

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE EDUCAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E

TECNOLÓGICA

CURSO DE MESTRADO

EVERTON TADEU GONÇALVES DIAS BARROS

METODOLOGIA DE CRIAÇÃO E USO DE KIT E-WASTE PARA ROBÓTICA
EDUCACIONAL: UMA PESQUISA-AÇÃO COM FOCO NA APRENDIZAGEM EM
DIFERENTES ÁREAS DO CONHECIMENTO.

Recife

2018

EVERTON TADEU GONÇALVES DIAS BARROS

Metodologia de Criação e uso de Kit E-Waste para Robótica Educacional: uma Pesquisa-Ação com foco na aprendizagem em diferentes Áreas do Conhecimento.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof(a). Dra. Walquíria Castelo Branco Lins.

Recife

2018

Catálogo na fonte
Bibliotecário Natália Nascimento, CRB-4/1543

B277m

Barros, Everton Tadeu Gonçalves Dias.

Metodologia de criação e uso de kit e-waste para robótica educacional: uma pesquisa-ação com foco na aprendizagem em diferentes áreas do conhecimento. / Everton Tadeu Gonçalves Dias Barros. – Recife, 2018.
113 f.: il.

Orientadora: Walquíria Castelo Branco Lins.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CE.
Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica, 2018.
Inclui Referências e Apêndices

1. Educação – Robótica. 2. Robótica Educacional. 3. E-Waste. 4. UFPE - Pós-graduação. I. Lins, Walquiria Castelo Branco Lins. (Orientadora). II. Título.

370 (23. ed.)

UFPE (CE2022-049)

Everton Tadeu Gonçalves Dias Barros

Metodologia de Criação e uso de Kit E-Waste para Robótica Educacional: uma Pesquisa-Ação com foco na aprendizagem em diferentes Áreas do Conhecimento.

Comissão Examinadora

1º Examinador

Prof. Dr. Walquíria Castelo Branco Lins – UFPE.

2º Examinador

Prof. Dra. Paula Moreira Baltar Belllemain – UFPE

3º Examinador

Prof. Dr. João Vilhete Viegas d'Abreu – UNICAMP

Aprovado em: 04/05/2018

Recife, 2018.

***Dedico este trabalho aos meus pais, à minha esposa e ao
meu grande amigo, Douglas Humberto, in memoriam.***

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Emmanuel e Vilma, pelo carinho, compreensão e por todo o esforço que fizeram para eu chegar onde cheguei, mesmo passando por diversas dificuldades.

À minha esposa, Maria Clara, por tudo. Por me incentivar, pela amizade, compreensão, amor e respeito.

À Professora Dra. Walquíria Castelo Branco, orientadora do estudo, pela paciência, dedicação e, até mesmo, pelos puxões de orelhas que me proporcionaram o desenvolvimento reflexivo e intelectual. Sempre me auxiliando nos momentos difíceis e, sem ela, não teria terminado este trabalho.

A todo corpo docente do Programa de Pós Graduação em Educação Matemática e Tecnológica (EDUMATEC) – UFPE. Em especial aos Professores Dr. Sérgio Abranches, Dra. Patrícia Smith e Dra. Verônica Gitirana, por toda ajuda e compreensão.

Aos Professores que compõe a banca examinadora, Professor Dr. João Vilhete Viegas d'Abreu e à Professora Dra. Paula Moreira Baltar Belllemain, por excelentes contribuições no desenvolvimento do trabalho.

Aos colegas de trabalho do CESAR – Recife, em especial à Juliana Araripe por toda ajuda.

A todos os meus amigos que me incentivaram durante todo o mestrado, em especial aos grandes amigos, Hildebrando Genuíno, Ícaro Manoel e Hugo da Nóbrega, que sempre trouxeram alegria à minha vida.

Aos meus colegas de mestrado.

A todos aqueles que de alguma forma me auxiliaram durante todo esse percurso, meu sincero obrigado!

EPIGRAFE

“É necessário sempre acreditar que o sonho é possível
Que o céu é o limite e você, truta, é imbatível”

Racionais Mc's

RESUMO

Este trabalho está centrado na investigação e criação de uma metodologia da Robótica Educacional por meio da construção de kit com e-waste (lixo eletrônico) e materiais recicláveis, a partir de um estudo exploratório da evolução conceitual da robótica até a sua chegada na área educacional, possibilitando, dessa forma, o processo de ensino e aprendizagem de conceitos básicos nas áreas da Matemática e Ciências Naturais. O estudo faz um resgate da evolução histórica e cultural da robótica na sociedade moderna, criando um parâmetro que possibilite a ligação entres esses conceitos com o desenvolvimento do trabalho na área educacional, tendo um aporte no currículo dos anos iniciais do ensino fundamental. Para tanto, selecionamos uma escola municipal localizada na área rural da cidade de Vitória de Santo Antão, interior de Pernambuco. A turma trabalhada foi um grupo de 20 alunos dos anos iniciais do ensino fundamental, no qual buscamos articular o ensino da robótica por meio do uso de materiais recicláveis e sucatas eletrônicas, recursos estes disponíveis na própria escola e na comunidade. Tendo como metodologia de pesquisa a Pesquisa-Ação, por ter um potencial para produzir informações e conhecimentos de forma mais efetiva por meio de um processo colaborativo, determinamos um ciclo de investigação no ensino e na aprendizagem das atividades propostas. Como resultado final, observamos diferentes tipos de conhecimentos que foram mobilizados para a construção do kit e-waste. Como esses conhecimentos permeiam diferentes áreas e a partir das experiências vivenciadas, observamos os conhecimentos que surgiram, os que já tinham sido trabalhados em sala de aula, os que estavam sendo trabalhados e, por último, os conhecimentos que serão vistos apenas nos anos posteriores, mas que aparecem de forma empírica ou intuitiva. Vale também ressaltar que só a sucata eletrônica (e-waste) e os materiais recicláveis, por si sós, não conseguem realizar o processo de ensino e aprendizagem da robótica. No entanto, esses recursos são extremamente importantes para a construção de um projeto de baixo custo, além de agregar valores educacionais e ambientais.

Palavras-chave: Educação – Robótica, Robótica Educacional, E-Waste, UFPE – Pós-graduação.

ABSTRACT

This work is centered on the investigation and creation of a methodology of Educational Robotics through the construction of kit with e-waste and recyclable materials, from an exploratory study of the conceptual evolution of robotics until its arrival in the educational area, thus enabling the process of teaching and learning basic concepts in the areas of Mathematics and Natural Sciences. The study makes a rescue of the historical and cultural evolution of robotics in modern society, creating a parameter that allows the connection between these concepts and the development of work in the educational area, having a contribution in the curriculum of the initial years of elementary education. For this, we selected a municipal school located in the rural area of the city of Vitória de Santo Antão, in the interior of Pernambuco. The group was a group of 20 students from the first years of elementary school, in which we sought to articulate the teaching of robotics through the use of recyclable materials and electronic scraps, resources available in the school and in the community. Based on research methodology, Action Research, because it has the potential to produce information and knowledge more effectively through a collaborative process, we determine a research cycle in teaching and learning the proposed activities. As a final result, we observed different types of knowledges that were mobilized for the construction of the e-waste kit. As this knowledge permeates different areas and from the experiences lived, we observe the knowledge that emerged, those that had already been worked in the classroom, those that were being worked and, finally, the knowledge that will be seen only in the later years, but which appear empirically or intuitively. It is also worth noting that only e-waste and recyclable materials alone can not carry out the teaching and learning process of robotics. However, these resources are extremely important for building a low-cost project, as well as aggregating educational and environmental values.

Keywords: Education – Robotics, Educational Robotics, E-Waste, UFPE – Postgraduate.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Dissertações e Teses sobre Robótica Educacional publicadas no Brasil entre 2013 e 2016	17
Quadro 2: Bloco de conteúdo - Geometria	55
Quadro 3: Bloco de Conteúdo - Grandezas e Medidas.....	58
Quadro 4: Competências e Habilidades Comuns aos Eixos	62
Quadro 5: Eixo Temático 1 - Terra e Universo	63
Quadro 6: Eixo Temático 2 - Vida e Ambiente	63
Quadro 7: Eixo Temático 4 - Tecnologia e Sociedade	64
Quadro 8: Lista dos materiais que foram recolhidos	69
Quadro 9: Conteúdos de Matemática trabalhados	80
Quadro 10: Conteúdos Ciências Naturais trabalhados.....	82
Quadro 11: Conteúdos de Ciências Naturais trabalhados.....	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tartaruga de Grey Walter	27
Figura 2: Uma visão conceitual dos sistemas de Inteligência Artificial	29
Figura 3: Tartaruga criada por Papert	33
Figura 4: Kit Lego Mindstorms NXT 2.0	35
Figura 5: Kit Lego Mindstorms EV3	35
Figura 6: Arduino Uno	37
Figura 7: Ambiente de programação	38
Figura 8: Acelerômetro - exemplo de sensor proprioceptivo.....	39
Figura 9: Sensor HC-sr04 (Ultrassônico) - exemplo de sensor extroceptivo.....	39
Figura 10: Esquema da Logística reversa	42
Figura 11: Representação em quatro fases do ciclo básico da investigação-ação	47
Figura 12: Pesquisa e coleta de dados na comunidade.....	67
Figura 13: Sucatas eletrônicas e material reciclável que podem ser reutilizados	68
Figura 14: Palestra sobre conscientização sobre meio ambiente	68
Figura 15: Desmontagem das sucatas eletrônicas.....	70
Figura 16: Experiência com motores e baterias	70
Figura 17: Experiência com motores e baterias	71
Figura 18: Artefato 1 - Lanterna	72
Figura 19: Artefato 2 - Pião elétrico.....	72
Figura 20: Artefato 3 - Barco elétrico	73
Figura 21: Motores e rodas utilizados em projetos com Arduino	73
Figura 22: Design e idealização do robô	74
Figura 23: Momento de idealização do robô com instrumentos como régua, transferidor, entre outros.	75
Figura 24: Prototipação	76
Figura 25: Prototipação	76
Figura 26: Barco feito com garrafa PET, motor de DVD e bateria	77
Figura 27: Robôs com sucatas.....	78
Figura 28: Apresentação da versão final do barco	79
Figura 29: Apresentação do funcionamento da parte elétrica do carrinho.....	79
Figura 30: Pesquisa exploratória na comunidade.....	84

Figura 31: Construção dos vasos para otimização da água.....	85
Figura 32: Sensor de umidade de solo	86
Figura 33: Trecho da programação do sensor de umidade.....	87
Figura 34: Teste do sensor de umidade e dos LEDs	88
Figura 35: Teste do sensor de umidade	88
Figura 36: Resultado final do Vaso Inteligente.....	89

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1 TRAÇANDO OS CAMINHOS SOBRE O PROJETO DE PESQUISA	17
2 A EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA E CONCEITUAL DA ROBÓTICA: DA ORIGEM AO CONTEXTO DO SABER CIENTÍFICO.....	24
2.1 História da robótica: um olhar a mais que o científico.....	24
2.2 Teoria do controle	25
2.3 Cibernética	26
2.4 Inteligência Artificial	28
3 ROBÓTICA EDUCACIONAL E E-WASTE.....	31
3.1 Robótica Educacional.....	31
3.1.1 Lego Mindstorms.....	33
3.1.2 Arduino.....	36
3.2 E-waste	41
3.3 Objetivos Específicos.....	44
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	46
4.1 Metodologia da Pesquisa-Ação.....	46
4.2 Considerações sobre Aprendizagem Baseada em Problemas	48
5 O CAMPO DE OBSERVAÇÃO E OS SUJEITOS.....	50
6 DIÁLOGOS TRANSVERSAIS ENTRE O CURRÍCULO E O OBJETO DE ESTUDO.....	52
6.1 Tópicos Curriculares para o desenvolvimento do trabalho.	52
6.1.1 Parâmetros Curriculares de Matemática.....	53
6.1.2 Parâmetros Curriculares de Ciências.....	62
7 IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS E O PLANO DE AÇÃO.....	66
7.1 Etapa 1: O Lixo.....	66
7.1.1 Análise dos resultados da Etapa 1.....	80
7.2 Etapa 2: A Horta	83

7.2.1 Análise dos resultados da Etapa 2.....	89
8 SÍNTESE	93
8.1 Entraves e Facilidades no trabalho.....	93
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	100
REFERÊNCIAS	103
ANEXOS	109

INTRODUÇÃO

O conceito de Robótica, na sua forma mais ampla, corresponde a uma evolução histórica e cultural, uma transformação de acordo com a tecnologia de cada época. Aliado a forma que ela tem abrangido interesses comerciais e da sociedade, na busca por uma comodidade e adaptação à necessidade do ser humano.

