educação básica, pois além de contribuir para o conhecimento e a interpretação das características dos fenômenos coletivamente típicos, essa área indica as possibilidades de ocorrência de seu desenvolvimento futuro. Ela ressalta que atualmente, é essencial que tenhamos consciência dessa dimensão da Estatística e da Probabilidade, uma vez que o cidadão desde início de século tem como necessidade básica pensar estatisticamente, ou seja, desenvolver sua

capacidade de análise, de crítica e de intervenção, ao lidar com informações veiculadas em seu cotidiano.

No mundo das informações no qual estamos inseridos e considerando o atual cenário, onde somos bombardeados todos os dias com atualizações de dados referentes à crise provocada pelo Coronavírus, torna-se cada vez mais "precoce" o acesso do cidadão a questões sociais e econômicas em que tabelas e gráficos sintetizam levantamentos; índices são comparados e analisados para defender idéias. Dessa forma, faz-se necessário que a escola proporcione ao estudante, desde os primeiros anos da escola básica, a formação de conceitos que o auxiliem no exercício de sua cidadania. Entendemos que cidadania também seja a capacidade de atuação reflexiva, ponderada e crítica de um indivíduo em seu grupo social (LOPES, 2008).

Para tanto, fazem-se necessárias estratégias para a inclusão do ensino a essas temáticas, de maneira mais assertiva, conectando com experiências do cotidiano para que possa ser promovido um maior desenvolvimento de habilidades e competências para o domínio da matemática de forma prática. A professora de matemática Maitê Salinas do colégio Sidarta, em São Paulo, relatou que ensinou a seus alunos, em uma aula remota, o comportamento do novo coronavírus, propondo a eles um cenário fictício, em que o número de contaminados aumentasse em três casos por dia (KLIX DIECKMANN, 2020). A partir disso, ouviu as hipóteses dos alunos para como calcular a quantidade de casos depois de cem dias. Em seguida, ela conta que apresentou visualmente os dados reais do crescimento do vírus.

A tecnologia entra como aliada para a resolução desta lacuna na educação da matemática. O site *YouCubed* por exemplo, apresenta várias atividades matemáticas de forma criativa para crianças de diferentes faixa etárias. O acadêmico americano Jack Dieckmann, diretor de pesquisa do *YouCubed*, na Universidade Stanford (EUA) diz que a ideia do projeto é que a matemática deixe de ficar na memória de estudantes como algo assustador e traumático e passe a ser vista como uma "habilidade essencial à vida" (IDOETA, 2020).

É preciso que sejam criadas e adotadas práticas que possibilitem aos alunos interagir com o mundo e não permanecerem tão passivos no que diz respeito ao ensino da matemática. Ambientes de aprendizagem inovadores que integram a construção do conhecimento matemático a outras áreas científicas de maneira prática é uma concepção da Robótica Educacional que deve cada vez mais ser explorada.

### 3.3 Educação 4.0 e o uso de tecnologias no ensino

O mundo vive hoje a chamada Quarta Revolução Industrial, ou Indústria 4.0, na qual a linguagem computacional, a Internet das Coisas, a Inteligência Artificial, os robôs e diversas outras tecnologias dinamizam os processos nas mais diferentes áreas. A partir daí, pode-se considerar como ponto de partida para essa análise a seguinte pergunta: Qual o impacto da tecnologia digital na educação, tendo em vista a formação do profissional para a Indústria 4.0? Pensando nisso, é possível enxergar o atual contexto no qual se encontra o profissional da educação, que diante de tantas mudanças precisa lidar com a ascensão de um novo espaço educacional que exige uma nova abordagem de ensino na preparação do profissional para o mercado do futuro (FOSSATTI; JUNG, 2018).

A ascensão dessas novas tecnologias geraram um aumento na produtividade e um grande impacto sobre o mercado de trabalho. Isso requer que a força de trabalho seja cada vez mais preparada. Pensando em como realizar essa preparação, novas metodologias educacionais, com modernos suportes pedagógicos, devem ser aplicadas criando assim um novo papel para o professor e redefinindo o conceito de ensino. Esse novo método deve ser capaz de desenvolver habilidades de resolução de problemas complexos e a capacidade de se adaptar continuamente e aprender novas habilidades, objetivando o trabalho com máquinas cada vez mais conectadas e inteligentes (FOSSATTI; JUNG, 2018).

Nesse contexto é importante citar a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Ela é um documento que norteia a forma como a aprendizagem deve ser conduzida na educação básica. A Base conta com dez competências gerais da Educação Básica que visam construir conhecimentos e desenvolver habilidades, atitudes e valores nos alunos. Como uma espécie de embasamento para a adoção dessas tecnologias no ensino pode-se apresentar a competência 5 da Base (EDUCACAO, 2017):

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

Surgem então as tecnologias educacionais como práticas pedagógicas inovadoras do processo de aprendizagem para desenvolver o perfil do profissional requisitado pela Indústria

4.0. A essa nova educação pode-se dar o nome de Educação 4.0. Essa redefinição do meio educacional apresenta certas características, como: interdisciplinaridade, aplicação das novas tecnologias da computação, interatividade digital, uso da Inteligência Artificial e da Robótica, Pensamento Computacional e outros (FOSSATTI; JUNG, 2018).

A utilização de tecnologias digitais nas escolas e os desafios envolvidos nesse processo tem sido bastante discutido nos últimos anos, enquanto programas públicos ambiciosos e dispendiosos têm sido adotados com o objetivo de inserir computadores e acesso a internet como uma ferramenta para auxiliar no ensino (ROMANELLI, 1978).

Em meio a tantas novidades com a implantação desse modelo, é preciso se atentar para a formação de alunos críticos, ou seja, que não apenas aprendam a usar a nova tecnologia mas que a utilize de forma analítica, conhecendo seu modo de operação, suas funcionalidades e suas limitações. É necessário que se forme seres pensantes, que realmente saibam atuar sobre aquela tecnologia e não pessoas que realizem as atividades de maneira inconsciente. Afinal, a evolução tecnológica e a internet estão transformando o meio educacional em um lugar de muita informação e compartilhamento de ideias que exige um pensamento crítico (FOSSATTI; JUNG, 2018).

Diversas ferramentas foram pensadas para esse fim, sendo que a maioria envolve a junção entre a Robótica e a Educação. Essa união tem vários fatores que a favorecem, sendo eles: em primeiro lugar o próprio robô, como elemento tecnológico, possui vários conceitos científicos cujos princípios básicos são ensinados na escola. Em segundo tem-se o fato de que os robôs mexem com o imaginário infantil, criando novas formas de interação e maneiras de lidar com o que está sendo ensinado. A abordagem em que o professor ensina o aluno a montagem, automação e o controle de dispositivos mecânicos através do computador é chamada de Robótica Educacional (SILVA, 2009).

Desde o início, a Robótica Educacional é caracterizada por uma forma de trabalho em que os alunos terão a oportunidade de montar e programar seu próprio equipamento robótico, controlando-o por meio de computadores com softwares específicos para tal. Nessa nova maneira de trabalhar o estudante é o construtor de seus conhecimentos, por meio de observações e da própria prática (SILVA, 2009).

De acordo com o apresentado em Silva (2009), as principais vantagens educacionais da Robótica são:

- Desenvolver o raciocínio e a lógica por meio da construção de algoritmos e programas para controlar os sistemas;
- Favorecer a interdisciplinaridade ao integrar conceitos de áreas como matemática, física, elétrica, eletrônica e mecânica;
- Permitir colocar na prática o que foi aprendido na teoria;
- Tornar acessível os princípios de Ciência e Tecnologia aos alunos;
- Tornar acessível os princípios de Ciência e Tecnologia aos alunos;
- Estimular o hábito do trabalho organizado, uma vez que desenvolve aspectos ligados ao planejamento, execução e avaliação de projetos;
- Auxiliar no desenvolvimento da comunicação, fazendo com que o aluno exponha seus conhecimentos e suas experiências e desenvolvam sua capacidade de argumentar;
- Desenvolver concentração, disciplina, responsabilidade, persistência, perseverança e criatividade;
- Desenvolver a auto-suficiência na busca e obtenção de conhecimentos.

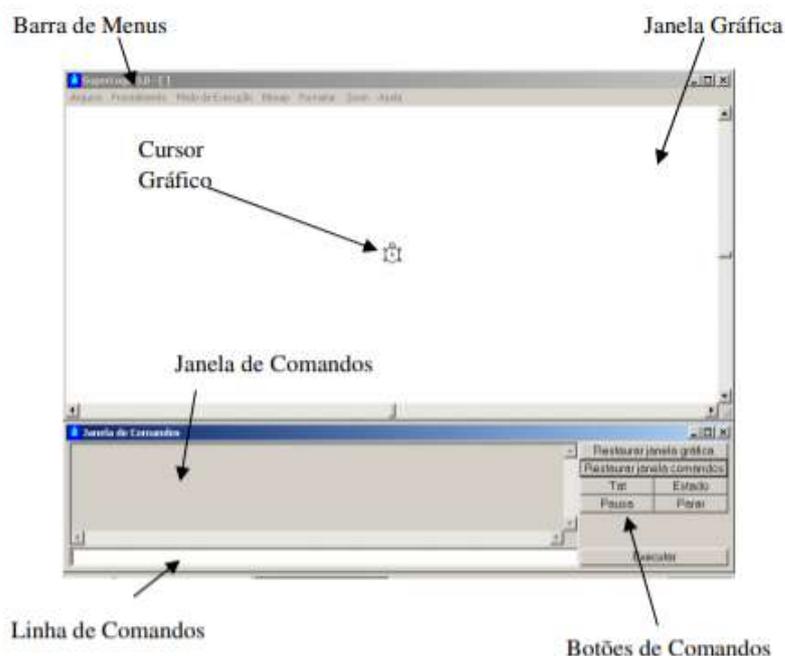
### **3.4 As tecnologias empregadas no ensino da Robótica Educacional**

Apesar de um conceito relativamente novo no campo da educação, a Robótica Educacional não é recente. Os primeiros trabalhos nesta área datam dos anos 60, com o precursor Seymour Papert pesquisador do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). Ele via na informática um recurso que atraía a atenção das crianças e por isso facilitaria o processo de aprendizagem. Um dos seus trabalhos mais importantes é a criação da linguagem *LOGO*, sendo ela muito propícia para o emprego no ensino da Robótica nas escolas por ser uma linguagem amigável, flexível e interativa (SILVA, 2009).

De acordo com Zilli et al. (2004), o ambiente LOGO foca em uma pedagogia de projetos ao envolver diversas áreas do conhecimento para resolver diferentes problemas, incentivando uma cooperação entre o grupo de trabalho auxiliados pelo professor. Conforme explicitado em Motta (2010), o LOGO possui uma janela gráfica com um cursor gráfico na forma de uma tartaruga que se movimenta e constrói desenhos por meio da execução de alguns comandos. Na

janela de comandos a criança digita as instruções que serão executadas pela tartaruga e aciona os botões disponíveis para execução. A janela está representada pela Figura 3.1.

Figura 3.1 – Tela inicial do *SuperLogo*



Fonte: (MOTTA, 2010)

Da junção do LOGO com os brinquedos da LEGO, surgiu o sistema de robótica educacional LEGO-LOGO, através do qual o aluno consegue construir seus protótipos e criar programas em LOGO para movimentar os protótipos montados (SILVA, 2009).

Atualmente, existe uma gama de produtos utilizados no ensino da Robótica e que variam de acordo com a faixa etária e com o contexto pedagógico que se deseja trabalhar, podendo-se citar os brinquedos educacionais com eletrônica de controle e os kits com foco em alunos do Ensino Fundamental e Ensino Médio. Há também conteúdo didático e competições utilizando os *kits* de montagem robótica e robôs móveis inteligentes de pequeno porte para aplicação no Ensino Superior e Técnico (SILVA, 2009). Essas plataformas tornaram a área da Robótica acessível a todos, eliminando a necessidade de conhecimento prévio em engenharia e tecnologia (VALENTE, 2000).

No mercado brasileiro existem muitas opções para esses kits didáticos, porém nesse trabalho serão apresentadas apenas algumas para demonstrar como essa área tem crescido e despertado o interesse e a curiosidade tanto da indústria relacionada quanto das escolas.