Desta forma, o conceito não só atingiu esferas industriais e comerciais, mas alcançou o meio acadêmico como um todo, surgindo assim a necessidade de se estudar a robótica na educação e a robótica para a educação (MALEC, 2001). Com isso, a discussão, a reflexão e a pesquisa sobre a robótica e como ela pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem.

Nas últimas décadas, a partir da popularização da robótica educacional, tem se observado um grande aumento de escolas que adotam a robótica na sua grade de ensino escolar, buscando uma interação entre as tecnologias da inovação e comunicação com as disciplinas curriculares comuns. No entanto, mesmo com a popularização, alguns kits são bastantes dispendiosos, o que torna o ensino da robótica inacessível para algumas camadas sociais.

Desta forma, o presente trabalho busca criar um kit de robótica educacional de baixo custo que possibilite e facilite o processo de ensino e aprendizagem de diferentes áreas do conhecimento como Matemática e Ciências da Natureza, podendo ser adaptável a qualquer tipo de escola. Partindo de um estudo exploratório que obedecerá às características de cada região em que a escola possa se encontrar, como espaço geográfico e situação socioeconômica, elencaremos objetivos que permitiram a criação desse kit para o trabalho com a robótica educacional.

Para o desenvolvimento de tal kit, partiremos do princípio da reutilização de recursos tecnológicos, os chamados *e-waste* (lixo eletrônico). Esses materiais são facilmente encontrados nas residências ou descartados de forma errônea na própria comunidade, muitas vezes por apresentarem um simples defeito ou por entrarem em desuso. Desses materiais são retiradas peças que serão utilizadas como recursos na montagem do robô, esse, que servirá de apoio ao professor como facilitador do ensino.

Sendo assim, o robô como artefato simbólico e portador de funcionalidades que permitem a transformação do processo de ensino. Integrando e representando o conhecimento por meio de um sistema que possa ser inserido em diversos contextos de uso, o presente trabalho

tenta resgatar o ensino da robótica, apoiando-se na evolução e transformação do seu conceito, por meio do conceito e-waste, afim de promover uma robótica de baixo custo e ao mesmo tempo a preocupação no descarte irregular desses materiais no meio ambiente.

Com isso, dividimos este trabalho em nove capítulos e seus subitens. No qual, no primeiro capítulo, traçamos o caminho sobre o projeto de pesquisa, buscando teses e dissertações que trabalhassem com a robótica seguindo dois pontos importantes: uma robótica de baixo custo e uma robótica apoiada no currículo escolar.

No segundo capítulo, passamos por uma abordagem histórica, apresentando a evolução dos conceitos do termo robótica até a chegada na educação e como o trabalho se apresentará de acordo com os conceitos expostos. Desta forma, apresentamos a transformação do conceito de acordo com a tecnologia de cada época, até chegar ao conceito mais atual.

A partir disso, podemos elencar como a robótica e quais conceitos melhor se encaixam na educação, utilizando recursos básicos como motores e engrenagens e evoluindo passo-a-passo nos conceitos apresentados.

No capítulo seguinte, apresentamos o desenvolvimento da robótica educacional por meio de pesquisas que envolvem o tema. Além disso, pudemos fazer a relação entre a robótica e o motivo do trabalho com o e-waste. Apresentando ainda, ferramentas que são utilizadas nas aulas de robótica, além dos objetivos específicos que nortearam todo o desenvolvimento deste trabalho.

Considerando os fatores citados anteriormente, o quarto capítulo apresenta os requisitos necessários à elaboração de um kit de robótica educacional de baixo custo, partindo do princípio e-waste, para alunos dos anos iniciais do ensino fundamental com aporte no currículo de aprendizagem.

Desta forma, definimos como procedimento metodológico norteador da pesquisa e seus objetivos, a Pesquisa-Ação. A partir disso, pudemos traçar o desenvolvimento do trabalho em relação a organizar nossas ações no campo de pesquisa.

Já no quinto capítulo, delimitamos nosso campo de pesquisa e os sujeitos que participaram, estudantes dos anos iniciais do ensino fundamental. Após isso, para se trabalhar de forma contextualizada e interdisciplinar com os estudantes, apresentamos os Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco (2012).

Pautado no currículo escolar, o sétimo capítulo apresenta o desenvolvimento do trabalho. Dividido em duas etapas, a primeira relacionada com o tema “Lixo” e a segunda com o tema “Horta na escola”. Esse capítulo traz o relato das experiências realizadas com a robótica educacional, a partir da identificação de problemas encontrados na escola e na comunidade.

No oitavo capítulo, apresentamos pontos importantes que passamos durante todo o procedimento da pesquisa. Tomaremos como norteadores os objetivos específicos definidos como cruciais que, no entanto, não foram apresentadas de forma específica no decorrer do trabalho.

No último capítulo, apresentamos as considerações finais sobre o processo de elaboração de um kit de robótica educacional de baixo custo. A construção desse kit está pautada na aprendizagem de conteúdos ligados ao currículo escolar, sendo um fator importante de contribuição para a construção de um currículo com robótica e programação na educação básica.

1 TRAÇANDO OS CAMINHOS SOBRE O PROJETO DE PESQUISA

Para compreender melhor o objeto de estudo desta pesquisa, realizamos um levantamento bibliográfico de teses e dissertações no âmbito da Robótica Educacional no Brasil. A busca foi realizada no Banco de Teses & Dissertações da CAPES, *Google Acadêmico*, com os descritores robótica educacional, robótica pedagógica e robótica livre para o período de 2013 a 2016.

Apesar da grande quantidade de teses e dissertações, cerca de quatrocentas, envolvendo robótica educacional, separamos quinze títulos, e desses, optamos por aquelas que relaciona a robótica como ferramenta mediadora em disciplinas como Matemática e Física. Os textos vistos definem bem alguns problemas de trabalhos/projetos realizados no âmbito da Robótica Educacional, analisando os impactos que cada um desses hardwares e softwares trouxeram para a educação.

Quadro 1: Dissertações e Teses sobre Robótica Educacional publicadas no Brasil entre 2013 e 2016

Título	Autor	Local
Rede de aprendizagem em robótica: uma perspectiva educativa de trabalho com jovens.	Fernando da Costa Barbosa	Universidade Federal de Uberlândia (UFU). 2016 – Uberlândia, MG.
S-Educ: Um simulador de Ambiente de Robótica Educacional em Plataforma Virtual.	Carla da Costa Fernandes	Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). 2013 – Natal, RN.
O uso de Arduino na criação de kit para oficinas de robótica de baixo custo para escolas públicas.	Luiz Ariovaldo Fabri Junior	Universidade Estadual de Campinas/Limeira (UNICAMP). 2014 – Campinas, SP.
O ensino de funções lineares: uma abordagem Construtivista/Construcionista por meio do Kit LEGO® Mindstorms.	Abraham de Almeida Silva	Universidade Federal de Goiás (UFG). 2014 – GO.
As potencialidades da robótica educacional na matemática básica sob a perspectiva da teoria da atividade.	Carlos Alberto Pedroso Araújo.	Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). 2015 – PA.
A robótica educacional como meio para a aprendizagem da matemática no ensino fundamental.	Patricia Nádia Nascimento Gomes	Universidade Federal de Lavras (UFLA). 2014 – Lavras, MG.
Robótica educacional - potencializando o ensino da matemática	Flávio Miranda dos Santos	Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). 2014 – RJ.

Robótica pedagógica livre: uma alternativa Metodológica para a emancipação sociodigital e a Democratização do conhecimento.	Danilo Rodrigues César	Universidade Federal da Bahia (UFBA). 2013 – BA.
--	------------------------	--

Fonte: Banco de Teses & Dissertações da CAPES e Google Acadêmico.

O trabalho de Barbosa (2016) deu-se pela iniciativa de pesquisar qual a perspectiva do desenvolvimento de um trabalho coletivo de robótica educacional com estudantes do ensino médio. O projeto teve início em uma escola da rede estadual de Ensino de Minas Gerais, a partir de um subprojeto de Matemática do PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência).

A metodologia se deu através do acompanhamento da trajetória de estudantes do ensino médio que participaram das oficinas de robótica e foram selecionados para dar continuidade ao projeto em uma Faculdade. Os dados foram registrados por meio de fotografias, vídeos, notas de campo, documentos produzidos pelos participantes e oriundos da internet, questionários e entrevistas.

No cenário de aprendizagem curricular, o autor ressaltou a modelagem matemática para a resolução de problemas como, por exemplo, calcular com precisão o quanto de rotações o robô necessita para realizar um determinado giro. A partir dessa e outras discussões, o autor juntamente com os estudantes, puderam formular o seguinte problema:

Dado um robô sobre uma superfície plana, temos que a roda é perpendicular a qualquer parte desse plano e concêntrica ao motor que propulsiona o movimento do robô. Dessa forma, quantas rotações dessa roda e, portanto, do motor, são necessárias para que o robô gire em um determinado ângulo? (BARBOSA, 2016, p.356).

Essa pergunta serviu para criar uma situação que pudesse nortear os conhecimentos matemáticos para a resolução do problema. Esses conhecimentos são abordados no Ensino Fundamental – anos finais – sobre uma perspectiva de estudo da Geometria e Grandezas e Medidas, como pode ser observado no texto da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017).

(...) a expectativa é a de que os alunos reconheçam comprimento, área, volume e abertura de ângulo como grandezas associadas a figuras geométricas e que consigam resolver problemas envolvendo essas grandezas com o uso de unidades de medida padronizadas mais usuais. Além disso, espera-se que estabeleçam e utilizem relações entre essas grandezas e entre elas e grandezas

não geométricas, para estudar grandezas derivadas como densidade, velocidade, energia, potência, entre outras (BNCC, 2017, p.271).

Como resultado dessa pesquisa, destacou-se a construção de programação de robôs, os sujeitos que participaram desenvolveram autonomia, colaboração, compartilhamento, autoria tecnológica e modelagem matemática para a resolução de problemas.

O trabalho de Fernandes (2013) teve por objetivo apresentar o simulador de robótica S-Educ que foi construído com a finalidade de proporcionar a realização de aulas de robótica educacional quando não for possível a utilização de *kits* de robótica ou em conjunto com eles. Os alunos montaram o robô virtual a partir de blocos pré-definidos, programaram e testaram o funcionamento no próprio ambiente.

A metodologia foi separada em três fases: 1- Um levantamento sobre os simuladores já existentes, suas ferramentas e funcionalidades. 2- Implementação do simulador e sua usabilidade. 3- Realização de experimentos no ensino fundamental e médio com alunos e professores de forma que o sistema pudesse ser validado.

A autora cita em diversos momentos no texto, que o ambiente de aprendizagem possibilita uma ligação entre a robótica e a educação, por meio da multidisciplinaridade. No entanto, o trabalho não apresenta nenhuma relação entre os conteúdos abordados em sala de aula com o processo de aprendizagem que a plataforma traz, tornando a utilização de conceitos matemáticos e físicos um tanto abstratos.

Como resultado, a pesquisa oferece contribuições que permitem a criação de um robô virtual a partir de um conjunto de peças pré-definidas para a comunidade e, destaca ainda, as aulas de robótica a partir do simulador de baixo custo pode acarretar uma maior difusão das aulas de robótica nas escolas públicas, visando que a utilização de simuladores diminui os custos das aulas, da quebra e reposição de materiais, entre outros.

A dissertação de Junior (2014) apresentou o desenvolvimento de um kit para aplicação de oficinas de robótica de baixo custo para introdução às ciências exatas, engenharias e computação nas escolas públicas de ensino médio do Brasil. Essa interdisciplinaridade surge com o intuito de conectar ideias de diversas áreas para a resolução de problemas e é conhecido como *STEM*.

O STEM é um acrônimo em inglês para os campos de estudo nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (Science, Technology, Engineering and Mathematics)

(MATARIC, 2014, p.346). Ainda segundo Paulo Blikstein, o aprendizado contextualizado em STEM:

Os alunos têm a oportunidade de se deparar com vários conceitos na engenharia e na ciência de uma forma altamente significativa, envolvente e contextualizada. Ideias abstratas como fricção e impulso tornam-se significativos e concretos quando são necessários para realizar uma tarefa dentro de um projeto; A matemática torna-se uma necessidade em um projeto de história (BLIKSTEIN, 2013, p.18).

Como ferramenta foi utilizada a placa Arduino juntamente com um ambiente de desenvolvimento para computação gráfica, além de uma apostila para o desenvolvimento das oficinas, introduzindo conceitos de física, matemática, programação e robótica básica. Assim como o trabalho de Fernandes (2013), não foi especificado ao certo a qual/quais conteúdo(s) de física, matemática ou ciência o projeto direcionava-se, ficando de forma implícita.

Na conclusão desse trabalho foi relatado a importância da robótica como ferramenta educacional, em uma proposta economicamente viável com a utilização de softwares e hardwares livres o que acarretou em um passo a passo para o desenvolvimento de um material didático próprio além de uma compreensão maior, por parte dos alunos, com a parte de programação.

Já o trabalho de Silva (2014) aborda de forma mais direta alguns conceitos da matemática, mais especificamente o ensino das funções lineares com o kit da Lego Mindstorms, tendo como aporte teórico a pedagogia construtivista de Piaget e o construcionismo de Papert. No decorrer da dissertação são apresentados os tópicos de matemática que justificam a abordagem do ensino das funções lineares através da robótica.

Diferente dos textos de Fernandes (2013) e Junior (2014), o autor deixa de forma clara e explícita a relação da robótica com conteúdos pertencentes ao currículo de matemática do ensino fundamental (anos finais) mas que também são trabalhados no primeiro ano do ensino médio, no caso, função linear. Para isso, Silva (2014) elencou conceitos primordiais e introdutórios à função afim, como proporcionalidade, função diretamente e inversamente proporcional e teorema fundamental da proporcionalidade.

Podemos observar melhor essa relação a partir do momento que tomamos como base a BNCC de 2017, onde afirma-se:

A noção intuitiva de função pode ser explorada por meio da resolução de problemas envolvendo a variação proporcional direta entre duas grandezas (sem utilizar a regra de três), como: “Se com duas medidas de suco concentrado eu obtenho três litros de refresco, quantas medidas desse suco

concentrado eu preciso para ter doze litros de refresco?” (BRASIL, 2017, p.268).

Como resultado, foram ressaltados diversos fatores positivos que o kit pode trazer para o ensino da matemática como a busca pela pesquisa, adequação aos questionamentos levantados com exemplos (no caso o robô Classic-Clock) que chegaram bem próximo da materialização das funções lineares.

O trabalho de Araújo (2015) está centrado na investigação, produção e dimensionamento de atividades didático-pedagógicas articuladas com o ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos, buscando responder uma ideia central: quais as possibilidades pedagógicas de um ambiente para Aprendizagem Colaborativa mediado por sistemas robóticos sob a perspectiva da Teoria da Atividade, utilizado nos processos de ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos de alunos do 9º ano da educação básica de uma escola da rede pública em Santarém – PA? Tendo como aportes teóricos estudos de Vygotsky, Leontiev e Engeström.

Araújo buscou articular atividades a serem desenvolvidas em Robótica Educacional com suporte teórico na Teoria da Atividade (TA). Os resultados demonstram a aplicabilidade do ambiente proposto no processo de ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos pautados no ensino fundamental – anos finais.

Gomes (2014) traz uma investigação sobre o desenvolvimento e aplicação da robótica no ensino da matemática com alunos do oitavo ano do ensino fundamental. Foi utilizado o Lego Mindstorms visando atividades que desenvolvessem o ensino e aprendizagem de geometria plana.

A metodologia utilizada pelo autor é o estudo de caso de abordagem qualitativa, e a obtenção dos dados se dá por observação participante de oito alunos com idades entre 12 e 14 anos, em uma escola pública de educação básica em uma cidade do sul de Minas Gerais.

Referente ainda aos conhecimentos da geometria plana que foram abordados, a autora evidenciou os conteúdos de ângulos, medidas de comprimentos, perímetro e plano cartesiano, em sequências didáticas que, inicialmente, não foram discutidas com os alunos, pois já tinham sido trabalhados nas séries anteriores.

Foi verificado a resolução de problemas que envolvem ações dos robôs, despertando a atenção e curiosidade do grupo que, durante os desafios propostos, demonstraram maior interesse no estudo e aplicação da matemática.

A dissertação de Santos (2014) parte da ideia do construcionismo para fomentar o processo de aprendizagem da matemática através da robótica. Por meio da abordagem pedagógica construcionista de Papert (1986), o autor definiu conteúdos matemáticos que seriam trabalhados na aplicação das atividades com o auxílio da robótica. Dentre eles estão: razão, escalas, teorema fundamental da proporcionalidade, grandezas diretamente e inversamente proporcionais e ângulos.

Nessa situação, o autor utilizou a robótica como ferramenta para nortear o ensino de conteúdos curriculares da matemática, como previsto em (BRASIL, 1997, p.26):

“Novas competências demandam novos conhecimentos: o mundo do trabalho requer pessoas preparadas para utilizar diferentes tecnologias e linguagens (que vão além da comunicação oral e escrita), instalando novos ritmos de produção, de assimilação rápida de informações, resolvendo e propondo problemas em equipe.”

Citando, ao final, a importância da robótica para estimular e desenvolver competências nos alunos, uma poderosa ferramenta para associação e assimilação de conteúdos matemáticos.

Por último, porém, não menos importante, aparece a tese de Danilo César (2013). Este trabalho traz um conceito inovador que é da Robótica Pedagógica Livre, no qual, aspectos como interação, cooperação, criatividade, raciocínio lógico, planejamento e organização, fazem parte das competências que são vivenciadas em sala de aula (UNESCO, 2015).

O processo metodológico se deu com a utilização da pesquisa-ação para a construção de um processo de ensino e aprendizagem em que os educadores e educandos, do ensino superior, são atraídos por uma proposta em comum, sendo a colaboração o meio que permite aos atores resolver o(s) problema(s) em questão.

O que difere a pesquisa de Danilo (2013) das demais citadas até o momento, além do fator de uma busca por uma robótica de baixo custo, é não alinhar o processo de ensino por meio da robótica a componentes curriculares de forma específica, mesmo aparecendo em várias situações de forma implícita.

Por fim, a investigação trouxe à tona, segundo César:

Pelas análises foi possível perceber que as atividades das oficinas de RPL provocaram nos educandos experiências emancipatórias na medida em que, diante das dificuldades vivenciadas pelos educandos durante a sua formação, eles relataram a superação de medos, angústias, inseguranças, entre outras emoções que dificultavam sua saída do espaço de acomodação (CÉSAR, 2013, p.157).

A partir dos estudos apresentados anteriormente, pudemos observar a utilização da Robótica, principalmente, como princípio fomentador do ensino de áreas do conhecimento como Matemática e Física, por meio da utilização de materiais, como o *Lego Mindstorms* e o *Arduino*.

Podemos notar também, conceitos recorrentes na maioria dos trabalhos, como grandezas e medidas e geometria plana no que se trata da matemática; conceitos de eletricidade e engrenagens, em física. No entanto, apenas duas das pesquisas tiveram a preocupação de propiciar uma robótica de baixo custo para os estudantes.

Com isso e a partir de diálogos com a orientadora, este trabalho pretende investigar o seguinte problema: **No contexto do campo, como a elaboração e o uso de um kit de robótica, com baixo custo e lixo eletrônico, pode mobilizar conhecimentos de diversas áreas do currículo do ensino fundamental menor?**

Diante de tal situação, para que haja uma melhor compreensão do que está sendo estudado, foi necessário fazer um levantamento evolutivo do conceito da robótica. Com isso, podemos criar parâmetros que irão nortear esta pesquisa, como os apresentados no capítulo seguinte.

2 A EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA E CONCEITUAL DA ROBÓTICA: DA ORIGEM AO CONTEXTO DO SABER CIENTÍFICO.

Ao se considerar o estudo da Robótica, a partir de sua evolução histórica e cultural, a vemos como uma antiga forma de conhecimento cuja a construção é gradativa. Para tanto, os tópicos elencados abaixo apresentam diferentes conceitos de robô no decorrer da história e nos mais diversos campos, passando pela ficção científica até alcançar estudos mais avançados no campo da engenharia e da informática.

2.1 História da robótica: um olhar a mais que o científico.

Dentro de um contexto histórico, parece haver razões para crer que teriam sido os gregos que construíram o que podemos chamar de primeiros robôs. Ctesibius, matemático e engenheiro grego que viveu cerca de 285-222 a.C. em Alexandria, arquitetou uma série de aparelhos que hoje poderiam ser considerados robóticos.

Séculos à frente, o célebre artífice, Leonardo Da Vinci ganha importância no invento de engenhocas robóticas (AZEVEDO et al., 2011). Da Vinci concebeu ideias muito à frente de seu tempo, como um helicóptero, um tanque de guerra, o uso da energia solar, uma calculadora, dentre outros. Porém um número relativamente pequeno de seus projetos chegou a ser construído, entre seus projetos desenvolveu os planos de um cavaleiro que se deveria mover autonomamente, mas como se tivesse no seu interior uma pessoa. Este artefato que alguns designam por “Robô de Leonardo” era usado para entretenimento da realeza.

No entanto, foi por meio da literatura, filmes e peças de ficção científica que os termos robô e robótica se popularizaram. A palavra “robota” em tcheco, robô para nós, tornou-se popular quando o dramaturgo tcheco Karel Capek, escreveu, em 1921, a peça Rossum's Universal Robots (MATARIC, 2014). Sua peça conta a história de um cientista brilhante chamado Rossum, que desenvolve uma substância química, utilizada para construção de robôs humanóides, que deveriam ser obedientes e realizar todo o

trabalho físico. Rossum projetou e construiu um exército de robôs que acabaram se tornando muito inteligentes e dominaram o mundo.

Contrariando essa onda de obras de ficção científica que pregavam o medo e a incerteza quanto à inserção de robôs na sociedade, Isaac Asimov, da década de 1940 em diante, lança mais de 500 publicações com temática em torno de robôs, mas com visão diferente da qual era pregada anteriormente (AZEVEDO et al., 2011). Na concepção de Asimov, robôs ajudam o humano em tarefas, protegendo-os contra o mal. Foi também Asimov o criador das famosas três leis fundamentais da robótica, que dizem:

1- Um robô não pode causar dano a um ser humano nem, por omissão, permitir que um ser humano sofra; 2- Um robô deve obedecer às ordens dadas por seres humanos, exceto quando essas ordens entrarem em conflito com a Primeira Lei; 3- Um robô deve proteger sua própria existência, desde que essa proteção não se choque com a Primeira nem com a Segunda Lei da robótica (ASIMOV, 1950).