### 1. Kit Lego Mindstorms

O Lego *Mindstorms* é um dos *kits* mais populares. Lançado em 1998, seu desenvolvimento se deu graças a uma parceria entre o *LEGO Group* e o *Media Lab* do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). O *kit* padrão contém cerca de mil peças LEGO, um tijolo programável - um computador chamado RCX ou NXT dependendo da versão - um sensor infravermelho para o envio dos programas para os robôs, um CD contendo o software do *Mindstorms*, motores elétricos, sensores e várias outras peças como conectores, rodas, pneus, engrenagens, polias. O módulo RCX ou NXT, processa comandos pré-programados em um computador, através de softwares específicos como o RoboLab que é o utilizado na versão educativa, permitindo a interação do robô construído com o ambiente em que se encontra. A versão mais recente lançada em 2013 é a LEGO *Mindstorms* EV3 (SILVA, 2009). Exemplos dos *kits* são apresentados na Figura 3.2.

Figura 3.2 – Kits LEGO *Mindstorms*



(a) Lego *Mindstorms* RCX.



(b) Robô desenvolvido com RCX.



(c) Lego *Mindstorms* NXT.



(d) Robô desenvolvido com NXT.

Fonte: (SILVA, 2009)

## 2. *Kits* da *Fischertechnik*

A *Fischertechnik* é uma empresa alemã e seus *kits* de montagem contém sistemas eletromecânicos que podem ser motorizados, automatizados e controlados pelo computador.

Seus kits podem ser utilizados dentro da grade curricular das escolas para o desenvolvimento cognitivo e são recomendáveis para crianças a partir de 5 anos de idade. Os *kits* possuem peças de plástico e de alumínio que se encaixam por meio de guias e pinos, permitindo que o aluno monte qualquer sistema mecânico e que também dê movimento ao mesmo, além de poder controlá-lo pelo computador (SILVA, 2009). O material presente no kit está apresentado na Figura 3.3.

Figura 3.3 – Material do *kit* da *Fischertechnik*



Fonte: (SILVA, 2009)

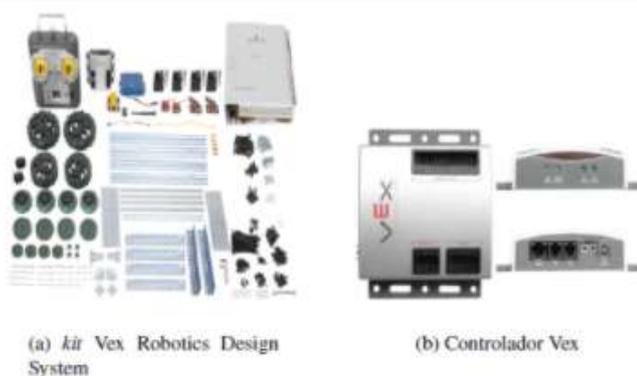
### 3. *Vex Robotics Design System*

O kit produzido pela empresa americana *Innovation First Inc* é destinado a introduzir estudantes no mundo da Robótica e vem com um microcontrolador, diversos sensores, motores elétricos, servo-motor, rodas e peças estruturais. Ele permite a montagem e a programação de robôs de forma fácil e intuitiva. Além disso, os robôs possuem sensores inteligentes e suportam componentes adicionais, como uma placa de Arduino. Com esse *kit* os alunos não só tem acesso ao *software* de programação *Robotc* por linguagem de programação simples e avançada, como também podem controlar o robô por controle ou pré-programação (SILVA, 2009). O material do *kit*, bem como os robôs que podem ser desenvolvidos com ele são apresentados na Figura 3.4.

### 4. Kit da EDUTECH

A EDUTECH - Tecnologia na Educação é uma empresa voltada para informática educacional que iniciou suas atividades em São Paulo em 1989. Ela conta com um *kit* de Robótica e um *software* (GDR) que permite a programação e controle dos sistemas por meio do computador (SILVA, 2009), conforme apresentado na Figura 3.5.

Figura 3.4 – Material do *kit da Vex Robotics Design System*



Fonte: (SILVA, 2009)

Figura 3.5 – *Kit da EDUTEC*



Fonte: (SILVA, 2009)

## 5. *ROBOKIT*

Esse *kit* é desenvolvido pela *IMPLY Group* em parceria com o curso de Licenciatura em Computação da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC). O *kit* é simples de operar e desenvolve conhecimentos em programação e robótica, raciocínio lógico e criatividade. Uma programação simples no teclado controla os motores e os leds (SILVA, 2009). O teclado presente no *kit* está apresentado na Figura 3.6.

## 6. *Curumim*

Figura 3.6 – Teclado do *ROBOKIT*

Fonte: (SILVA, 2009)

O Curumim é um robô móvel desenvolvido pela *Xbot*. O *kit* Curumim possui uma plataforma robótica e um ambiente de programação de robôs que foram desenvolvidos para promover o desenvolvimento educacional e aprendizado de conceitos na área de lógica digital, controle, programação e robótica. O sistema inclui um robô móvel, um rádio base com cabo USB, um carregador, duas baterias, um transmissor e receptor de vídeo e o *software* para a programação do sistema. Além da programação em blocos, é possível utilizar as linguagens C/C++ (SILVA, 2009). O robô móvel do *kit* está apresentado na Figura 3.7.

Figura 3.7 – Robô móvel do *kit* Curumim

Fonte: (SILVA, 2009)

## 7. *Kit* ALFA EDUC 2008

O *kit* ALFA EDUC é desenvolvido pela empresa brasileira PNCA Robótica e Eletrônica. O *kit* é ideal para iniciar os trabalhos com a robótica e a mecatrônica, e permite projetar, construir e programar robôs e dispositivos mecatrônicos. Possui um módulo de controle, um programa, sensores de luz, de contato, de faixa, de temperatura, de cor e de infravermelho, um cabo USB, motores, rodas e peças de estrutura (SILVA, 2009). O *kit* está apresentado na Figura 3.8.

Figura 3.8 – *Kit ALFA EDUC 2008*

Fonte: (SILVA, 2009)

### 3.4.1 Os Softwares utilizados na Robótica Educacional

Cada *kit* empregado nessa metodologia de ensino utiliza uma linguagem de programação, que pode ser tanto uma já existente no mercado como uma criada especificamente para ele. Como por exemplo, dos *kits* citados no item 3.4, o *Vex Robotics Design System* usa o C, já o ALFA EDUC criou o sistema LEGAL (SILVA, 2009). Conforme apresentado em Silva (2009), será descrito os dois *softwares* mais utilizados em robótica com fins pedagógicos: o *RoboLab* e o *SuperLogo*.

#### 1. *RoboLab*

O *RoboLab* é um *software* que foi desenvolvido pela *National Instruments and Tufts University*, baseado no *LabView*. Ele é o ambiente de programação que vem junto aos *kits* LEGO *Mindstorms* e permite que se faça além da programação do equipamento, a análise e aquisição de dados. Os desenvolvedores do software disponibilizam tutoriais que dão suporte para o usuário que utiliza o LEGO pela primeira vez, auxiliando na instalação do programa, ensinando os princípios básicos de programação e como empregar as funções já disponíveis (SILVA, 2009).

Os programas feitos no *RoboLab* podem ser passados para o RCX através de uma torre infravermelha (IR) que está disponível para conexão serial (porta COM) ou para uma conexão USB. A programação neste software emprega a linguagem gráfica do *LabView*, sendo feita por meio de ícones. Ele requer certa compreensão das funcionalidades de baixo nível do robô, como motores e sensores, e é dividido em níveis de programação de acordo com o conhecimento e a habilidade do estudante (SILVA, 2009).

Assim que o software é aberto, o usuário se depara com três opções: “*Administrator*”, “*Programmer*” e “*Investigator*”. Na opção *Administrator* pode ser efetuada a configuração das comunicações com o RCX e descarregar o *firmware*. A opção *Programmer* possui dois ambientes:

- O *PILOT* é um ambiente básico em que os programas são construídos de forma serial e as relações entre cada componente são definidas, permitindo que sejam compilados e rodem sem que ocorram erros. Ele possui quatro níveis de dificuldade e de recursos (SILVA, 2009).
- O *INVENTOR* é o outro ambiente de programação que se baseia nos princípios do *PILOT*, porém com a introdução de novas características e tornando a programação nesse nível mais complexa. Para programar é preciso arrastar os ícones dos painéis de funções e posicioná-los na janela de programação. Nesse ambiente os programas são criados realizando a ligação dos ícones com fios e podem ter elementos típicos de programação, como variáveis, *loops* e funções (SILVA, 2009).

A opção *Investigator* inclui o registro dos dados, das ferramentas de computação e da documentação. As ferramentas de programação encontradas nessa opção são as mesmas das existentes nos ambientes apresentados na opção *Programmer*, porém com comandos adicionais que permitem registrar os dados. Após o programa ter rodado, é feita a transferência dos dados coletados.

Um aspecto do *RoboLab* que pode ser considerado um ponto negativo é o fato de não existir uma versão em Português, o que dificulta o uso para muitos alunos que ainda não dominam o inglês. Porém levando em conta a importância da interdisciplinaridade no ensino da Robótica Educacional, isso pode ser resolvido estendendo esse estudo também para as aulas de inglês. Além disso o problema da língua não é sentido na programação, já que a mesma é realizada de forma gráfica, mas sim no que diz respeito a ajuda e ao entendimento das funções disponíveis no *software* (SILVA, 2009).

Um aspecto positivo na programação é que os mesmos ícones são utilizados desde os níveis mais baixos até os mais avançados, o que facilita a progressão do aluno por esses níveis (SILVA, 2009). A tela inicial do *RoboLab* está apresentada na Figura 3.9.

## 2. SuperLogo

Figura 3.9 – Tela inicial do *RoboLab*

Fonte: (ORTOLAN et al., 2003)

O *SuperLogo* é uma versão do Logo desenvolvida pela Universidade de Berkley (EUA) e traduzida para o Português pelo Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) da UNICAMP. O *download* deste *software* é gratuito. Ele é utilizado para automação e controle de dispositivos robóticos (SILVA, 2009).

Sua linguagem possui um elevado grau de flexibilidade atendendo às necessidades de diferentes tipos de usuários e podendo ser utilizada tanto por crianças, como por programadores experientes. Ela utiliza de termos simples que facilitam o entendimento no que diz respeito aos nomes dos comandos, das regras sintáticas e da parte gráfica (SILVA, 2009).

Um ponto interessante do LOGO e conseqüentemente do *SuperLogo* é sua parte gráfica, que possui um cursor representado por uma tartaruga que, por meio de alguns comandos de deslocamento e giro, pode ser deslocada pelo espaço da tela. Isso torna a linguagem LOGO intuitiva e simples de aprender (SILVA, 2009). A tela inicial do *SuperLogo* foi apresentada anteriormente na Figura 3.1.

Existem também os *softwares* de autoria que desenvolvem a criatividade do aluno, possibilitando que o aluno trabalhe tanto com a exposição de dados quanto com a construção do conhecimento. Um exemplo desse tipo de *software* é o *Everest*, que será apresentado.

### 3. *Everest*

O *Everest* é um *software* de autoria, ou seja, funciona como uma oficina de criação e permite o desenvolvimento de telas multimídia. Com ele é possível que os alunos e

professores criem aplicações sem necessitar de conhecimentos aprofundados de programação, apenas inserindo objetos como sons, imagens, vídeos, textos, etc. Por ser um programa aberto, possibilita que além de criar o usuário também possa aplicar o que foi criado. Dessa forma, utilizando o Eclipse o aluno pode apresentar trabalhos, partilhar pesquisas entre escolas, desenvolver projetos em parceria (ZILLI et al., 2004).

O motivo do seu destaque em relação a outros softwares de autoria para aplicação no ensino da Robótica nas escolas, se deve ao fato de que ele permite o controle, através de comandos e ações específicas para robótica, da interface *Super Robby* e *Cyberbox* (SILVA, 2009). Ambas as interfaces citadas anteriormente serão apresentadas mais adiante neste trabalho, no tópico referente à Robótica de baixo custo. A tela inicial do *Everest* está apresentada na Figura 3.10.