Asimov criou essas leis em uma época em que robôs eram pensados como destruidores da humanidade, devido às várias obras sobre a temática que veiculavam essa visão.

Saindo do campo da ficção e partindo para o âmbito científico, podemos compreender melhor essa evolução ao identificar três conceitos básicos que se transformaram ao longo do tempo, conceitos esses que foram se modificando de acordo com a tecnologia de cada época. Baseado nisso, foi possível o desenvolvimento do projeto, em relação as atividades trabalhadas durante o percurso, moldados de acordo com essa evolução conceitual.

2.2 Teoria do controle

No campo científico, as primeiras perguntas que nos vêm quando falamos em robô é, a definição do mesmo, de que ele é feito e como funciona. Antes mesmo de respondermos essas questões, devemos salientar que a robótica, no decorrer do tempo, passa por um processo evolutivo, sempre associada aos conhecimentos científicos e tecnológicos disponíveis em épocas diferentes.

O uso de tecnologias contribui de forma direta para o desenvolvimento não só da robótica, mas também para repositório cultural da espécie humana, pois transformam a

maneira de pensar, agir e produzir conhecimento, alterando não apenas o comportamento individual, mas da coletividade. Para Lyotard (1988), o grande desafio da espécie humana é a tecnologia, à qual o homem tem que se adaptar à complexidade que seus avanços os impõem.

Dessa maneira, temos alguns conceitos com aportes teóricos nos mais diversos campos das ciências, como Matemática, passado pela Física, Biologia, até chegar em estruturas computacionais avançadas.

No passado, um robô era definido com uma máquina que consistia basicamente em um dispositivo mecânico, composto por motores, engrenagens, articulações entre outros itens, regido pela *Teoria de Controle* (TC), um campo relacionado de forma direta à robótica. Essa teoria desenvolveu-se com a matemática clássica mais precisamente com as equações diferenciais, que foram utilizadas para o entendimento e a formalização de tais sistemas, no início do século XX. (MATARIC, 2014).

Levando em conta em que a arte da construção de sistemas automatizados, assim como a ciência que estuda o seu funcionamento, remontam aos tempos dos antigos, podemos dizer que a teoria de controle foi originada no tempo dos gregos, ou provavelmente até antes (MATARIC, 2014, p. 26).

Com a utilização das Equações Diferenciais como elemento de formalização da Teoria do Controle, surge a primeira ideia entre as ciências e a Robótica, no qual, algumas situações da TC são utilizadas até hoje, tendo em vista que o primeiro conceito de Robótica envolve questões de mecânica básica, como motores e engrenagens.

2.3 Cibernética

Voltando à pergunta: o que é um robô?

No âmbito da cultura pós-moderna, segundo a definição do R.I.A.¹ (Robotics Industries Association), podemos definir robô como: Robô é um manipulador re-programável e multifuncional projetado para mover materiais, partes, ferramentas ou

¹Fundada em 1974, RIA é o único grupo comercial na América do Norte, organizado especificamente para servir a indústria robótica. O grupo é composto por empresas líderes em robô fabris, utilizadores de sistema integradores, fornecedores de componentes, grupos de pesquisa, e empresas de consultoria. (<http://www.robotics.org/>)

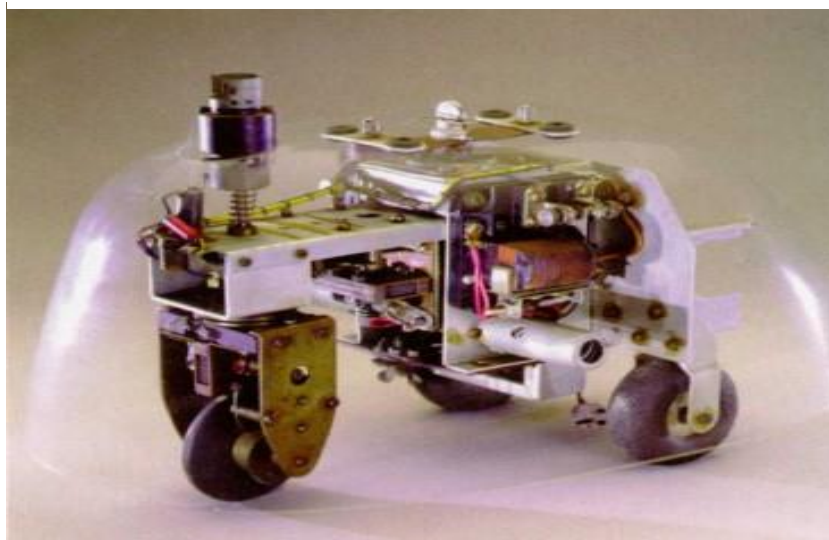
dispositivos especializados através de movimentos variáveis, programados para desempenhar uma variedade de tarefas. Já para Mataric, “um robô é um sistema autônomo que existe no mundo físico, pode sentir o seu ambiente e pode agir sobre ele para alcançar alguns objetivos” (MATARIC, 2014, p. 19).

Ao dar continuidade a essa evolução “as noções de robô passaram a incluir pensamento, raciocínio, resolução de problemas e até mesmo emoções e consciência” (MATARIC, 2014, p. 18). Chegamos então ao campo de estudo da *Cibernética* que surgiu do estudo da teoria de controle voltado para o entendimento não só dos sistemas mecânicos, mas também do sistema biológico. Vemos então o primeiro passo de interação entre o mecanismo e o ambiente que o rodeia, como citado anteriormente.

(...) seus proponentes (cibernética) estudaram os sistemas biológicos desde o nível neuronal até o nível comportamental, e em seguida tentaram implantar princípios similares em robôs simples, utilizando os métodos da teoria de controle. Assim, a cibernética tinha como base o estudo e comparação dos processos de comunicação e controle nos sistemas biológicos e artificiais (MATARIC, 2014, p. 26).

Com essa segunda definição, considera-se que o primeiro robô que atende a esses parâmetros foi a tartaruga de William Grey Walter (HOLLAND, 1997), composta por um sensor de luz, um sensor de distância (ultrassônico), baterias, motores para o movimento das rodas e um circuito eletrônico analógico que funcionam como o controlador e conectavam os sensores às rodas (MATARIC, 2014).

Figura 1: Tartaruga de Grey Walter



Fonte: http://maquinaespeculativa.blogspot.com.br/2007_02_01_archive.html

Nesta segunda parte, vemos uma concepção do ambiente com a utilização dos mais diversos sensores, que transforma a atividade, do ponto de vista lúdico, em uma problematização de acordo com o tema estudado.

2.4 Inteligência Artificial

O conceito mais atual e que vem sendo bastante discutido, tanto no meio acadêmico quanto no campo da ficção científica, é a Inteligência Artificial. Não é de hoje que podemos observar a preocupação do ser humano com a evolução da robótica e os possíveis perigos que possa trazer consigo, muitas vezes uma forma assustadora retratada no cinema.

O primeiro ponto que devemos elencar para saber o que é exatamente a inteligência artificial, é quando e como teve origem esse termo, que muitos pensam ter surgido apenas nesta última década, porém,

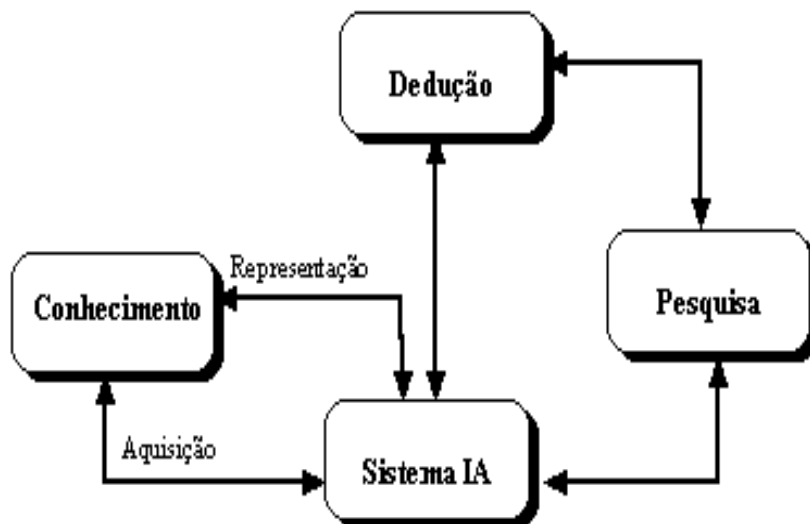
O campo da *inteligência artificial* (IA) nasceu oficialmente em 1956, em uma conferência realizada na Universidade de Dartmouth, em Hanover, New Hampshire (Estados Unidos). Esse encontro reuniu os pesquisadores mais proeminentes da época, (...). O objetivo dessa reunião foi discutir a possibilidade de inserir inteligência em máquinas. As conclusões do encontro podem ser resumidas da seguinte forma: para uma máquina ser inteligente, teria de ser capaz de produzir um raciocínio complexo; e, para fazer isso, ela teria de usar: (1) modelos internos do mundo; (2) busca de soluções possíveis; (3) planejamento e raciocínio para resolver problemas; (4) representação simbólica da informação; (5) sistema de organização hierárquico; (6) execução sequencial de programas (MATARIC, 2014, p. 33).

Portanto, o grande desafio das pesquisas em IA, desde a sua criação, pode ser sintetizado com a indagação feita por Minsky em seu livro "Semantic Information Processing", há quase trinta anos: "Como fazer as máquinas compreenderem as coisas?" (MINSKY, 1968). Desta forma, como importante resultado dessa conferência, teve início diversas especulações sobre a influência desse trabalho sobre a robótica.

As principais questões, para Schutzer (1987), a serem contornadas por um projetista de sistema de IA são: aquisição, representação e manipulação de conhecimento e, geralmente, uma estratégia de controle ou máquina de inferência que determina os itens de conhecimento a serem acessados, as deduções a serem feitas, e a ordem dos passos a

serem usados. A figura a seguir (SCHUTZER, 1987), retrata estas questões, apresentando a inter-relação entre os componentes de um sistema IA.

Figura 2: Uma visão conceitual dos sistemas de Inteligência Artificial



Fonte: <http://www.nce.ufrj.br/GINAPE/VIDA/ia.htm>

Assim, a IA tem sido estudada no meio acadêmico desde os anos 50, porém, popularizou-se recentemente pelo surgimento de interesses comerciais e aplicações práticas da mesma. Com os avanços tecnológicos, houve uma transição do meio acadêmico para o industrial e, assim, disseminando-se por vários meios.

Como resultado dessa evolução, Mataric (2014, p. 41) nos traz um conceito que pode determinar, de forma mais ampla, o que é um robô nos dias atuais, sendo um sistema autônomo que existe no mundo físico, pode sentir o seu ambiente e pode agir sobre ele para alcançar alguns objetivos.

A partir dos conceitos elencados anteriormente, é possível identificar quais competências cabem ao processo da Robótica Educacional (RE) para alunos do ensino fundamental – anos iniciais – e com uma faixa etária de 8 a 12 anos.

No próximo capítulo apresentaremos como a robótica se insere ao meio educacional, e como o uso dessa tecnologia pode trazer ludicidade e transformar a vida escolar em um ambiente mais desafiador, criativo e dinâmico, que viabiliza a construção de um conhecimento crescente baseado em experimentações (PRADO, 2008).

Considerando a busca por novos métodos que possibilitem uma Robótica de baixo custo, além da preocupação com o descarte de materiais prejudiciais ao meio ambiente e a reutilização de lixos eletrônicos, conhecidos como E-waste.