Figura 3.10 – Tela inicial e caixa de ferramentas do *Everest*



Fonte: Pinto e Batista, 2014

### 3.5 A inserção da Robótica Educacional nas escolas

O contexto da Quarta Revolução Industrial no qual o mundo se encontra inserido nos leva a essa nova forma de educação que adota as NTICs, Novas Tecnologias de Informação e Comunicação. Dessa forma, a Educação 4.0 requer instituições mais digitalizadas, com espaços colaborativos e uma melhor organização de tempo e espaço (FOSSATTI; JUNG, 2018).

No Brasil o estudo sobre a Robótica Educacional foi iniciado na década de 1980 pelo Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) da Universidade Estadual de Campinas

- UNICAMP (FERREIRA, 2008). Apesar desse contexto já ser uma realidade, a tecnologia como ferramenta de aprendizagem ainda não chegou na maioria das Instituições de Ensino. As escolas se encontram em dificuldade para desenvolver um projeto pedagógico que contemple os avanços tecnológicos, a interatividade e a participação efetiva dos estudantes (FOSSATTI; JUNG, 2018).

Entretanto, há escolas brasileiras, enfaticamente da rede privada, que implementaram a robótica pedagógica e obtiveram bons resultados com sua aplicação (FERREIRA, 2008). No Colégio Liceu Franco-Brasileiro do Rio de Janeiro, por exemplo, foi implementada a Robótica em si como curso extracurricular a partir do 6º ano e como curso curricular para 8º e 9º anos, para que os alunos já tivessem conteúdos que os auxiliasse na compreensão futura em disciplinas de física aplicada no ensino médio (OUCHANA, 2016).

Em Lavras, o Instituto Presbiteriano Gammon conta com uma área de ensino voltada para a aplicação da Robótica na educação básica. A professora e coordenadora de Matemática e Robótica do Instituto, Vânia Martins Rufini, é a responsável por essa parte e por incentivar que os alunos além de aprenderem na escola, levem esse conhecimento mais além e representem o Instituto ao participarem da Olimpíada Brasileira de Robótica conforme será apresentado no item 3.9.

No cenário geral das escolas, um dos principais obstáculos para a implantação dessas tecnologias no ensino é a falta de conhecimento e domínio das mesmas por grande parte dos professores. Isso se deve ao fato da falta de inclusão das mesmas na formação acadêmica da maioria dos cursos superiores, nos quais os alunos vivenciam processos de aprendizagem tradicionais que consideram que um professor necessita apenas de uma sólida formação na área e boa oratória. Pensando por esse lado, o primeiro passo deve ser a mudança curricular dos cursos superiores de licenciatura, permitindo o uso concreto das novas tecnologias na formação acadêmica. Ou seja, primeiramente é preciso preparar os educadores (FOSSATTI; JUNG, 2018).

Uma alternativa que vem sendo amplamente utilizada é a implantação da Robótica Educacional nas escolas por meio de projetos de Extensão Universitária, que promovem uma interação entre a Universidade e a comunidade em que está inserida. Essa integração tem o papel de abstrair a cultura e as necessidades da comunidade e apresentar maneiras de contribuir para com ela. Dessa forma, podemos definir uma via de mão dupla: a Universidade dissemina o conhecimento na comunidade externa, promovendo o desenvolvimento; em troca, a relação en-

tre a Universidade e a comunidade traz inúmeros benefícios para o meio acadêmico (REIS et al., 2014). A Extensão Universitária vem como uma forma de disseminar os conhecimentos e informações na comunidade, ao invés de permanecer com eles restritos apenas ao ambiente universitário.

Nesse processo, a educação é a área que vem sendo mais beneficiada por diversas atividades de extensão que são voltadas para os ensinos Fundamental e Médio nas escolas da rede pública. Essas atividades têm apresentado importantes resultados por serem capazes de promover a melhoria do processo de aprendizagem, a inclusão digital, aumentar o interesse dos alunos pelas aulas e podem até ajudar na escolha profissional futura (REIS et al., 2014).

Diante das dificuldades de adoção da Robótica Educacional nas escolas, que além do material necessário, como os kits e computadores, necessitam de pessoas capacitadas que possam passar o conhecimento para os alunos, a parceria entre as escolas e as Universidades se apresenta como um facilitador (REIS et al., 2014).

Para a aplicação dos projetos nas escolas os alunos de graduação, que participam como voluntários ou bolsistas de Extensão Universitária, elaboram os cursos envolvendo a Robótica que serão apresentados aos alunos e também levam os kits que podem ser utilizados durante o desenvolvimento do trabalho. É esperado que cada vez mais escolas sejam beneficiadas com essa iniciativa que incentiva e facilita o estudo dos alunos (REIS et al., 2014).

### **3.6 A Robótica Educacional de baixo custo**

Como já foi citado, as escolas têm uma grande dificuldade em adquirir os *kits* educacionais empregados no ensino da Robótica, principalmente porque o custo do material é muito alto. Diante dessa situação, e sabendo como um equipamento dessa natureza pode ser muito importante para o processo de aprendizagem atualmente, surgiram os *kits* desenvolvidos com custo reduzido porém com as mesmas funcionalidades dos disponíveis no mercado. À essa iniciativa se dá o nome de Robótica Educacional de baixo custo (FILHO; GONÇALVES, 2008).

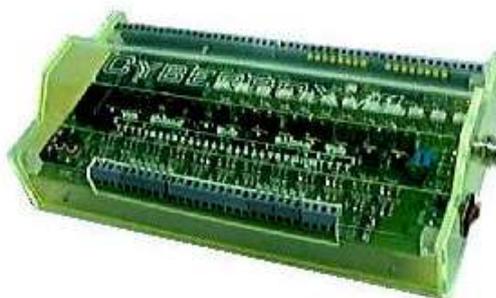
Uma maneira de construir um protótipo robótico de baixo custo é utilizando material reciclado ou sucata. O material para montagem desses protótipos pode ser obtido de equipamentos eletroeletrônicos inutilizados que não justificam sua manutenção. Nesses equipamentos é possível obter dispositivos eletromecânicos, como motores e sensores, além de materiais que podem ajudar o aluno na montagem de seus projetos, como eixos, roldanas, engrenagens, fiações, resistores, reguladores de tensão etc (SILVA, 2009).

Os projetos com sucata podem utilizar microcontroladores prontos para o controle do dispositivo robótico ou podem também desenvolver tudo. Existem no mercado várias opções de controladores (SILVA, 2009).

1. *Cyberbox* O *Cyberbox* é uma interface para Robótica Pedagógica desenvolvida no Brasil pela Imbrax, destinada a qualquer nível de ensino. É constituído de um microcontrolador com processador (RISC), conecta-se à parte serial do computador, 12 saídas digitais com PWM de 12V, 16 entradas digitais 0-5V, 8 entradas analógicas de 10 bits de resolução. Alguns dos softwares compatíveis para programação são o *Everest* e o *SuperLogo* (SILVA, 2009).

A proposta do *Cyberbox* também é o uso de sucata e materiais alternativos, objetivando a redução de custos e a maximização da criatividade dos alunos ao desenvolverem os projetos (ZILLI et al., 2004). A interface está apresentada na Figura 3.11.

Figura 3.11 – Interface do *Cyberbox*



Fonte: (ZILLI et al., 2004)

2. *Super Robby* O *Super Robby* é o primeiro *kit* de Robótica Educacional do Brasil, desenvolvido pela empresa *ARS Consult*. O *kit* possui uma interface, uma fonte de alimentação, o *software* de simulação do funcionamento da interface e alguns componentes eletrônicos. A programação do protótipo pode ser feita por linguagens baseadas na linguagem Logo ou no *software Everest* (ZILLI et al., 2004). De acordo com a empresa, o trabalho com sucata é responsável por desenvolver e incentivar o potencial criativo dos alunos pois permite que eles trabalhem com diferentes materiais, não ficando restritos aos já fabricados (ZILLI et al., 2004). O *kit* está apresentado na Figura 3.12.
3. *Placa GoGo* A placa *Gogo* é uma interface livre e de baixo custo empregada na prática da Robótica Educacional. Ela foi projetada para trabalhar alimentada com 9V, porém

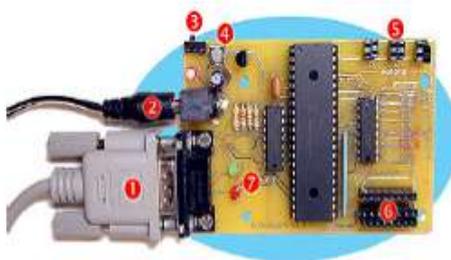
Figura 3.12 – *Kit Super Robby*



Fonte: (ZILLI et al., 2004)

deve funcionar com qualquer valor entre 6V e 12V que podem ser fornecidos por uma bateria ou por pilhas normais. A linguagem de programação utilizada é a Logo (SILVA, 2009). A placa está apresentada na Figura 3.13.

Figura 3.13 – *GoGo board*



Fonte: (SILVA, 2009)

### 3.7 O uso da Robótica Educacional a nível internacional

A robótica educacional é um paradigma recente. Os primeiros conceitos desse padrão surgiram com [Papert 1986] em meados do ano de 1986 nos Estados Unidos (NETO et al., 2015). Já no Brasil, esse tema começou a ser desenvolvido na segunda metade dos anos de 1990, pelas instituições de ensino UFRJ, UNICAMP e UFRGS (VIDAL; GONÇALVES, 2014). Nota-se que o desenvolvimento de tecnologias voltadas para esse tema e até mesmo a inserção da Robótica Educacional atividades curriculares e de extraclasse, apresentam diferentes ritmos de avanço no mundo.

Na América e em alguns países da Europa, embora haja um aumento da introdução desse tipo de tecnologia no ambiente escolar, esse conceito ainda é bastante passivo quando comparado a países como Coréia e Japão. Choi, Lee e Han (2008) vem falar que a Europa parece ser muito mais rígida em relação aos robôs e, principalmente, tem uma visão negativa dos robôs educacionais. Países coreanos têm uma forte tendência a verem os robôs como "amigos

das crianças", enquanto, por outro lado, os países europeus e também americanos tendem a ver os robôs educacionais como "máquinas ou aparelhos eletrônicos".

Além disso, a diferente perspectiva dos robôs influencia no seu desenvolvimento. Na Europa, os robôs industriais ou de enfermagem são avançados. No Japão, a capacidade está focada no desenvolvimento de robôs humanóides ou robôs de estimulação, como o *ASIMO*, mostrado na Figura 3.14, um robô humanóide criado pela *Honda* em 2000. Os muitos robôs educacionais, como assistentes de ensino ou tutores de pares, são desenvolvidos na Coreia.

Figura 3.14 – Robô humanóide *ASIMO*



Fonte: (*HONDA ROBOTICS*)

Sobre a relação da robótica nas escolas coreanas, a inserção do aprendizado de *software* nos níveis de ensino fundamental e médio com as novas tendências do uso de linguagens de programação, como programação em bloco mostrada na Figura 3.15, para o aprendizado já é uma realidade imposta pelo governo. Também é crescente o uso de robôs para fins educacionais. Park et al. (2015) diz que no estágio inicial do trabalho com robôs educacionais, os alunos costumavam projetar ou montar os robôs. Agora, espera-se que eles manipulem robôs funcionais para aprimorar suas habilidades de aprendizado. Além do mais, a programação educacional como um meio de comunicação com robôs pode ser uma alternativa para os alunos adquirirem conhecimento e progredirem em seu aprendizado cognitivo.

Já na Europa, a inserção desse tema vem avançando aos poucos. Atividades dessa tecnologia podem ser vistas em oficinas, competições de robô e ofertas de cursos. O primeiro *workshop* sobre esse tema foi organizado pela *Fraunhofer* (organização de pesquisa aplicada alemã) em 2001 na Alemanha. Todas as oficinas são oferecidas pelas comunidades técnicas por trás dos robôs na educação e não pelas comunidades de especialistas em educação (*BREDEN-*



computadores e memória puter (BALCH et al., 2008). A ideia é atrair mais alunos e também diminuir as altas taxas de evasão observadas, tornando seu currículo introdutório motivador e relevante a partir da robótica. Dessa forma, todo aluno deverá possuir seu próprio robô pessoal, pequeno o suficiente para ser transportado para o laboratório e para a aula, permitindo que os alunos trabalhem quando e onde quiserem. Os autores relatam que a grande vantagem é que os recursos mais importantes desses robôs são baratos, robustos e convenientes (portáteis) e aproveitam ao máximo os computadores dos alunos para desenvolver, depurar e executar programas que controlam o robô (BALCH et al., 2008). Um exemplo de robô de criação pessoal é mostrado pela Figura 3.16.

Figura 3.16 – Robô de um aluno fantasiado para uma apresentação



Fonte: (BALCH et al., 2008)

Ainda que crescente a introdução de conceitos de programação e robótica nos currículos escolares, há diferentes perspectivas sobre esse tema. É possível notar que países como Coreia, Japão e China apresentam maior familiarização com o uso da tecnologia em ambientes escolares, não se limitando apenas a ideia de que a educação deveria ser basicamente humana. Em contrapartida, países Americanos e Europeus evoluem com taxas menores a respeito desse tema. Isso pode ser explicado pelo fato de haver uma menor aceitabilidade cultural em detrimento da uma visão dessas tecnologias como “máquinas”.

### 3.8 Diferentes abordagens da Robótica no ensino

O uso da Robótica na educação apresenta diferentes abordagens quanto a sua forma de aplicação no ensino. O primeiro critério diz respeito à aprendizagem. É possível notar duas categorias, a robótica e educação em informática, onde é introduzida a conscientização por tecnologia, podendo ser chamada de educação técnica e a robótica para o ensino de ciência e linguagem, chamada de educação não técnica. O ensino técnico é a noção de dar aos alunos o conhecimento de robôs e tecnologia. Na maioria dos casos, isso é feito com o objetivo de introduzir ciência e programação de computadores e familiarizar os estudantes de ensino fundamental e de graduação com a tecnologia (MUBIN et al., 2013).

Um exemplo de ensino técnico é o *DuinoBlocks for kids* (QUEIROZ; SAMPAIO, 2016), que utiliza o conceito de programação em blocos para o ensino de conceitos básicos de programação a crianças do Ensino Fundamental 1 com um ambiente construído a partir de uma tecnologia livre possibilitando adaptabilidade e oportunidade de desenvolvimento de outros ambientes adequados a determinadas necessidades específicas. Como exemplo, é mostrado na Figura 3.17, a programação para diferentes aplicações utilizadas no ambiente do *DuinoBlocks for kids*. Ou também o *Hajime* que é basicamente um conjunto de *hardware-software*. Porém, ao contrário de alguns *kits* de robótica, este não requer micro-controlador externo ou interfaces eletrônicas entre robô e computador. Suas estruturas de controle utilizam os circuitos eletrônicos do próprio computador, apresentando um ambiente gráfico, baseado em *softwares* livres, que permite que crianças, sem conhecimentos em programação, possam movimentar ou planejar tarefas simples através de linguagem icônica (SASAHARA; CRUZ, 2007).

O segundo domínio observado na área de robôs na educação são assuntos não técnicos, como as ciências, onde é possível observar o emprego de robôs como uma ferramenta intermediária para transmitir alguma forma de educação aos alunos como matemática, geografia ou física. Em tais cenários, o movimento do robô é normalmente o principal princípio no qual o aprendizado se baseia (MUBIN et al., 2013).

A respeito do segundo domínio, o projeto Amora desenvolvido no Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, visa explorar os conceitos de matemática e física por meio da aplicação de tecnologias como a robótica. São feitas atividades com jogos e material concreto, interação Virtual, com *software*, e com a Robótica, na qual via utilização de *kits* Lego *Mindstorms* são desenvolvidas atividades com alunos de 10 a 12 anos, buscando

Figura 3.17 – Programação utilizada no ambiente *DuinoBlocks for kids*



Fonte: (QUEIROZ; SAMPAIO, 2016)

construir conceitos de Matemática e de Física (FAGUNDES et al., 2005). O laboratório para desenvolvimento das atividades do projeto pode ser visto na Figura 3.18.

Figura 3.18 – Programação utilizada no ambiente *DuinoBlocks for kid* Laboratório utilizado para o desenvolvimento das atividades do projeto Amora



Fonte: (FAGUNDES et al., 2005)

Por fim, outro domínio comum na literatura atual é o uso de robôs para ensinar um segundo idioma. É possível notar alguns exemplos onde o inglês é ensinado a crianças japonesas por robôs humanoides. Uma ilustração desta aplicação é o robô *NAO*, mostrado na Figura 3.19,

desenvolvido pela Empresa *Softbank Robotics* (antiga *Aldebaran*), fundada em 2005, com sede em Tóquio no Japão. Esse tipo de tecnologia permite a conversão texto-fala, o qual permite que o robô expresse para a criança o texto inserido na sua programação. Além disso é possível o reconhecimento de imagens, que possibilita que o robô reconheça a imagem que lhe é apresentada e dessa forma, o robô é capaz de determinar se a imagem por ele visualizada corresponde ou não à palavra que ele proferira (LINS et al., ).

Figura 3.19 – Robô humanóide *NAO* criado pela empresa francesa *Aldebaran Robotics*



Fonte: (ASSANTE et al., 2016)

Outra abordagem diz respeito a aplicação das atividades de aprendizado, ou seja, se o aplicação da robótica educacional é intra-curricular ou extra-curricular. As atividades intra-curriculares são aquelas que fazem parte do currículo escolar e é formalmente inserida no plano de estudos. A prefeitura do município de Campo Largo, na região metropolitana de Curitiba, em parceria com a *Wood Robotics*, foi pioneira na implementação da Robótica Educacional na grade curricular dos alunos de escola pública. A Escola Monsenhor Ivo Zanlorenzi, inaugurou oficinas de Robótica como parte de suas atividades que tinham previsão para ocorrer a partir de 2020. Entretanto, este cenário não é uma realidade para a maioria das escolas brasileiras.

A aprendizagem extracurricular ocorre após o horário escolar na própria escola, como oficinas sob a orientação de instrutores, em casa, sob a orientação dos pais ou em outros locais designados, como locais públicos e eventos. As atividades extra-curriculares geralmente são mais flexíveis, permitem desvios e, portanto, são mais fáceis de serem implementadas e

organizadas. Rossio (2004) sugere uma possibilidade da inserção da Robótica Educacional no currículo por meio de uma atividade extracurricular, tornando sua implementação mais fácil na escola, criando horários exclusivos para esse trabalho que não irão conflitar com as disciplinas da grade curricular, além de garantir que somente os alunos que realmente tem interesse nesta tecnologia participem. A disposição de uma carga horária semanal de, pelo menos, duas horas aula por semana nos horários livres para os alunos possibilita que eles realizem seus experimentos.

A aproximação da universidade com as escolas públicas, possibilita que essas atividades extra-curriculares sejam desenvolvidas. A Universidade Federal de São João Del-Rei, por exemplo, selecionou três escolas com menor rendimento no ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), sendo duas em São João Del-Rei e uma em Barroso onde foi proposto o projeto de extensão que visa tornar a Robótica Educacional uma realidade nas escolas públicas. Foram oferecidos cursos de Noções Básicas de Informática; Noções Básicas de Lógica Matemática e Computacional; Introdução à Programação de Robôs I e Introdução à Programação de Robôs II. Para tanto, observou-se a disponibilidade de locomoção dos alunos selecionados até a UFSJ, onde foi reservado o laboratório de informática para realização das aulas iniciais e posteriormente o Laboratório de Controle e Modelagem (LECOM) para as aulas de robótica (REIS et al., 2014). Como última etapa do curso ministrado 15 alunos das escolas participaram da etapa mineira da Olimpíada Brasileira de Robótica que aconteceu em 2011 no campus da Universidade Federal de Lavras, na qual obtiveram o 2º e o 4º lugares. Além disso a vice-diretora da Escola Estadual Iago Pimentel, uma das escolas de São João Del-Rei envolvidas no projeto, afirma que foi possível ver melhorias em sala de aula visto que um aluno que possuía certa dificuldade mostrou melhoria no raciocínio lógico e matemático após o projeto (PROJETO... , 2011).

### **3.9 A Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR)**

Um grande desafio é estimular as escolas e também os estudantes para o desenvolvimento e uso da Robótica no meio educacional, não só como uma visão de mais uma atividade extra-classe qualquer, mas levando em conta todos os benefícios cognitivos como: estimular o desenvolvimento do raciocínio lógico, tornar o currículo escolar mais atrativo, fortalecer o trabalho de equipe, incentivar o protagonismo estudantil, promover o aprendizado multidisciplinar e desenvolver a criatividade. Além disso, a partir da familiarização do aluno do ensino fundamental e médio com essas tecnologias, é possível incentivá-los a ingressarem em áreas

de exatas como engenharia, ciência da computação e tecnologia da informação que são promissoras e onde a necessidade de profissionais é crescente. Projetos voltados para extensão no ensino fundamental e médio que visam o uso da Robótica e a criação de kits educacionais acessíveis, tem facilitado a inserção da robótica em escolas. Portanto, uma maneira estimulante de voltar a atenção e o interesse dos estudantes para esse tema é por meio das competições de robótica, onde é possível que os alunos apliquem os conhecimentos na área em problemas propostos, desenvolvendo além de habilidades técnicas, atributos como capacidade de trabalho em equipe, cooperatividade, auto-confiança, auto-estima e possibilitam com que eles descubram novos talentos antes não identificados no seu ambiente de aprendizagem.

A OBR, uma Olimpíada Brasileira organizada por diversas instituições e financiada por órgãos federais de fomento, bem como por patrocinadores, busca disseminar esta cultura nas escolas do Brasil. Além de estimular às carreiras de ciência e tecnologia, as olimpíadas visam identificar talentos e promover debates a respeito do processo de ensino e de aprendizagem no nosso país. O alvo das olimpíadas são alunos de escolas públicas ou privadas do ensino fundamental, médio ou técnico que passarão por modalidades referentes a sua realidade. Portanto, a OBR possui modalidades prática e teórica, que procuram adequar-se tanto ao público que nunca trabalhou com robótica quanto ao público de escolas que já têm contato com a robótica educacional. As atividades acontecem através competições práticas (com robôs) e provas teóricas em todo o Brasil (OBR, 2019).

A modalidade prática ocorre por meio de eventos/competições Regionais e Estaduais que classificam as equipes de estudantes para uma final Nacional, os estudantes ficam sob orientação de seus professores e cientistas. Os eventos organizados pela OBR e são gratuitos e abertos ao público. Já a modalidade teórica, acontece nas escolas dos estudantes e em sedes regionais onde os estudantes responderão questões de uma prova escrita preparada por uma Comissão de Professores e Pesquisadores da OBR em uma única fase para o Ensino Fundamental e em duas fases para o Ensino Médio e Técnico.

Na modalidade prática, em específico, os representantes estaduais são responsáveis pela organização das disputas em cada estado. A Instituição-sede da modalidade prática é uma escola ou universidade, indicada pelo Representante Estadual dentre as instituições candidatas, que terá a responsabilidade de organizar as provas da modalidade prática no estado ou região (OBR, 2019). Há três níveis de competição de acordo com o ano de escolaridade: nível 0 para

alunos do 1° ao 3° dos anos iniciais, nível 1 para alunos do 1° ao 8° anos iniciais e finais e nível 2 para alunos de 8° ao 9° anos finais e todos os anos do Ensino Médio ou Técnico.

A Modalidade Prática é dividida em duas etapas: uma Estadual (primeira fase) e uma Nacional (segunda fase, ou fase final). A primeira etapa é realizada na Instituição-sede da modalidade prática do estado do estudante. Esta fase pode incluir etapas classificatórias regionais e estaduais. As equipes inscritas no Nível 0 participarão apenas da primeira etapa no estado. As equipes inscritas nos Níveis 1 e 2 poderão se classificar para a Etapa Nacional. A segunda etapa (Etapa Nacional) será disputada pelas melhores equipes de cada estado e será realizada em conjunto com a Competição Brasileira de Robótica (CBR) durante o evento ROBOTICA.