3 ROBÓTICA EDUCACIONAL E E-WASTE.

3.1 Robótica Educacional

A educação é um campo bastante amplo para a utilização de recursos tecnológicos, tornando-se inegável o uso de softwares e hardwares como importantes ferramentas cognitivas. Dessa forma permite-se, ao estudante, desenvolver habilidades e competências como criatividade, pensamento crítico, resolução de problemas e raciocínio lógico.

A robótica educacional surge a partir de conceitos que, em sua maioria, são oriundos do campo industrial e computacional, no qual sentiu-se que a robótica traria consigo um processo de inovação que poderia ser aplicado em um ambiente de aprendizagem, onde:

(...) entender como os robôs funcionam e como programá-los para fazer o que você quer está longe de ser simples. Trabalhar com robôs proporciona uma educação experimental e prática, fato que muitas pessoas que tentam lidar com isso acha muito interessante e motivador (MATARICA, 2014, p.345).

Diante de tal situação, entende-se por Robótica Educacional, a utilização ou reutilização de alguns conceitos de robótica industrial, em um ambiente de aprendizagem que tem como principal objetivo “promover o estudo de conceitos multidisciplinares, como física, matemática, geografia, português, informática, entre outros” (TORCATO, 2012, p. 2) no qual o estudante tem acesso a computadores, componentes eletroeletrônicos e mecânicos, que podem ser programáveis com diferentes tipos de linguagens computacionais(DOS SANTOS, POZZEBON, FRIGO, 2013).

Dentro dessa perspectiva, a robótica apresenta-se como uma possível ferramenta de ludicidade, no qual:

(...) além de contribuir e influenciar na formação da criança e do adolescente possibilita um crescimento sadio, um enriquecimento permanente, integrando-se ao mais alto espírito de uma prática democrática, enquanto investe em uma produção séria do conhecimento. Sua prática exige a participação franca, criativa, livre, crítica, promovendo a interação social e tendo em vista o forte compromisso de transformação e modificação do meio (ALBUQUERQUE, 2009, p.9).

Para Zapata (2012), esses ambientes de aprendizagens lúdicos são interessantes e motivadores, pois colocam o papel do professor como facilitador da aprendizagem e o aluno como construtor ativo da aprendizagem. Essa ideia de um aluno mais autônomo surge com o *Construcionismo* de Papert (1994), em que:

(...) a atitude construcionista no ensino não é, em absoluto, dispensável por ser minimalista – a meta é ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino. Evidentemente, não se pode atingir isso apenas reduzindo a quantidade de ensino, enquanto se deixa todo o resto inalterado. (...) O construcionismo é gerado sobre a suposição de que as crianças farão melhor descobrindo por si mesmas o conhecimento específico de que precisam (PAPERT, 1994, p.125).

Um ponto importante que o construcionismo prima é que a aprendizagem é por meio do fazer, colocar a “mão na massa”, construindo algo do seu interesse para o qual esteja bastante motivado, tornando a aprendizagem mais significativa a partir do envolvimento afetivo (VALENTE, 1993).

A complexidade do pensamento construcionista de Papert (1985), precursor da robótica educacional, teve notório significado com estudo sobre o LOGO, que relacionava o uso de um robô tartaruga (Figura 3), que se movia por comandos fornecidos por fios e cabos ligados a um computador, ao processo de ensino e aprendizagem da matemática. A tartaruga se movimenta por um determinado circuito utilizando comandos como, PARAFRENTE X, no qual o “x” representava a quantidade de passos que a tartaruga devia se mover.

Figura 3: Tartaruga criada por Papert



Fonte: <https://federicasaracerizza.files.wordpress.com/2013/11/ta.png>

Mais tarde, com o aprimoramento da programação Logo, a tartaruga tornou-se um instrumento gráfico, usado na tela do computador para realizar os movimentos. Com isso, o equipamento passou a ser um instrumento que estimulava o pensar e o raciocínio lógico (GOMES, 2014, p.19).

O objetivo de Papert era usar o computador e a programação como ferramenta fomentadora para conceber diferentes níveis de aprendizagem, gradualmente elaboradas a partir de linguagens básicas de programação, seguindo dois princípios básicos: o protagonismo do aluno e a chamada “inversão epistemológica” que substitui o processo de “aprender a usar” pelo processo de “usar para aprender” (VARISCO, 1998).

3.1.1 Lego Mindstorms

Com a disseminação do LOGO e com aporte no construcionismo, em 1986 a Lego lançou robôs programados com a linguagem Logo e, em 1989 Papert se uniu à Lego, lançando em 1998 o primeiro Lego *Mindstorms* (CURCIO, 2008, p.23). No Brasil, esse kit (inicialmente composto por peças de encaixe e um controlador conhecido como *Brick*) da Lego foi utilizado em pesquisas por diversas universidades antes de chegar às escolas públicas.

As Universidades que receberam, através dos seus núcleos de estudos, os Kits da LEGO para aplicação pedagógica foram as seguintes: Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP /Núcleo de Informática Aplicada à Educação – NIED² (1988); Universidade Federal de Alagoas – UFAL/Núcleo de Informática na Educação Superior – NIES (1993); Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS/Departamento de Psicologia – Laboratório de Estudos Cognitivos/LEC (1994). Mais tarde, essas mesmas Universidades passaram a desenvolver trabalhos de pesquisa junto a alunos de escolas públicas (STEFFEN, 2002, p. 8-9).

Dessa forma, tomando o uso de mecanismos robóticos associados a programação para descrever problemas por meio de projetos e desafios, estimulando o raciocínio lógico, a robótica educacional possibilita compreender a importância que o robô teve para produzir conhecimento transversais, como o caso das engrenagens citado por Papert.

Primeiro, elas faziam parte de meu ‘cenário’ natural, estavam embutidas no mundo ao meu redor. Por isto pude encontrá-las sozinho e me relacionar com elas à minha própria maneira. Segundo, as engrenagens faziam parte do mundo dos adultos que me cercavam e através delas eu podia sentir como as engrenagens giravam imaginando meu corpo girando. Isso me possibilitou usar o meu ‘conhecimento do corpo’ para pensar sistemas de engrenagens. E finalmente, porque em todos os sentidos reais a relação entre engrenagens contém grande quantidade de informação matemática, eu podia usá-las para pensar sistemas formais. Isso mostra como as engrenagens me serviam como um ‘objeto de pensar’. Foi assim que as utilizei em meu desenvolvimento como matemático. As engrenagens me serviram também como um ‘objeto de pensar com’ em meu trabalho de pesquisa educacional (PAPERT, 1985, p.25).

Atualmente, temos a utilização dos kits Lego Mindstorms em escolas públicas e privadas em todo país. Os modelos da Lego mais utilizados são NXT 2.0 e EV3, em que esse kit se trata de um conjunto de peças de plástico, tijolos vazados e cheios, placas, pinos, rodas, motores, eixos, engrenagens, polias, correntes, vigas, sensores de toque, de intensidade luminosa, temperatura, sons, cor, câmera e o brick (SILVA, 2014, p.22).

² Núcleo de Informática Aplicada à Educação.

Figura 4: Kit Lego Mindstorms NXT 2.0



Fonte: <http://robotsquare.com/2012/02/18/understanding-nxt-versions/>

Figura 5: Kit Lego Mindstorms EV3



Fonte: <https://www.lego.com/en-us/mindstorms/products/mindstorms-ev3-31313>

Existem diversas pesquisas que envolvem esses kits aos processos de ensino e aprendizagem. Um exemplo de estudo realizado no ensino fundamental II, podemos citar a dissertação Rodrigues (2015) denominada “*Atividades com robótica educacional para as aulas de matemática do 6º ao 9º Ano do Ensino Fundamental: utilização da metodologia LEGO® Zoom Education*”.

Considerando a matemática como uma ciência abstrata, a dificuldade que os alunos têm em assimilar seus conceitos e utilizando o robô como ferramenta para impulsionar o processo de ensino e aprendizagem, o autor utiliza a robótica educacional com Lego para abordar temas recorrentes as turmas de ensino fundamental, do 6º ano até o 9º ano.

O trabalho realizado teve um enfoque em diferentes áreas da matemática, como por exemplo, o estudo das operações com frações para a turma de 6º ano, razão e proporção para o 7º ano, princípios da contagem para o 8º e, por último, o 9º ano que abordou os conceitos de função afim e linear, relacionando espaço e tempo com o objetivo de introduzir a Física e seus objetos de estudo.

Em suma, o trabalho apresentou um resultado qualitativo em atividades aplicadas no ensino fundamental a partir do 6º ano, como conclusão do próprio autor. Tendo como objetivo elaborar, implementar e analisar uma sequência didática envolvendo robótica educacional e matemática, utilizando como base a metodologia LEGO® e os fascículos da LEGO® Zoom.

Desta forma, esta pesquisa parte da problemática da utilização da Robótica Educacional como ferramenta para ensinar conhecimentos científicos no contexto das Tecnologias Educacionais. No entanto, não utilizaremos como recurso o Lego Mindstorms, por motivos que serão elencados em seguida.

3.1.2 Arduino

Buscando um artefato de baixo custo que pudesse se adaptar à realidade de uma escola pública municipal e, ao mesmo tempo, que facilitasse a adaptação de projetos de forma variada e independente, definimos o Arduino como sendo a melhor opção de se trabalhar.

Segundo o site Wikipédia, Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre e de placa única, projetada com um microcontrolador com suporte de entrada/saída embutido, uma linguagem de programação padrão e é essencialmente C/C++. Em outras palavras, é um pequeno computador que você pode

programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele (MCROBERTS, 2011, p.22).

O modelo de Arduino escolhido para o projeto foi o Uno (Figura 6), de fabricação italiana, com as seguintes especificações:

- Processador: ATmega328P, 16 MHz de clock.
- Alimentação: 5V (USB)/ 7-12V (fonte externa, uma bateria de 9V é suficiente).
- Portas Analógicas: 6.
- Portas Digitais: 14 I/O (in/ou), com 6 portas PWM.
- EEPROM: 1 KB. • SRAM: 2 KB.
- Flash: 32 KB

Figura 6: Arduino Uno



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Arduino>

O conector USB do Arduino tem como finalidades fornecer alimentação e para conectá-lo ao computador para envio da programação e/ou recebimento de dados. Além disso, a placa dispõe de pinos que permitem a conexão com circuitos eletrônicos externos, motores, sensores luminosos, diodos laser, etc (MONK, 2014, p.1).

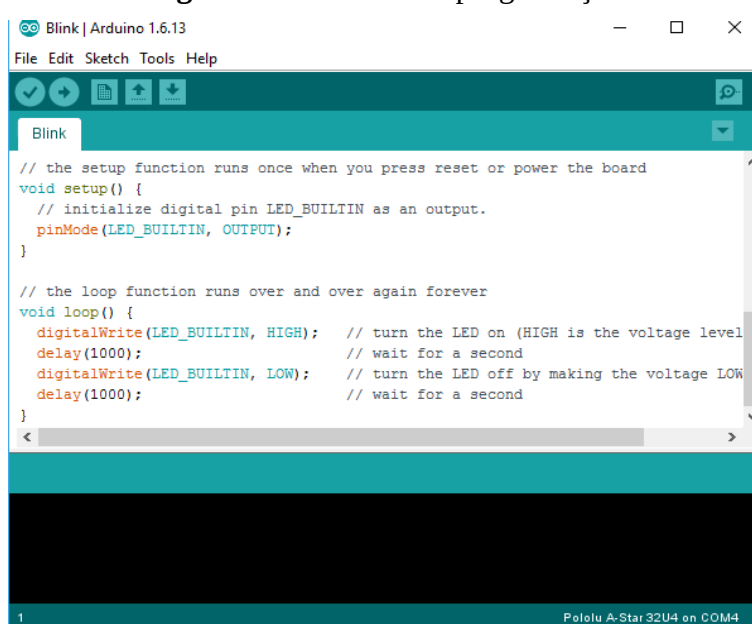
Embora o Arduino seja o projeto aberto de uma placa de interface baseada em microcontrolador, ele é muito mais do que isso porque, além de própria placa, inclui também as ferramentas de desenvolvimento de software necessárias para programar as placas do Arduino. Há uma ampla comunidade envolvida com a construção, a

programação e a eletrônica e há também entusiastas de arte desejosos de compartilhar suas habilidades e experiências (MONK, 2014, p.1-2).

Tendo em vista que o Arduino é de hardware aberto (open-source³), qualquer pessoa pode construir novos projetos ou modificar outros já existentes. Por não possuir sistema operacional, é necessário o download da interface de programação, denominado IDE⁴ (Ambiente de Desenvolvimento Integrado).

O IDE (Figura 7) do Arduino é bastante fácil de usar em relação a outros softwares de programação, o que é um dos principais fatores da popularidade dele. Disponível para todos os sistemas operacionais, o download pode ser feito de forma gratuita pelo próprio site do Arduino: <https://www.arduino.cc/>. Com a programação no IDE é possível enviar comandos e receber dados por meio dos sensores.

Figura 7: Ambiente de programação



Fonte: <https://www.pololu.com/docs/0J61/6.2>

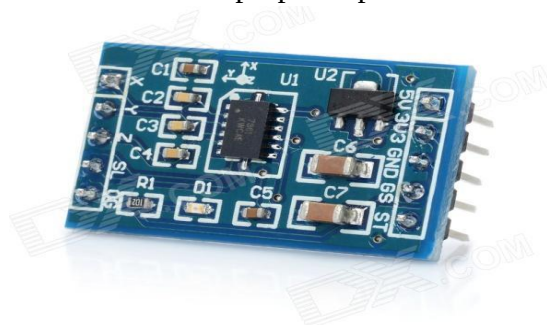
Os sensores são os responsáveis pela capacidade do robô sentir o ambiente e a partir disso, tomar decisões. Podemos identificar dois tipos de sensores (MATARIC, 2014, p.97):

³Termo em inglês que significa código aberto. Isso diz respeito ao código-fonte de um software até mesmo hardwares, que pode ser adaptado para diferentes fins, não possuindo um custo de licença.

⁴É um programa de computador, neste caso voltado para o Arduino, que reúne características e ferramentas de apoio ao desenvolvimento de software com o objetivo de agilizar este processo.

1. *Sensores proprioceptivos*. Esses sensores percebem elementos do estado interno do robô, como as posições das rodas, os ângulos (Figura 8) das articulações dos braços e a direção para a qual a cabeça está voltada. O termo vem da palavra latina *proprius*, que significa “próprio”. Propriocepção é o processo de sentir o estado de seu próprio corpo.
2. *Sensores exteroceptivos*. Esses sensores percebem elementos do estado do mundo externo ao redor do robô, como os níveis de luz, as distâncias (Figura 9), os objetos e o som. O termo vem da palavra latina *extra*, que significa “de fora”. Exterocepção é o processo de sentir o mundo ao redor do robô.

Figura 8: Acelerômetro - exemplo de sensor proprioceptivo



Fonte: <http://www.dx.com/pt/p/mma7361-accelerometer-module-tilt-slant-angle-sensor-for-arduino-148861#.WtGBBYjwbIU>

Figura 9: Sensor HC-sr04 (Ultrassônico) - exemplo de sensor extroceptivo



Fonte: <https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de->

Existem diversas pesquisas que envolvem o uso de Arduino como ferramenta facilitadora do ensino e aprendizagem. Um exemplo de estudo, temos o artigo de CURY, T. E. e HIRSCHMANN, D. R. (2014) que enriquece a utilização da placa eletrônica *Arduino* no ensino da Matemática, intitulado: *Ensino da Matemática através do Arduino: porque a placa eletrônica Arduino deve ser inserida no contexto Escolar das aulas de Matemática*, que faz uma relação entre o Construcionismo e o uso do software e do hardware em atividades.

Os autores utilizam a IDE do Arduino para realizar testes usando linguagem de programação e raciocínio matemático. O intuito é utilizar operadores matemáticos como adição, subtração, multiplicação, divisão, além de operadores lógicos como “e”, “ou” ou “não”, para a realização de cálculos.

Outro exemplo de atividade, dessa vez no ensino superior, encontra-se descrito no artigo de Rafael e Teixeira (2013). Os autores analisam os desdobramentos matemáticos de uma experiência de Física voltada para o ensino superior, mais especificamente no curso de Licenciatura de Matemática.

A experiência envolveu o estudo da queda de esferas por dentro de um tubo de PVC, calculando os intervalos de tempo, intervalos de espaço e velocidade, compreendendo conceitos físicos associados às noções de primeira e segunda derivada.

O resultado deste último artigo permite observar as diferentes formas do uso do Arduino para controlar sensores e relacionar com atividades que, nesse caso, envolvem a construção do conhecimento matemático. Além do que, a maior parte dos alunos entenderam e diferenciaram mais facilmente conceitos como velocidade e aceleração.

Já o artigo intitulado: *Robótica Educacional (não tradicional) com Arduino: protótipo de uma máquina de calcular para o ensino de operações com frações*, escrito por NETO, A. J. B. (2013), expõe bem a ideia do uso do microcontrolador, de baixo custo, como um método não tradicional da RE e a construção de um protótipo de calculadora fracionária.

Mostrando de maneira prática que a utilização da placa Arduino é uma ferramenta de baixo custo e múltiplos usos, onde os resultados obtidos foram os mais próximos possíveis da realidade educacional.

Desta forma, este trabalho parte da problemática da utilização da Robótica Educacional de baixo custo, utilizando o Arduino como ferramenta para controlar os sensores associado com materiais recicláveis e lixos eletrônicos (e-waste).

3.2 E-waste

O termo e-waste é um nome popular para a representação de lixos eletrônicos, materiais esses que estão ao final da sua vida útil ou, aos olhos de um leigo, completamente sem uso. Essas sucatas eletrônicas como computadores, videocassetes, aparelhos de som, entre outros, são facilmente encontrados em qualquer residência e muitas vezes descartados de forma errônea.

Existe uma grande preocupação por parte das grandes potências mundiais com o destino final desses materiais, no qual, em 2010, no Brasil foi criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (12.305, de 2 de agosto de 2010), que traz como um dos seus instrumentos a educação ambiental associada a produção de equipamentos eletrônicos, no qual,

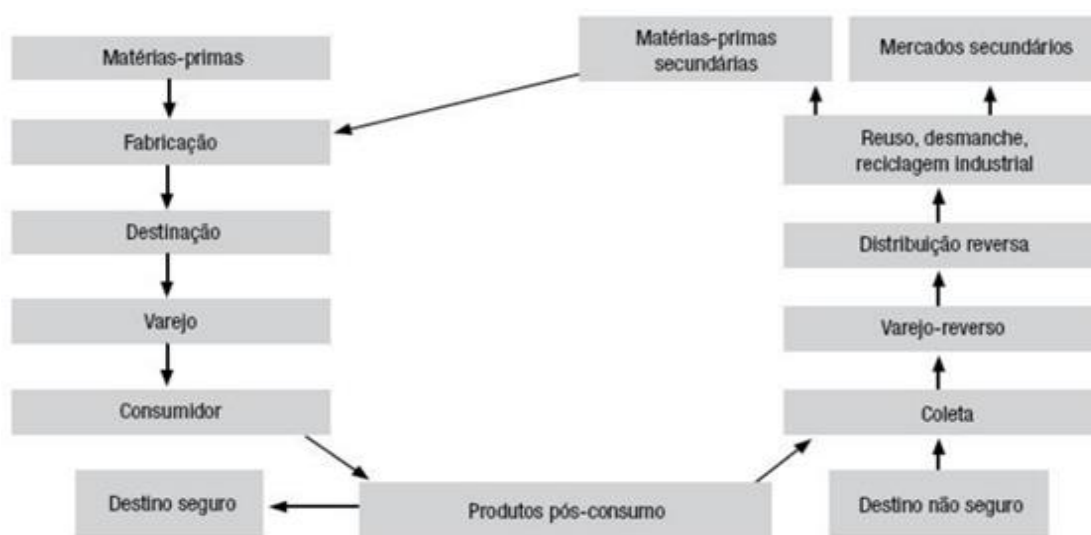
a diretiva da União Europeia define equipamento elétricos e eletrônicos como os equipamentos que para funcionar dependem de campo eletromagnético e corrente elétrica. Na regulamentação brasileira (Norma ABNT 10.004:2004), em razão da toxicidade, corrosividade e ter como os resíduos eletroeletrônicos compreenderam uma grande diversidade de materiais, são diversos os potenciais de impacto que podem estar presentes nesses componentes. A presença de metais (como chumbo, arsênio, cromo, mercúrio e cádmio), elementos radioativos e outras substâncias tóxicas, como fósforo, retardantes de chama e sulfetos. (XAVIER, 2016, p. 07)

Esta lei cria a responsabilidade e a obrigação de que todas as empresas, importadores, consumidores, prefeituras e todo órgão público tenham a responsabilidade de recolher ou mandar para aterros sanitários os lixos por eles criados ou utilizados, qualificando equipamentos eletroeletrônicos para serem descartados de forma correta e em locais apropriados, evitando dessa forma o contato de materiais pesados como mercúrio, cádmio, berílio e chumbo, além de outros compostos químicos com o solo, contaminando o meio ambiente de forma grave. Segundo a PNRS (12.305, de 2 de agosto de 2010) em suas disposições preliminares, a partir das diretrizes aplicáveis aos resíduos sólidos, afirma que:

Art. 9º Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Com isso, uma das opções que está sendo utilizada no projeto da Escola Manoel Domingos de Melo, é o desenvolvimento de Robótica Educacional através do reuso de lixo eletrônico, seguindo uma linha de “Reduzir, Reutilizar e Reciclar”. Seguindo esse modelo, a figura (DEMAJOROVIC, 2012) abaixo representa a logística reversa desde quando o material começa a ser fabricado até chegar ao consumidor. No momento em que o material deixa de ser útil, será feito o desmanche desse material para ser utilizado como matérias primas-secundárias e produzir novos materiais, materiais esses, voltados para a robótica educacional.

Figura 10: Esquema da Logística reversa



Fonte: <http://nti.ceavi.udesc.br/e-lixo/index.php?makepage=pnrs>

Nesse sentido, para os efeitos da lei, o Art. 13 (12.305, de 2 de agosto de 2010) traz uma classificação primária desses resíduos sólidos que compreende sua origem e periculosidade.

I - quanto à origem:

a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;

- b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
- d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
- e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
- f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

II - quanto à periculosidade:

- a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;
- b) resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”.

Parágrafo único. Respeitado o disposto no art. 20, os resíduos referidos na alínea “d” do inciso I do caput, se caracterizados como não perigosos, podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal.

Nesse sentido, alguns cuidados são necessários para manusear esses artefatos, como não queimar resíduos como cabos e plásticos desses equipamentos e contratar serviço especializado para a destinação final deles.

Esse tipo de resíduo, equiparado com o de natureza domiciliar e que não representam riscos à saúde, serão utilizados ou reutilizados para a construção de aparatos robóticos de baixo custo, que possam impulsionar a aprendizagem de forma transversal, com aporte no currículo escolar.

Buscando integrar ações direcionadas para soluções para a gestão desses resíduos, considerando as dimensões sociais, econômicas e educacionais, utilizaremos a robótica como meio para exploração desses recursos.