No ano de 2019, a etapa regional (modalidade prática) da OBR no sul do estado de Minas Gerais, aconteceu no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, CEFET - MG, localizado na cidade de Divinópolis. O intuito da prova era simular um ambiente de desastre onde o robô totalmente autônomo elaborado pelas equipes inscritas, era responsável pelo resgate de vítimas. Para tanto, é preparado um ambiente hostil e perigoso e por isso o robô deve estar preparado para enfrentar superfícies desregulares e desviar de obstáculos além de possuir agilidade para transportar as vítimas para uma região segura sem interferência humana. Esta etapa regional/estadual conta com um manual de regras e instruções detalhando questões como objetivos do desafio, padronização da arena para disputa, requisitos de construção do robô, distribuição da pontuação das provas, entre outros.

O nível 1 contou com nove equipes participantes e no nível 2 tiveram dezessete equipes inscritas. As duas equipes melhores classificadas em cada nível foram eleitas para disputar a etapa nacional que ocorreu no Rio Grande. A etapa nacional é um estímulo aos jovens finalistas da OBR, pois eles têm a oportunidade de ficar em contato direto com alguns dos maiores pesquisadores do Brasil nesta área de conhecimento, já que esta etapa conta, além do auxílio da CBR, com renomados congressos e simpósios nas áreas de Robótica e Inteligência Artificial realizados pelas sociedades científicas.

Medalhas são entregues às equipes vencedoras em uma cerimônia de premiação no local do evento. Além das medalhas físicas, um quadro virtual com todas as medalhas de forma virtual é disponibilizado no sistema para as escolas. Mais do que isso, a dimensão de benefícios de uma olimpíada brasileira voltada para esse tema é enorme. Contribui para aproximação e integração entre alunos, professores, universidades e escolas técnicas além de desenvolver

nos jovens estudantes qualidades que a sala de aula com ensino convencional não consegue despertar.

Na nossa região, o Instituto Presbiteriano Gammon é uma escola da Educação Básica que participa de maneira ativa e recorrente nas Olimpíadas. Conforme conversado com a Professora e Coordenadora de Matemática e Robótica, Vânia Martins Rufini, o Instituto participou presencialmente das Olimpíadas até o ano de 2019, além de participarem da OBR categoria teórica também. Ela ressalta a participação no ano de 2018 na categoria prática, a qual rendeu medalhas de Prata e Bronze para o Instituto.

Também em 2018 foi realizada a cerimônia de premiação no Instituto, a qual englobou todas as olimpíadas de Matemática e Robótica nas quais o Gammon foi destaque, sendo elas: OBMEP 2017, Olimpíada Internacional de Matemática, Olimpíada Mineira de Matemática, Olimpíada Lavrense de Matemática e Olimpíada Brasileira de Robótica.

Outro ano que merece destaque para as escolas da região foi o de 2012, no qual estudantes do ensino fundamental de duas escolas de Lavras, orientados por graduandos do curso de Engenharia de Controle e Automação da UFLA, participaram da Olimpíada Brasileira de Robótica na regional de Minas Gerais. O primeiro e segundo lugar ficaram com os alunos de equipes da Escola Municipal José Luiz de Mesquita e a equipe do Instituto Presbiteriano Gammon, conquistou o quarto lugar. As escolas foram premiadas com o pagamento das despesas de hospedagem e alimentação na etapa nacional da Olimpíada Brasileira de Robótica. A olimpíada foi uma competição em que robôs, montados a partir da plataforma *Legó Mindstorms*, deveriam percorrer uma pista com obstáculos e identificação de vítimas.

### **3.10 Relação de conceitos multidisciplinares**

É fato que a Robótica permite a integração de diversos assuntos, elucidando conceitos da grade curricular como matemática e física, bem como a facilitação do aprendizado de uma nova língua, por exemplo. Embora haja muitos benefícios com a inclusão da Robótica em sala de aula, não basta utilizar de tecnologias com as mesmas práticas tradicionais. É preciso repensar as novas formas de ensino, em um contexto que o professor é apenas um mediador do conhecimento, permitindo a colaboração e cooperação entre a turma, apresentando-lhes situações que desenvolvem sua capacidade de resolver problemas (BATISTA et. al, 2015).

Desta forma, a consequência da inserção da Robótica na educação não passa a ser só o desenvolvimento do aluno em matérias obrigatórias específicas, mas também utilizar-se da

multidisciplinaridade que a Robótica Educacional permite, para a evolução, mesmo em sala de aula, de diversos âmbitos da vida. Maliuk (2009) vem dizer que pensar e raciocinar de forma lógica, são requisitos essenciais em qualquer situação. Este raciocínio lógico reflexivo, pode ser desenvolvido por meio da Robótica, a partir do momento em que se permite que o aluno seja capaz de analisar uma situação, realizar um planejamento de acordo com suas necessidades e tomar uma ação baseada em suas necessidades.

Além disso, a robótica cria experiências de aprendizado para crianças sobre sensores, motores e o domínio digital. Brincar com motores, engrenagens, sensores, alavancas e malhas de programação pode influenciar as crianças a se tornarem engenheiros e contadores de histórias, elaborando seus projetos que se movem em resposta ao ambiente (SOARES, 2014). A robótica proporciona também a possibilidade de produzir e reproduzir estruturas complexas, que vão desde a montagem de carrinhos básicos com uma programação simples, até a construção de mecanismos mais complexos, com várias programações (MALIUK, 2009).

Por fim, a inclusão de tecnologias no processo de aprendizado, auxilia crianças no que diz respeito ao convívio social, possibilitando que, enquanto brincam e aprendem, possam tecer conversas e relações, desenvolvendo parâmetros de ética e se organizando em grupos, desta maneira desenvolvendo o trabalho em equipe. Aprender a trabalhar no mundo social é uma tarefa essencial de desenvolvimento que as crianças pequenas precisam realizar. A robótica ajuda os alunos a melhorar habilidades difíceis de aprender nas aulas tradicionais (BARBOSA, 2005).

### **3.11 O uso da Robótica no ensino da Matemática**

As novas tecnologias mudaram o ensino e a aprendizagem ao apresentarem caminhos para uma mudança da visão tradicional para uma abordagem mais complexa. Dessa forma, a visão do aprendizado da matemática focado na memorização e na aprendizagem mecânica é então substituída por uma que foque na aplicação do conhecimento (CORTELAZZO, 2009).

No desenvolvimento do aprendizado da matemática, como em qualquer outra disciplina, estão presentes as fases de: exploração do conteúdo, compreensão, entendimento e a aplicação. O que difere na matemática é a abstração presente no seu entendimento, o que pode levar o aluno à desmotivação e falta de interesse pela disciplina (PIROLA, 2010).

Diante desse contexto, a Robótica Educacional fornece maneiras de tornar concretos e úteis os mais diversos conceitos da matemática. Em qualquer uma das áreas abrangidas no

ensino matemático, a Robótica possibilita a elaboração de atividades que contemplam a aprendizagem baseada na resolução de problemas, raciocínio e comunicação. Ela permite o planejamento, a construção e a programação dos robôs, através dos kits educacionais, baseados nas competências das diversas áreas matemáticas (RIBEIRO; COUTINHO; COSTA, 2011).

Além dos *kits* robóticos disponíveis para esse fim, já existem aplicativos e ferramentas online voltadas para esse fim, como por exemplo o *Matific*. Como os alunos conseguem ter acesso a esse recurso digital em seus próprios dispositivos, como computadores e tablets, eles passaram a pensar a matemática como algo divertido de aprender (CORTELAZZO, 2009).

Nesse processo, ter acesso à tecnologia não é suficiente. Os professores e os desenvolvedores de currículo desempenham papéis importantes como tomadores de decisão com conhecimento, a fim de determinar quando e como a tecnologia pode melhorar a aprendizagem dos alunos de maneira eficaz (GADANIDIS; GEIGER, 2010).

Diante da dificuldade em aprender e aplicar os conceitos matemáticos, a Robótica contribui consideravelmente com o ensino. Da simples realização de cálculos básicos, como adição e subtração, até a geometria mais avançada, a matemática cria vida diante dos olhos das crianças e jovens por meio da Robótica (BARBOSA, 2005).

### **3.12 O uso da Robótica no ensino da Física**

O conhecimento físico é um instrumento necessário para a compreensão do mundo em que vivemos. Santos e Menezes (2005) vem dizer que uma característica da disciplina de física é o fato de trabalhar com conceitos abstratos e, como a capacidade dos aprendizes em abstrair é reduzida, principalmente entre os mais novos, muitos deles não conseguem aprender a ligação da Física com o mundo real.

Uma melhor maneira de aprimorar o ensino da física em sala de aula, é trazendo experiências reais que possam ser atreladas aos conceitos teóricos. Desta forma, a Robótica Educacional não só permite um processo de investigação e compreensão da disciplina, por meio da prática vivenciada para esse fim, mas também possibilita a utilização de conceitos apreendidos nesta área do conhecimento para o desenvolvimento de projetos.

Um exemplo de aplicação da Robótica no conhecimento da física é o LEGO MINDSTORMS, que pode ser utilizado como uma proposta de ensino de Física vinculando à experiência cotidiana dos estudantes, procurando apresentar eles à Física como um instrumento de melhor

compreensão e atuação na realidade (SANTOS; MENEZES, 2005). Por meio do *kit* e ambiente de programação, os alunos podem construir seus próprios robôs baseando-se nos manuais.

Como mostrada na Figura 3.20, os alunos do 8<sup>a</sup> ano (anos finais) criaram várias arenas com diferentes condições para que o robô pudesse percorrer. Desta forma, conceitos como tempo, velocidade, atrito, distância, aceleração foram sendo construídos.

Figura 3.20 – Oficina de Robótica para aplicação de conceitos de física no XI Workshop de Informática na Escola - WIE



Fonte: (SANTOS; MENEZES, 2005)

Além desse exemplo, encontra-se diversa outras práticas na literatura onde se pode usufruir da Robótica para elucidar conceitos físicos e trazê-los para a realidade de forma a ficarem mais claros de serem entendidos. Concepções de som e luz, por meio da integração de sensores ultra som, de luz, de toque ou de som à prática e entendimento desses instrumentos, bem como utilização de engrenagens e motores para apresentação de conceitos como força, torque, energia mecânica.

Zilli et al. (2004) enfatiza que educação é um campo fértil para o uso da tecnologia, tendo em vista a gama de possibilidades que apresenta, tornando a aprendizagem mais dinâmica e motivadora. E a Robótica Educacional em específico possibilita ao estudante desenvolver habilidades e competências como trabalho de pesquisa, a capacidade crítica, o senso de saber contornar as dificuldades na resolução de problemas e o desenvolvimento do raciocínio lógico.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram mostradas muitas das tecnologias aplicadas no campo da Robótica Educacional, das quais vêm sendo com grande esforço, sobretudo no Brasil, cada vez mais difundidas, familiarizadas e adaptadas, para que de certo modo possam chegar à realidade dos estudantes.

Por meio do projeto desenvolvido por bolsistas do PROMAD da UFLA, que visa a produção de materiais didáticos para o ensino da física, é possível demonstrar como a Robótica pode ser utilizada nas escolas. Para tanto, foram realizadas três experiências, a fim de melhor ilustrar sua presença na colaboração do entendimento de conceitos de física contidos na grade curricular básica.

### 4.1 Metodologia

Há diversas maneiras de se utilizar robôs na educação de crianças e jovens. Este trabalho vem demonstrar a possibilidade da aplicação, elucidação e comprovação de conceitos da física por meio de projetos simples de Lego.

Para a utilização dos *kits* da LEGO, conforme o mostrado abaixo, foi necessário obter acesso ao Laboratório da Universidade no qual os *kits* são armazenados. Foram então, montados os protótipos de acordo com cada um dos experimentos que são demonstrados nesse capítulo.

#### 4.1.1 O *kit*

Foram feitas, por meio do Lego Mindstorms NXT 2.0, a simulação do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), Movimento Retilíneo Uniformemente Variável (MRUV) e Pêndulo Simples.

##### 4.1.1.1 Lego Mindstorms NTX 2.0

O Lego Mindstorms NTX 2.0 permite a construção de vários tipos de robôs diferentes, a partir do encaixe de suas peças. Além das peças responsáveis pela montagem da estrutura propriamente dita, como rodas, articulações, engrenagens mostradas na Figura 4.1, ele conta também com sensores e servo motores que permitem a interatividade do projeto elaborado com o ambiente.