Nesse sentido, este trabalho sustenta-se na construção de aparatos robóticos com a reutilização de recursos como sucatas eletrônicas, materiais recicláveis e eletrônicos de baixo, levando em consideração o uso de uma metodologia baseada no conceito e-waste.

Além disso, buscamos propiciar o desenvolvimento de um kit Robótica Educacional de baixo custo, utilizando os materiais descritos anteriormente, tendo como aporte o currículo escolar e ajustando a realidade do aluno ao meio de aprendizagem.

3.3 Objetivos Específicos

Com o intuito de analisar os requisitos necessários à elaboração de um kit de robótica educacional de baixo custo, partindo do princípio e-waste, para estudantes dos anos iniciais do ensino fundamental com aporte no currículo de aprendizagem, elencamos quatro objetivos específicos, de forma a facilitar o desenvolvimento do trabalho e suas delimitações. São eles:

1. Descrever e analisar o procedimento de coleta e separação dos resíduos eletrônicos e recicláveis.

2. Investigar métodos e itens que possam compor um kit de baixo custo, concebido desde o design, da percepção, montagem, automação e controle de um robô, passando por diferentes áreas do conhecimento.
3. Investigar limites e possibilidades no processo de construção do robô por meio do e-waste.
4. Identificar os conhecimentos mobilizados na Elaboração do Kit de Robótica e o seu uso nos projetos.
5. Desenvolver e validar uma metodologia que possibilite o ensino da robótica educacional de baixo custo, por meio de um kit composto por e-waste, Arduino e outras ferramentas.

Tendo em vista a necessidade do envolvimento do pesquisador no desenvolvimento do trabalho, caracterizando um processo de investigação em que os estudantes e o educador se envolvessem em um conjunto de ações sistemáticas para atender a tais objetivos, optamos pela metodologia da Pesquisa-Ação, descrita no capítulo seguinte.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

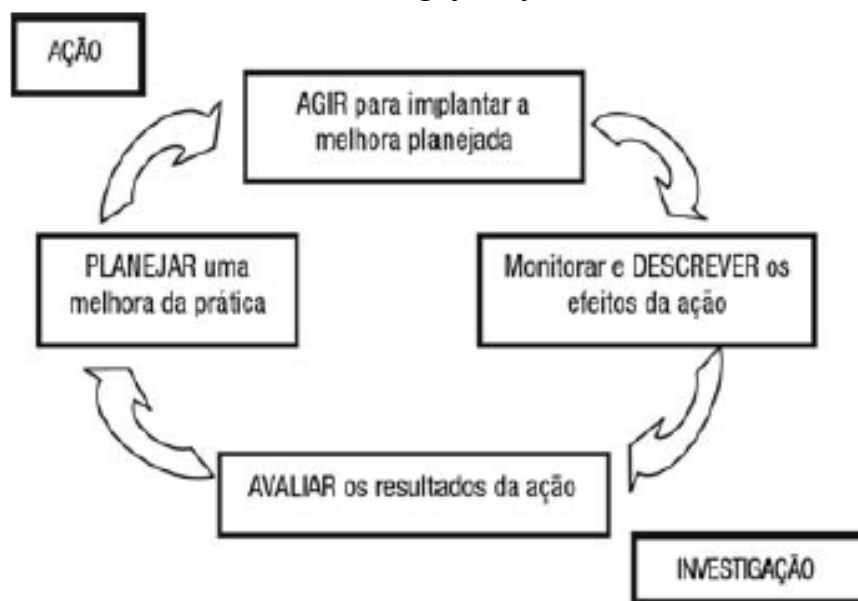
Neste capítulo, apresentamos o processo metodológico para o desenvolvimento deste trabalho, os sujeitos e o campo da pesquisa além dos instrumentos utilizados para a coleta de dados. Com o intuito de analisar os requisitos necessários à elaboração de um kit de robótica educacional de baixo custo, partindo do princípio e-waste, para alunos dos anos iniciais do ensino fundamental com aporte no currículo de aprendizagem.

4.1 Metodologia da Pesquisa-Ação

(...) a pesquisa em que a validade e o valor dos resultados de pesquisa são testados por meio de processos colaborativos de geração e de aplicação do conhecimento do pesquisador profissional como *insider* em projetos de mudança social que visam a aumentar a imparcialidade, o bem-estar e a autodeterminação (DENZIN, 2006, p. 100).

Por meio desta metodologia, podemos definir um ciclo básico de investigação-ação, pelo qual, partindo de um planejamento, é possível descrever possíveis mudanças a partir das práticas presentes no projeto, por meio da colaboração entre a comunidade, professores, alunos e pesquisadores na definição de objetivos, na elaboração de questões de pesquisa, na interpretação dos dados obtidos e na aplicação na aprendizagem (DENZIN, 2006).

Figura 11: Representação em quatro fases do ciclo básico da investigação-ação



Fonte: (TRIPP, 2005).

Na área educacional um tema amplamente debatido diz respeito ao uso de métodos participativos e ao uso da pesquisa-ação nesse contexto (THIOLLENT, 2011, p.84). Uma vez que algumas metodologias convencionais revelam-se insuficientes para os problemas atuais da educação, pois se limitam a uma simples descrição da situação.

Dentro de uma ação planejada, podemos conceber e planejar pesquisas cujo objetivos não se limitem à descrição ou à avaliação. Segundo Thiollent (2011, p.85)

Os pesquisadores precisam definir novos tipos de exigências e de utilização do conhecimento para contribuírem para a transformação da situação. Isto exige que as funções sociais do conhecimento sejam adequadamente controladas para favorecer as condições do seu uso efetivo. Dentro de um equacionamento realista dos problemas educacionais, tal controle visa minimizar os usos meramente burocráticos ou simbólicos e maximizar os usos realmente transformadores.

A pesquisa-ação promove a participação não só dos estudantes, mas do sistema escolar como um todo, além da atuação de forma direta do pesquisador (THIOLLENT, 2011). A partir das situações descritas acima, podemos organizar nossas ações da seguinte forma:

1- *Campo de observação*. Definição do campo de pesquisa no qual será aplicada a intervenção.

2- *Fase Exploratória e Plano de ação*. Nesta fase iremos identificar os problemas com as possíveis soluções pautadas nos componentes curriculares de aprendizagem, utilizando uma ação planejada.

3- *Coleta de dados*. A coleta de dados será realizada por meio de “Diários de bordo”; Filmagens e fotografias; Planejamento das novas ações e atividades.

4- *Aprendizagem*. A capacidade de aprendizagem estará associada ao processo de investigação e construção de aparatos robóticos, pensando no contexto educacional e curricular que serão trabalhados. Esta fase também incluirá os *Saberes Formais* e os *Saberes Informais*, visando estabelecer a estrutura de comunicação entre os conhecimentos que já foram trabalhados e os que irão aparecer apenas de forma intuitiva.

5- *Divulgação externa (Validação)*. Além do retorno da informação para o próprio grupo escolar, será apresentado divulgado o validado as informações externamente em diversos setores, seja por meio de mostras ou apresentação de trabalhos em eventos científicos.

4.2 Considerações sobre Aprendizagem Baseada em Problemas

Como metodologia de ensino, a Escola Manoel Domingos de Melo tem adotado em algumas situações a Aprendizagem Baseada em Problema (ABP), ou seu termo em inglês, Problem Based Learning (PBL). Essa metodologia teve origem na área da saúde, no entanto, seus princípios também são utilizados na área da educação. Na ABP, os estudantes são envolvidos em situações reais, seja um problema da escola ou um problema da comunidade que residem.

Dentro desse contexto, podemos observar a ABP como uma metodologia ativa que busca solucionar problemas de forma criativa e inovadora. Fazendo com que o aluno fique imerso numa busca por soluções sem se distanciar do currículo escolar.

Segundo Furtado (2017), o uso de PBL satisfaz três importantes critérios para uma formação inovadora, são eles:

- 1- O aprendizado acontece em um ambiente onde os estudantes estão imersos na prática e recebem feedback de outros estudantes e dos professores. Para isso, os estudantes fazem parte de equipes com papéis

e responsabilidades bem definidas, focadas na solução de problemas reais; 2- Os estudantes recebem direcionamentos e suporte de seus pares, de maneira a promover um ensino multidirecional envolvendo outros estudantes, professores e monitores, prática que diverge do ensino convencional que é unidirecional (de professor para estudante); 3- O aprendizado é funcional, com foco na solução de problemas reais. Os estudantes trabalham em conjunto para identificar e analisar problemas gerando soluções, dentro de um ambiente colaborativo.

Diante disso, a EMDM tem trabalhado essa metodologia como ferramenta de ensino e aprendizagem. Sua utilização se faz recorrente a partir do momento em que os estudantes buscam problemas existentes na escola e na comunidade e, a partir disso, desenvolveram possíveis soluções na forma de protótipos e/ou textos.

Neste sentido, partimos para o desenvolvimento do trabalho caracterizando o primeiro ponto, o campo de observação, como é descrito no próximo capítulo.

5 O CAMPO DE OBSERVAÇÃO E OS SUJEITOS

Nosso campo de observação foi na escola Municipal Manoel Domingos de Melo (EMDM) que está localizada na área rural da cidade de Vitória de Santo Antão. A EMDM faz parte do programa Inova Escola criado pela Fundação Telefônica em 2013 e que, desde 2015, atua junto à Prefeitura Municipal da Vitória de Santo Antão em parceria com o CESAR (Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife) e Qualcomm.

A escola está situada na zona rural da cidade de Vitória de Santo Antão e forma alunos com idades entre três e 14 anos, distribuídos nas turmas do ensino infantil e anos iniciais do fundamental, com um total de sete professores polivalentes. Os sujeitos dessa pesquisa foram vinte alunos do primeiro ao quinto ano e dois educadores. Além disso, a comunidade e o próprio pesquisador são sujeitos da pesquisa, constituindo-se de fato uma pesquisa na ação.

Diante desta situação e, ao mesmo tempo, sabendo que o pesquisador é um colaborador do CESAR, atuando nesse programa como tutor de Robótica Educacional, optamos por desenvolver esta pesquisa na EMDM, partindo do primeiro desafio encontrado: o ensino da robótica para alunos dos anos iniciais utilizando recursos de baixo custo.

A escola possui conexão de qualidade, tablets e computadores, que estão à serviço do processo de inovação educativa na escola. Conectada com a contemporaneidade, as ferramentas tecnológicas estão presentes no ambiente escolar e, aliando-se à metodologias ativas de ensino e aprendizagem, surgem processos criativos que buscam, de forma sustentável, desenvolver cenários em que os estudantes possam trazer situações do seu meio para a vivência escolar, dialogando com a realidade da comunidade.

Projetos como o Inova Escola, que traz computadores, notebooks ou tablets como ferramentas tecnológicas educacionais são desenvolvidos em todo o país. Esses projetos atendem de uma forma geral alunos da rede pública de ensino, sejam escolas estaduais ou municipais, que atendem alunos do ensino fundamental ao médio.

Como exemplo, podemos citar o artigo João d'Abreu e Bruno Bastos (2015), que descreve o processo de utilização da Robótica Pedagógica no contexto da formação de

professores do projeto UCA (Um Computador por Aluno)/ Unicamp. O projeto foi desenvolvido no período entre 2011 e 2014 na Escola Municipal Elza Maria Pellegrine de Aguiar, localizada em Campinas, São Paulo.

O estudo teve como objetivo geral registrar e analisar o processo formativo de professores para o trabalho com a Robótica Pedagógica, numa vertente mediadora entre os conhecimentos científicos e os conhecimentos escolarizados (D'ABREU, BASTOS, 2015, p.58).