Figura 4.1 – Peças contidas no kit *Lego Mindsorms NXT 2.0*

Fonte: Manual do *NXT 2.0*

O kit conta com sensor de torque, sensor de som, sensor ultrassônico e sensor de luz, sendo o último utilizado para todos os experimentos realizados neste trabalho. A Figura 4.2 mostra os sensores contidos no *kit*.

Com o sensor de luz é possível que o robô consiga distinguir entre claro e escuro, ler a intensidade da luz em uma sala e medir a intensidade da luz em superfície coloridas.

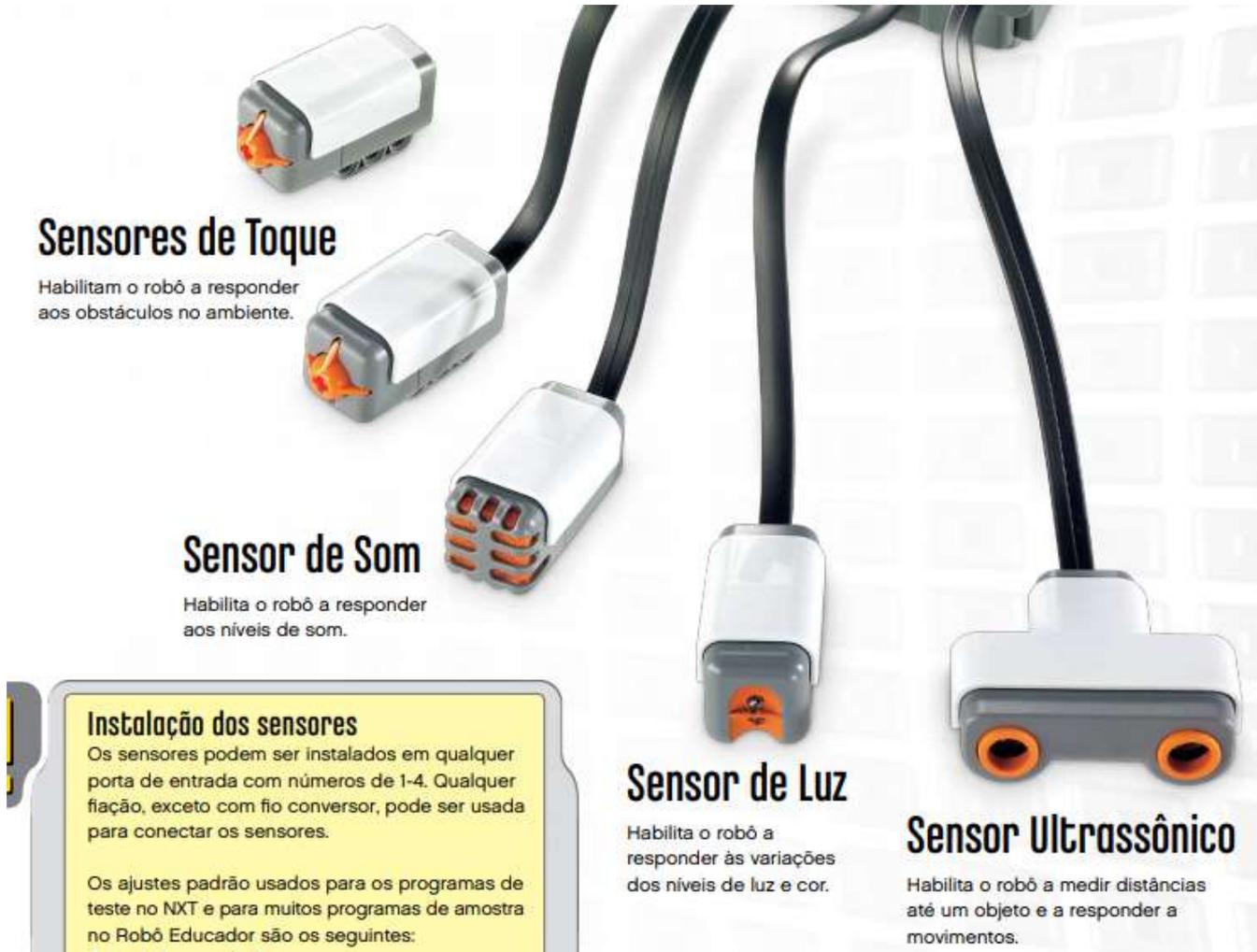
O bloco NXT, visualizado pela Figura 4.3 é o cérebro do bloco Lego. É nele que está o microcontrolador e onde são fornecidas as saídas para ligação de motores e lâmpadas e as entradas para ligação de sensores. Portanto, é este módulo que fornece o comportamento programável e inteligente do robô a ser construído.

#### 4.1.2 O Movimento Retilíneo Uniforme e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

Chamamos de Movimento Retilíneo Uniforme, o movimento onde a velocidade permanece constante durante todo o intervalo de tempo. Portanto, como não há variação da velocidade, a aceleração é nula e dessa forma, conseguimos determinar a posição final de um objeto neste movimento apenas com as informações de velocidade constante, posição inicial e intervalo de tempo de deslocamento. As equações para este conceito são dadas por:

$$V = V_{inst} = V_{media} = \frac{\delta S}{\delta t} \quad (4.1)$$

Figura 4.2 – Diferentes tipos de sensores contidos no *kit Lego Mindsorms NXT 2.0*



Fonte: Manual do *NXT 2.0*

$$S = S_0 + v \times t \quad (4.2)$$

Onde “V” é a velocidade, “S” o deslocamento e “t” o tempo. Na primeira equação, destaca-se a segunda igualdade, onde a velocidade instantânea é igual a velocidade média em todo intervalo de tempo. Entretanto, na prática, é preciso levar em conta as diversas forças contrárias ao movimento, sendo a força de atrito e resistência do ar as mais conhecidas.

Assim, por meio da equação 2 é possível chegar ao valor da velocidade do movimento, fazendo a variação do deslocamento pelo tempo conforme equação 3:

$$V = \frac{\delta S}{\delta t} = \frac{S - S_0}{t - t_0} \quad (4.3)$$

Já o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado é o movimento cuja velocidade varia durante um intervalo de tempo de forma constante. Como há variação de velocidade há uma

Figura 4.3 – Módulo NXT



Fonte: Manual do *NXT* 2.0

aceleração, que é positiva e no sentido do movimento. As equações 4.4, 4.5 e 4.6 regem o MRUV.

$$S = S_0 + v_0 * t + \frac{a * t^2}{2} \quad (4.4)$$

$$v = v_0 + a * t \quad (4.5)$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 * a * \delta S \quad (4.6)$$

Onde “v” é a velocidade, “S” o deslocamento, “t” o tempo e “a” o valor de aceleração.

Portanto, esse o MRUV pode ser definido como um movimento de um móvel em relação a um referência ao longo de uma reta, na qual sua aceleração é sempre constante. A velocidade do móvel sofre variações iguais em intervalos de tempo iguais. No MRUV a aceleração média assim como sua aceleração instantânea são iguais.

#### 4.1.2.1 Experimento de MRU e MRUV

Os seguintes materiais foram utilizados para a execução dos experimentos:

- Peças do *kit* LEGO: *MINDSTORMS* NXT 2.0;

- Módulo NXT do *kit* LEGO: *MINDSTORMS* NXT 2.0;
- Sensor de luz do *kit* LEGO:*MINDSTORMS* NXT 2.0;
- Fita isolante (preta);
- Tábua de madeira;
- Régua para medir os intervalos de distância;
- Computador com o compilador NXT para realizar a programação;

No material do projeto dos estudantes bolsistas da UFLA, também foi disponibilizada a sugestão de montagem do carrinho utilizando as peças e o módulo NXT do *kit* LEGO: *MINDSTORMS* NXT 2.0. Tal sugestão se encontra na Figura 4.4

Figura 4.4 – Sugestão de montagem do carrinho em 3D



Fonte: Arquivo dos estudantes bolsistas da UFLA

Para validação das equações do movimento retilíneo uniforme e movimento retilíneo uniformemente variado, foi demarcado com fita isolante preta, em uma tábua totalmente branca, 6 intervalos espaçados igualmente a uma distância de 18 centímetros, conforme a Figura 4.5

Para o experimento do MRU, o controlador do carrinho em Lego mostrado na Figura 4.6 foi programado para receber o tempo de cada intervalo por meio da identificação do sensor de luz ao passar pela fita isolante, e a partir desse valor associado à distância já conhecida, se torna possível calcular a velocidade em cada posição.

Figura 4.5 – Caminho demarcado para experimento



Fonte: Dos autores

Figura 4.6 – Lego utilizado para experimento do MRU e MRUV



Fonte: Dos autores

Vale ressaltar que os servos motores para esse experimento foram programados para manterem a velocidade constante, conforme o conceito do movimento retilíneo uniforme. Portanto, obtendo o valor de velocidade em cada instante pela equação do MRU, confirma-se que a mesma permanece constante em todo o percurso.

Já para o MRUV, diferentemente do MRU, o carrinho foi programado para aumentar a velocidade em 10% a cada setor do percurso, simulando assim o movimento retilíneo uniformemente variado. Da mesma forma, com o valor do tempo e da distância percorrida, foi possível achar a velocidade em cada ponto do trajeto.

Os valores das velocidades em cada posição foram mostrados no display do bloco NTX e serão analisados no próximo tópico desse trabalho.

### 4.1.3 O Pêndulo Simples

#### 4.1.3.1 Movimento Harmônico Simples

Todo movimento que se repete em intervalos de tempo iguais é chamado de periódico. Cada volta completa do objeto, ou seja, toda vez que ele retorna a sua posição inicial, é considerada um ciclo. O Movimento Oscilatório Harmônico é um movimento em que o objeto se desloca periodicamente sobre uma mesma trajetória, indo e vindo em relação a uma posição média de equilíbrio. Essa posição é o ponto da trajetória no qual a resultante das forças que agem sobre o objeto é nula. O período (T) de um movimento periódico representa o tempo que o objeto leva para percorrer o ciclo completo do movimento e pode ser representado pela seguinte equação.

$$T = \frac{t}{n} \quad (4.7)$$

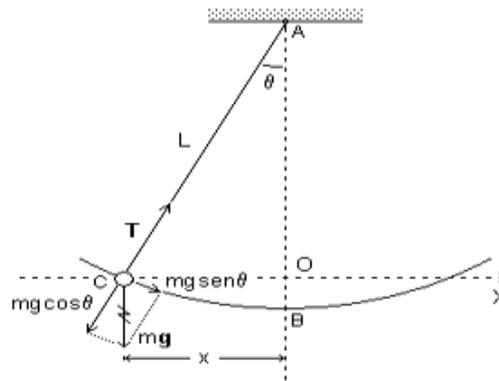
Onde "n" é o número de ciclos efetuados pelo objeto e "t" é o tempo que o objeto levou para executar os "n" ciclos. A frequência (f) de um movimento periódico é obtida pelo inverso do período. Ela representa a quantidade de vezes que o ciclo do objeto é completado no intervalo de tempo de 1 segundo. Ela pode ser obtida pela seguinte equação.

$$f = \frac{1}{T} \text{Hz} \quad (4.8)$$

#### 4.1.3.2 Pêndulo Simples

O Pêndulo Simples é o sistema que consiste em um objeto que realiza oscilações em torno de um ponto fixo, conectado por um braço que pode ser uma corda ou uma haste. O movimento do pêndulo simples que oscila com pequena amplitude pode ser considerado como o Movimento Harmônico Simples e envolve basicamente seu período e a sua frequência.

Figura 4.7 – Pêndulo Simples e forças que atuam sobre ele



Fonte: (WINIK LORENZONI, 2016)

A Figura 4.7 mostra um pêndulo durante seu movimento e as forças que atuam sobre o objeto já decompostas em função da massa do mesmo ( $m$ ), da aceleração da gravidade ( $g$ ), o ângulo formado entre o ponto central e a posição atual do objeto ( $\theta$ ), o comprimento do fio ( $L$ ) e deslocamento do objeto em relação ao ponto central ( $x$ ). Observando a Figura 4.7 é possível perceber que a única força que gera movimento no pêndulo é a componente que aponta na direção do movimento. Além disso, pode-se definir que, em radianos, o ângulo  $\theta$  pode ser representado pela razão entre  $x$  e  $L$ , então tem-se a seguinte representação para a força:

$$F = m \times g \times \text{sen}(\theta) = m \times g \times \text{sen}\left(\frac{x}{L}\right) \quad (4.9)$$

Como para ângulos muito pequenos o valor do seu seno se aproxima do valor do próprio ângulo, pode-se reescrever a equação da força em função apenas da massa, da gravidade, da distância em relação ao centro e do comprimento do fio.

$$F = m \times g \times \frac{x}{L} \quad (4.10)$$

Como o movimento do pêndulo pode ser descrito pelo Movimento Harmônico Simples, pode-se utilizar nesse caso a fórmula do período do MHS, sendo ela:

$$T = 2\pi \times \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (4.11)$$

Nessa equação, considera-se como "k" os elementos constantes da equação da força resultante do pêndulo. Sendo assim:

$$k = \frac{m \times g}{L} \quad (4.12)$$

Substituindo equação para o período (T) do MHS apresentada acima, é possível encontrar o período para um pêndulo simples da seguinte maneira:

$$T = 2\pi \times \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (4.13)$$

#### 4.1.3.3 Experimento do Pêndulo Simples

Para esse experimento, os materiais utilizados foram:

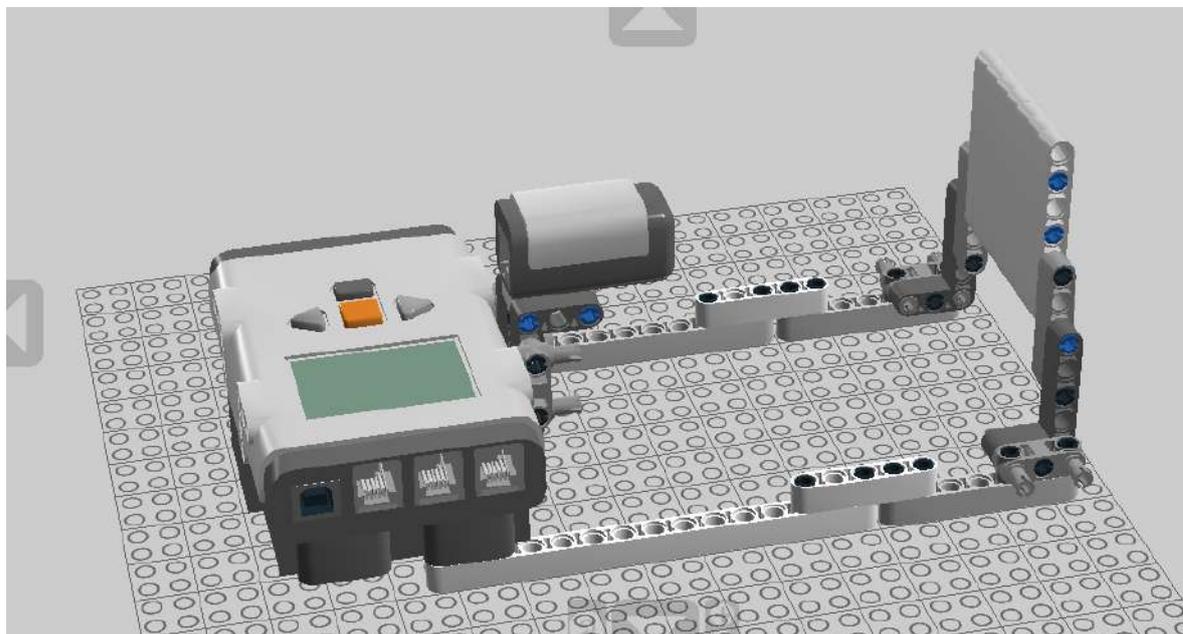
- Peças do *kit* LEGO: *MINDSTORMS* NXT 2.0;
- Módulo NXT do *kit* LEGO: *MINDSTORMS* NXT 2.0;
- Sensor de luz do *kit* LEGO: *MINDSTORMS* NXT 2.0;
- Fio;
- Régua;
- Bola vermelha;
- Suporte;

Também para esse experimento, foi disponibilizada a sugestão de montagem da estrutura que sustenta o sensor de luz e o módulo NXT do *kit* LEGO: *MINDSTORMS* NXT 2.0. Tal sugestão se encontra na Figura 4.8

Para realização do experimento foi montada uma estrutura de apoio utilizando as peças encaixáveis e articuláveis do *kit* na qual foram fixados o Módulo NXT, mostrado na Figura 4.3 e o sensor de luz, mostrado na Figura 4.2. A montagem pode ser vista nas Figuras 4.9 e 4.10.

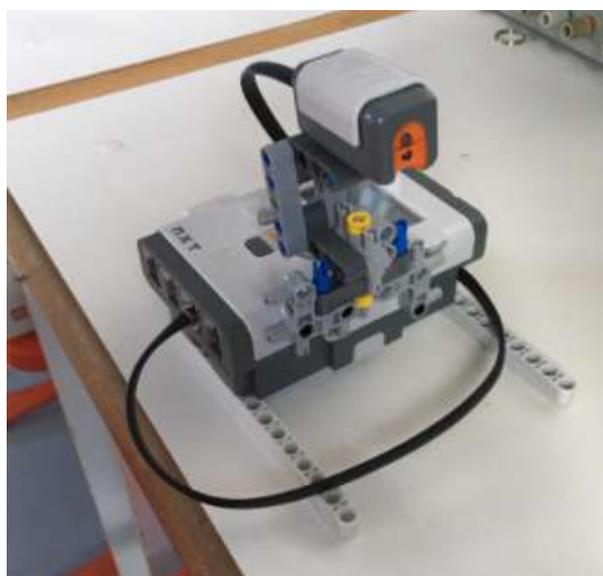
O sensor de luz foi programado para identificar a passagem do objeto à sua frente. O Módulo NXT por sua vez foi programado de forma que contasse o tempo que o objeto leva para completar dois movimentos de oscilação. Sendo assim, os resultados obtidos no experimento foram os valores de tempo gastos para pêndulo realizar dois ciclos. Também foi montado um pêndulo utilizando um fio e bola vermelha presa a sua ponta. Para melhorar o movimento prendeu-se um peso junto a bolinha. Foi posicionado o suporte atrás do pêndulo, que facilitaria

Figura 4.8 – Sugestão de montagem da estrutura do experimento em 3D



Fonte: Arquivo dos estudantes bolsistas da UFLA

Figura 4.9 – Montagem do LEGO: *MINDSTORMS* para realizar o experimento (frontal)



Fonte: Dos autores

a leitura realizada pelo sensor, e foi preso o braço do pêndulo, de 65cm, em uma posição central. A estrutura contendo o sensor de luz e o Módulo NXT foi posicionada próxima ao objeto preso na ponta do pêndulo. A montagem descrita se encontra na Figura 4.11.

Após essa montagem, para iniciar o experimento, o objeto foi puxado aproximadamente 10 cm para o lado em relação a sua posição central e, deixando a linha tensionada, o objeto foi solto. Foram realizadas 10 medições de tempo, sendo que o tempo gerado pelo experimento

Figura 4.10 – Montagem do LEGO: *MINDSTORMS* para realizar o experimento (traseira)



Fonte: Dos autores

Figura 4.11 – Montagem do experimento do Pêndulo Simples



Fonte: Dos autores

corresponde a dois ciclos completos realizados pelo objeto. Os resultados de tempo foram salvos e utilizados para calcular a aceleração da gravidade, obter um valor médio e comparar com o valor já conhecido da mesma.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 MRU e MRUV

Conforme mostrado no tópico anterior, a partir do experimento para validação do Movimento Retilíneo Uniforme, foram obtidas as velocidades em cada intervalo conforme a Tabela 5.1. Ao final do percurso, a velocidade no último trecho bem como a velocidade média de todos

Tabela 5.1 – Velocidades obtidas para o MRU em cada intervalo

Intervalo	Velocidade (cm/s)
V[1]	11,222
V[2]	5,332
V[3]	5,476
V[4]	5,159
V[5]	5,425
V[6]	5,159
V[7]	5,388
Vel. Média	6,166

os intervalos são mostradas no display do controlador como é possível ver na Figura 5.1.

Observa-se que os valores de velocidade se mantiveram constantes em todo o trajeto, desconsiderando a aferição do primeiro trecho, onde houve uma variação discrepante das demais velocidades medidas, certamente devido a algum travamento nas rodas do carrinho.

Dessa forma, além da aplicação prática das equações do MRU, é possível provar a partir delas que para o Movimento Retilíneo Uniforme o objeto mantém sua velocidade instântanea igual para todo o trajeto.

Para o experimento de MRUV, foram obtidas as velocidades em cada intervalo conforme a Tabela 5.2.

Os mesmos valores descritos acima foram registrados no display do *NXT* ao final do percurso conforme a Figura 5.2.

Da mesma forma, após a aplicação das equações do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado por meio da programação do robô, os valores obtidos provam a variação da velocidade em cada intervalo do trajeto, demonstrando dessa forma a aceleração positiva imposta sobre o objeto.

A compreensão de conceitos científicos são geralmente difíceis, levando os alunos a uma compreensão superficial do assunto. Portanto, por meio da experimentação prática, é possível que os próprios alunos confeccionem seus próprios experimentos e consigam utilizar de forma

Figura 5.1 – Resultado de velocidade média mostrada no display do módulo *NXT* ao final do último intervalo para o MRU



Fonte: Dos autores

prática algumas equações da física, validando algumas concepções, a promovendo a elucidação e a fixação de conceitos abstratos.

Tabela 5.2 – Velocidades obtidas para o MRUV em cada intervalo

Intervalo	Velocidade (cm/s)
V[1]	4,841
V[2]	6,038
V[3]	8,755
V[4]	11,084
V[5]	13,997
V[6]	16,245
V[7]	19,231
Vel. Média	11,456

Figura 5.2 – Velocidade em cada intervalo e velocidade média mostrada no display do módulo *NXT* ao final do último intervalo para o MRUV

Fonte: Dos autores

## 5.2 Pêndulo simples

Para o experimento do Pêndulo Simples, foram obtidos os valores de tempo correspondente a dois ciclos completos do objeto conforme mostrados na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 – Valores de tempo obtidos ao final do experimento

Medição	tempo (s)
1	3,240
2	3,215
3	3,236
4	3,241
5	3,230
6	3,213
7	3,231
8	3,228
9	3,215
10	3,194
Média dos tempos	3,224

Dessa forma, utilizando a equação 4.7 e sabendo que o número de ciclos para cada medição ( $n$ ) é igual a dois, foram obtidos os períodos ( $T$ ) conforme mostrado na Tabela 5.4.

Tabela 5.4 – Valores de período obtidos ( $T$ )

Medição	Período (s)
1	1,620
2	1,608
3	1,618
4	1,621
5	1,615
6	1,607
7	1,616
8	1,614
9	1,608
10	1,597
Tmédio	1,612

Com esses valores de período, foi possível encontrar a aceleração da gravidade em medição. Sabendo-se o valor para o comprimento do fio do pêndulo ( $L$ ) e para o período ( $T$ ) em cada caso, foi utilizada a equação 4.13 para esse cálculo. Os resultados se encontram na Tabela 5.5.

Tabela 5.5 – Valores de aceleração da gravidade obtidos por meio do período (T)

Medição	Aceleração da gravidade (m/s <sup>2</sup> )
1	9,778
2	9,931
3	9,802
4	9,772
5	9,838
6	9,943
7	9,832
8	9,851
9	9,931
10	10,062
gmédio	9,874

O Pêndulo Simples além de ser um experimento fácil de realizar, também proporciona uma fácil observação dos seus resultados. Além disso, permite realizar o estudo do Movimento Harmônico Simples e aplicar suas equações. É uma forma eficaz e prática de se confirmar a aceleração da gravidade sendo possível, por meio dos cálculos, se aproximar de um valor aceitável e próximo do teórico que é de 9,81 m/s<sup>2</sup>.

## 6 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como tema o uso da robótica educacional no processo de aprendizagem e como isso pode ser entendido como uma preparação para o que chamamos de Indústria 4.0. O método utilizado na formulação deste trabalho se encontra de acordo com o que foi proposto e os objetivos definidos foram alcançados.

A constante evolução do uso da Robótica Educacional como metodologia de ensino nas escolas mostra que os robôs se tornaram uma ferramenta muito popular e acessível para ensinar estudantes de todas as idades. Por meio de uma experiência prática, os alunos podem aprender os conceitos básicos de *design*, engenharia e programação para criar robôs que executem as tarefas desejadas. Diante dessa realidade, é possível encontrar uma gama de *softwares* e *hardwares* que foram desenvolvidos e apresentados na forma de *kits* educacionais que proporcionam experiências diversas a quem os utiliza e permitem com que os estudantes desenvolvam habilidades lógicas e de resolução de problemas. Além disso, a abordagem oferecida por esses *kits* torna o aprendizado mais divertido e interessante.

Percebe-se que o uso dessa ferramenta de ensino é mais recorrente nas disciplinas de ciências e exatas, mais especificamente a Matemática e a Física. Isso acontece, porque ambas são disciplinas que oferecem a possibilidade de uma abordagem prática de forma a reduzir o aprendizado mecânico, acrescentando uma modalidade com foco na aplicação do conhecimento. Dessa forma, a possível desmotivação por parte do aluno pode ser transformada em interesse ao ver o conteúdo aprendido ser utilizado em uma aplicação prática da vida real.

Também pode-se concluir que o uso da robótica no ensino nas escolas, em âmbito nacional e internacional, impactou de forma positiva nos resultados dos alunos. Não somente a formação acadêmica dos alunos é beneficiada, mas também há um incentivo ao estudo de matérias que exigem mais desenvolvimento com resolução de problemas. Isso contribui para formar alunos com pensamento crítico, que realmente saibam atuar sobre a tecnologia, iniciando o desenvolvimento do perfil do profissional requisitado pela Indústria 4.0.

## 7 TRABALHOS FUTUROS

Muitos são os conceitos que podem ser abordados por meio da Robótica Educacional. Vimos no presente trabalho como é crescente a integração de disciplinas da grade curricular com as tecnologias atuais, a fim de se otimizar o aprendizado além de desenvolver habilidades cognitivas que o ensino tradicional não alcança.

Com base nisso, foi possível mostrar dois experimentos voltados à disciplina de Física, onde foi possível testar e elucidar os conceitos de Pêndulo Simples, Movimento Retilíneo Uniforme e Movimento Retilíneo Uniformemente Variável por meio da robótica com *Legos*.

Levando em conta a temática proposta pelo trabalho, bem como os materiais utilizados para a execução dos experimentos, podem-se sugerir as seguintes práticas a serem desenvolvidas:

1. Medidor de velocidade instantânea (radar): experimento utilizando dois sensores de cor posicionados em diferentes lugares de um plano e com distância entre eles conhecida. É possível obter a velocidade média com constatação de tempo e espaço. A velocidade instantânea pode ser calculada simplificadamente, aproximando-a da velocidade média para espaço de tempo curto ou próximo de zero.
2. Queda livre: movimento vertical de um objeto sob a aceleração da gravidade. A partir da montagem de uma estrutura de lançamento vertical com dois sensores cujo a distância entre eles seja conhecida e utilizando a fórmula de queda livre, onde a velocidade inicial é nula, pode-se constatar o valor da aceleração da gravidade.
3. Oscilador harmônico: experimento utilizando o movimento de dois motores em diferentes velocidades, a fim de observar a periodicidade e elementos como frequência e período de um movimento circular uniforme.
4. Lançador oblíquo: experimento utilizando motores de passo para a construção de um lançador de objetos. Por meio das fórmulas matemáticas, onde considera-se a gravidade e a velocidade inicial constantes e o alcance do objeto captado por um sensor ultrassônico, torna-se possível descobrir o ângulo exato para acertar o alvo determinado.
5. Atrito estático: experimento que verifica o atrito estático a partir da força mínima para iniciar o movimento de um corpo.

## REFERÊNCIAS

- AMORIM, I. et al. Ensino a distância ferramentas de auxílio a gestão no contexto da pandemia de covid-19. **Inova+ Cadernos da Graduação da Faculdade da Indústria**, v. 1, n. 2, 2020.
- ASSANTE, L. d. S. et al. A inclusão do robô humanóide nao como recurso tecnológico no processo do ensino-aprendizado da língua portuguesa na educação especial. Universidade Federal do Amazonas, 2016.
- BALCH, T. et al. Designing personal robots for education: Hardware, software, and curriculum. **IEEE Pervasive Computing**, IEEE, v. 7, n. 2, p. 5–9, 2008.
- BREDENFELD, A.; HOFMANN, A.; STEINBAUER, G. Robotics in education initiatives in europe-status, shortcomings and open questions. In: **Proceedings of international conference on simulation, modeling and programming for autonomous robots (SIMPAN 2010) workshops**. [S.l.: s.n.], 2010. p. 568–574.
- CHIOU, A. Teaching technology using educational robotics. In: **Proceedings of the Australian conference on science and mathematics education (formerly UniServe Science Conference)**. [S.l.: s.n.], 2012. v. 10.
- CHOI, J.-H.; LEE, J.-Y.; HAN, J.-H. Comparison of cultural acceptability for educational robots between europe and korea. **Journal of Information Processing Systems**, Korea Information Processing Society, v. 4, n. 3, p. 97–102, 2008.
- EDUCACAO, M. da. **Base Nacional Curricular Comum - educação é a base**. 2017.
- FAGUNDES, C. A. N. et al. Aprendendo matemática com robótica. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 3, n. 2, 2005.
- FERREIRA, R. Interatividade educativa em meios digitais: uma visão pedagógica. **Sao Paulo**, 2008.
- FILHO, D. A. M.; GONÇALVES, P. C. Robótica educacional de baixo custo: Uma realidade para as escolas brasileiras. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola**. [S.l.: s.n.], 2008. v. 1, n. 1.
- FOSSATTI, P.; JUNG, H. S. **Investigação em governança universitária: memórias**. [S.l.]: Universidade La Salle, 2018.
- GADANIDIS, G.; GEIGER, V. A social perspective on technology-enhanced mathematical learning: from collaboration to performance. **ZDM**, Springer, v. 42, n. 1, p. 91–104, 2010.
- IDOETA. **AS FALHAS DO ENSINO DA MATEMÁTICA EXPOSTAS PELA PANDEMIA DO CORONAVÍRUS**. 2020.
- KLIX DIECKMANN, S. **Como ensinar a matemática do futuro?** [S.l.]: Instituto Sidarta, 2020.
- LIGUORI, L. M. As novas tecnologias da informação e da comunicação no campo dos velhos problemas e desafios educacionais. **Tecnologia educacional: política, histórias e propostas**. **Porto Alegre: Artes Médicas**, p. 78–97, 1997.
- LINS, R. et al. Robótica aplicada ao ensino fundamental: Uso do nao como apoio ao ensino do inglês.

- LOPES, C. A. E. et al. O conhecimento profissional dos professores e suas relações com estatística e probabilidade na educação infantil. [sn], 2003.
- LOPES, C. E. O ensino da estatística e da probabilidade na educação básica e a formação dos professores. **Cadernos Cedex**, SciELO Brasil, v. 28, n. 74, p. 57–73, 2008.
- MALIUK, K. D. Robótica educacional como cenário investigativo nas aulas de matemática. 2009.
- MARQUES, R.; FRAGUAS, T. A resignificação da educação: virtualização de emergência no contexto de pandemia da covid-19. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 86159–86174, 2020.
- MOTTA, M. S. Contribuições do superlogo ao ensino de geometria. **Informática na educação: teoria & prática**, v. 13, n. 1, 2010.
- MUBIN, O. et al. Improving speech recognition with the robot interaction language. **Disruptive science and Technology**, Mary Ann Liebert, Inc. 140 Huguenot Street, 3rd Floor New Rochelle, NY 10801 USA, v. 1, n. 2, p. 79–88, 2012.
- MUBIN, O. et al. A review of the applicability of robots in education. **Journal of Technology in Education and Learning**, v. 1, n. 209-0015, p. 13, 2013.
- NETO, R. P. B. et al. Robótica na educação: uma revisão sistemática dos últimos 10 anos. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. [S.l.: s.n.], 2015. v. 26, n. 1, p. 386.
- NEZ, E. de; SILVA, A. M. da; SILVA, E. M. da. Transdisciplinaridade através da robótica: Um relato de experiência na escola pública do estado de mato grosso. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola**. [S.l.: s.n.], 2010. v. 1, n. 1, p. 1433–1436.
- ORTOLAN, I. T. et al. Robótica educacional: uma experiência construtiva. Florianópolis, SC, 2003.
- OUCHANA, D. O que é a robótica educacional e quais são os ganhos para o aprendizado. **Revista Educação**. Disponível em:< <http://www.revistaeducacao.com.br/o-que-e-robotica-educacional-e-quais-sao-os-ganhos-para-o-aprendizado/>>. Acesso em, v. 19, 2016.
- PARK, I. et al. Learning effects of pedagogical robots with programming in elementary school environments in korea. **Indian Journal of Science and Technology**, v. 8, n. 26, p. 1–5, 2015.
- PIROLA, N. A. Ensino de ciências e matemática, iv: temas de investigação. Editora UNESP, 2010.
- PROJETO da UFSJ leva estudantes de escolas públicas à Olimpíada Brasileira de Robótica. 2011.
- QUEIROZ, R. L.; SAMPAIO, F. F. Duinoblocks for kids: um ambiente de programação em blocos para o ensino de conceitos básicos de programação a crianças do ensino fundamental i por meio da robótica educacional. In: SBC. **Anais do XXIV Workshop sobre Educação em Computação**. [S.l.], 2016. p. 91–100.

- REIS, G. L. et al. A relevância da integração entre universidades e escolas: um estudo de caso de atividades extensionistas em robótica educacional voltadas para rede pública de ensino. **Interfaces-Revista de Extensão da UFMG**, v. 2, n. 3, p. 52–76, 2014.
- RIBEIRO, C. R.; COUTINHO, C. P.; COSTA, M. F. A robótica educativa como ferramenta pedagógica na resolução de problemas de matemática no ensino básico. Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação (AISTI), 2011.
- ROMANELLI, O. d. O. História da educação no Brasil (1930/1973). **Vozes, Petrópolis**, 1978.
- SANTOS, C. F.; MENEZES, C. S. de. A aprendizagem da física no ensino fundamental em um ambiente de robótica educacional. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola**. [S.l.: s.n.], 2005. v. 1, n. 1.
- SASAHARA, L. R.; CRUZ, S. M. S. da. Hajime—uma nova abordagem em robótica educacional. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola**. [S.l.: s.n.], 2007. v. 1, n. 1.
- SENHORAS, E. M. Coronavírus e educação: Análise dos impactos assimétricos. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, v. 2, n. 5, p. 128–136, 2020.
- SILVA, A. F. d. Roboeduc: Uma metodologia de aprendizado com robótica educacional. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.
- SOARES, J. I. Atividades experimentais no ensino de física: as concepções dos professores de física do cefet-pi. **Teses e Dissertações PPGECIM**, 2014.
- TODOS, P. E. Nota técnica: ensino a distância na educação básica frente à pandemia da covid-19. **São Paulo: Todos pela Educação**, 2020.
- VALENTE, V. C. P. N. Novas tecnologias mudam métodos tradicionais de ensino. **Artigo disponibilizado na Internet [www. bauru. unesp. br/fc/boletim/informat/artigov. htm](http://www.bauru.unesp.br/fc/boletim/informat/artigov.htm)**, extraído em, v. 3, 2000.
- VIDAL, R.; GONÇALVES, L. **Proceedings of Workshop of Robotics in Education (WRE-2014)**. [S.l.: s.n.], 2014. ISBN 978-85-7669-292-8.
- WINIK LORENZONI, V. T. K. K. Estudo da modelagem dinâmica do pêndulo simples. In: **Salão do conhecimento - Ciência Alimentando o Brasil**. [S.l.: s.n.], 2016.
- ZILLI, S. d. R. et al. A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática. Florianópolis, SC, 2004.