O estudo é descrito em duas fases, conceituados a partir da Transposição Didática de Chevallard. Como resultado tem-se como ponto de partida o objeto de estudo que buscava entender como a Robótica Pedagógica pode se constituir em ferramenta mediadora da transposição didática dos conceitos científicos para os saberes escolarizados num contexto em que este recurso foi utilizado no processo de formação de professores, focado em um conteúdo curricular (D'ABREU, BASTOS, 2015, p.65).

O artigo de d'Abreu e Bastos (2011) se concentram na formação de professores partindo de como a Robótica Pedagógica pode se construir me uma ferramenta mediadora da transposição didática dos conceitos científicos para os saberes escolarizados. Já o artigo de intitulado “*ROBUCA – Inserção da Robótica Educativa no UCA*” (BIBIANO et al, 2012), foi executado pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) no Colégio de Aplicação (CAp) em parceria com a MIX Tecnologia e o projeto Butiá, da Faculdade de Engenharia da Universidade da República do Uruguai.

O Artigo relata as ações que objetivava inserir a robótica educacional nas escolas do Programa UCA, por meio do desenvolvimento de uma plataforma de robótica livre, colaborativa, flexível, desenhada para o setor público de ensino e apoiado no currículo escolar (BIBIANO et al, 2012, p.193). Como contribuição, desenvolveu-se uma plataforma robótica livre que tem como foco as realidades as escolas do sistema público brasileiro, atendendo todos os níveis de potenciais usuários da robótica pedagógica.

Apoiados nessas pesquisas, evidenciamos a importância da robótica pedagógica como ferramenta auxiliadora no processo de ensino e aprendizagem no desenvolvimento desses projetos. A partir disso, e tendo em vista que a robótica só será educacional se conseguir propiciar que diferentes áreas do conhecimento estejam presentes, se faz necessário a apresentação dos Parâmetros Curriculares de Pernambuco (2012) que são utilizados na EMDM.

6 DIÁLOGOS TRANSVERSAIS ENTRE O CURRÍCULO E O OBJETO DE ESTUDO.

O compromisso e a preocupação com os componentes curriculares impedem, muitas vezes, uma prática educacional voltada para a compreensão da realidade social. Esses temas que fogem do componente curricular comum, são apresentados em sua maioria de forma transversal a esse currículo. A transversalidade

diz respeito à possibilidade de se instituir, na prática educativa, uma analogia entre aprender conhecimentos teoricamente sistematizados (aprender sobre a realidade) e as questões da vida real (aprender na realidade e da realidade). A escola vista por esse enfoque, deve possuir uma visão mais ampla, acabando com a fragmentação do conhecimento, pois somente assim se apossará de uma cultura interdisciplinar (HAMZE, 2017).

Proporcionar um conhecimento transversal é ter como objetivo diferentes cenários para uma apropriação pedagógica, que permita ser orientado por processos inseridos na vivência da sociedade, pela comunidade, alunos e educadores no seu dia-a-dia. Em que, só terá significado com uma proposta didática que possibilita o tratamento de conteúdos em diversas áreas do conhecimento (HAMZE, 2017).

Com isso, para compreender melhor a função de ferramentas tecnológicas no processo de ensino e aprendizagem de forma transversal, se faz necessário a apresentação de um currículo que servirá de aporte para compreendermos como esse tipo de recurso parte de um todo complexo para a construção do conhecimento.

6.1 Tópicos Curriculares para o desenvolvimento do trabalho.

Em um ambiente escolar, o termo currículo, segundo Pacheco, pode ser associado ao rol de conteúdos escolares, matriz curricular, programas de ensino, ações práticas no contexto escolar e a todos esses fatores em conjunto (PACHECO, 2007, p.48). De acordo com Macedo (2006), desde a década de 1980 vem se desenvolvendo estudos a cerca de um currículo comum em âmbito nacional.

Apenas no final do ano de 2017, foi apresentado a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para todo o ensino fundamental. No entanto, como a pesquisa teve início no ano de 2016, utilizamos os Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco (PCPE) como aporte na nossa pesquisa.

Com o intuito de unificar a prática docente e disseminar os ideais que os PCPE apresentam, a secretaria de educação da Prefeitura Municipal da Vitória de Santo Antão – PE, adotou os mesmos parâmetros para toda a rede, o que inclui a Escola Manoel Domingos de Melo.

A partir dos primeiros estudos feitos com a revisão de literatura, pudemos observar que grande parte dos projetos na área da robótica educacional se concentram nas áreas da Matemática e Ciências da Natureza. Porém, foi possível observar a relevância e a constância de determinados assuntos no que se trata do estudo da robótica.

Diante de tal perspectiva, decidimos não apenas em focar em um determinado assunto, como função linear, razão e proporção, velocidade, entre outros princípios básicos da física ou matemática, e sim, observarmos os conhecimentos que emergem de forma transversal ao currículo desses estudantes do ensino fundamental – anos iniciais – para responder aos seguintes questionamentos.

- 1. Quais são os conhecimentos que surgem?*
- 2. Quais conhecimentos já foram trabalhados?*
- 3. Quais os conhecimentos que estão sendo trabalhados em sala de aula?*
- 4. E, por último, quais os conhecimentos que serão trabalhados apenas nos anos posteriores, mas que surgem de forma intuitiva ou empírica?*

Assim, é possível compreender a construção do conhecimento com a utilização da robótica educacional com e-waste, sem se distanciar dos currículos educacionais e sob uma perspectiva construcionista. Com isso, vamos ter um foco nos parâmetros curriculares de Matemática e Ciências para o ensino fundamental, já que a maior parte dos trabalhos emergem dessas áreas.

6.1.1 Parâmetros Curriculares de Matemática

No caso específico do ensino da Matemática, é fundamental que se reflita não apenas sobre os conteúdos a serem ensinados, mas também sobre as expectativas de aprendizagem, ou seja, o que se espera que o estudante aprenda. Isso é necessário para o acompanhamento do processo de ensino e aprendizagem e a garantia do seu sucesso (PERNAMBUCO, 2012, p.13).

Certamente, entre os docentes de matemática, há um consenso de que a aprendizagem nessa área não pode se resumir apenas ao uso de fórmulas e resolução de exercícios. No mundo atual, podemos observar diferentes tipos de atividades que requerem competências matemáticas que se tornam mais complexas a cada dia, exigindo uma capacidade de adaptação a esses novos processos.

Os conteúdos matemáticos recomendados por grande parte dos educadores matemáticos para a Educação Básica abrangem o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas envolvendo as operações fundamentais da Matemática, o raciocínio algébrico, o estabelecimento de relações, o reconhecimento de proporcionalidades, dentre outras tantas. Essas habilidades são importantes, não somente para a trajetória escolar, mas para o próprio cotidiano da vida moderna (SANTOS, 2014, p.640).

Diante de tal perspectiva, o PCPE (2012) pontua as expectativas de aprendizagem para os anos iniciais do ensino fundamental em cinco eixos: Geometria, Estatística e Probabilidade, Álgebra e Funções, Grandezas e Medidas e Número e operações. O que iremos apresentar nesta seção são extratos desses parâmetros curriculares, que correspondem ao desenvolvimento desta pesquisa.

Nessa etapa da escolaridade, a Matemática adquire um aspecto mais informal e apresenta como referência o espaço social da criança (PERNAMBUCO, 2012, p.49). Por isso, é fundamental associar situações do cotidiano do aluno, resgatando esse espaço para a construção de conceitos.

A partir desse entendimento, o primeiro bloco de conteúdo, Geometria, deve estar centrado na exploração do espaço que envolve o estudante (PERNAMBUCO, 2012), propondo atividades iniciais que possa situar o aluno dentro de um determinado espaço, utilizando pontos de referência para tal deslocamento.

É também nesse momento que a criança tem seu primeiro contato com diferentes tipos de figuras geométricas, planas e espaciais. Identificando propriedades comuns e diferenças entre as figuras (PERNAMBUCO, 2012), auxiliando nas construções geométricas, com o uso de instrumentos de desenho como régua e compasso.

Descrevendo de uma forma mais específica, podemos ressaltar os seguintes itens no quadro abaixo (PERNAMBUCO, 2012, p.52-57).

Quadro 2: Bloco de conteúdo - Geometria

Bloco de Conteúdo – Geometria	
1º Ano	1- Descrever, comparar e classificar figuras planas (triângulo, quadrado, retângulo e círculo) ou espaciais (paralelepípedo, pirâmide e esfera) por características comuns, mesmo que apresentadas em diferentes disposições. 2- Nomear figuras planas (triângulo, quadrado, retângulo e círculo) e descrever suas características. 3- Reconhecer quadrados, retângulos e triângulos não restritos a posições prototípicas. 4- Reconhecer pares de figuras iguais (congruentes) apresentadas em diferentes disposições. 5- Identificar uma determinada figura plana em um conjunto de várias figuras. 6- Usar figuras planas para criar desenhos (por exemplo, usando colagem ou lápis e papel). 7- Usar rotação, reflexão e translação para criar composições (por exemplo, mosaicos ou faixas decorativas utilizando malhas quadriculadas). 8- Preencher uma região dada por meio da composição de figuras planas. 9- Associar figuras espaciais a objetos do mundo real. 10- Visualizar, descrever e comparar caminhos entre dois pontos (por exemplo, descrever o caminho da entrada da escola à sala de aula, usando pontos de referência conhecidos) 11- Identificar e descrever a localização de objetos no espaço, considerando um referencial (por exemplo: localizar objetos que estão situados em cima/embaixo; direita/esquerda).
2º Ano	1- Descrever, comparar e classificar figuras planas (triângulo, quadrado, retângulo e círculo) ou espaciais (paralelepípedo, pirâmide e esfera) por características comuns, mesmo que apresentadas em diferentes disposições. 2- Usar figuras planas em diferentes composições para criar desenhos. 3- Identificar determinada figura plana em um conjunto de várias figuras. 4- Reconhecer pares de figuras iguais (congruentes) apresentadas em diferentes disposições. 5- Identificar figuras planas em mosaicos, faixas e outras composições. 6- Usar rotação, reflexão e translação para criar composições (por exemplo: mosaicos ou faixas decorativas, utilizando malhas quadriculadas). 7- Associar a representação de figuras espaciais a objetos do mundo real. 8- Relacionar faces do cubo e do bloco retangular (paralelepípedo) a figuras planas. 9- Visualizar, descrever e comparar caminhos entre dois ou três pontos (por exemplo, descrever o caminho da entrada da escola à sala de aula, usando pontos de referência conhecidos; descrever o caminho da casa à escola, passando pelo mercado).

	10- Identificar e descrever a localização de objetos no espaço, considerando mais de um referencial (por exemplo: localizar objetos que estão situados em cima/embaixo e à direita/à esquerda).
3º Ano	1- Descrever e classificar figuras planas iguais (congruentes), apresentadas em diferentes disposições, nomeando-as (quadrado, triângulo, retângulo, losango e círculo). 2- Descrever e classificar figuras espaciais iguais (congruentes), apresentadas em diferentes disposições, nomeando-as (cubo, bloco retangular ou paralelepípedo, pirâmide, cilindro e cone). 3- Descrever informalmente características de uma figura plana, reconhecendo número de lados e de vértices (por exemplo, identificar o número de vértices – ou “pontas” – de um quadrado). 4- Reconhecer pares de figuras iguais (congruentes) apresentadas em diferentes disposições, descrevendo a transformação que as relaciona (translação, rotação e reflexão) com suas próprias palavras. 5- Compor e decompor figuras planas e espaciais para obter outras. 6- Relacionar a representação de figuras espaciais a objetos do mundo real (bloco retangular, cubo, outros prismas, pirâmide, cilindro, cone, esfera). 7- Identificar características iguais e diferentes entre pirâmides de diferentes bases. 8- Identificar características iguais e diferentes entre prismas de diferentes bases. 9-Descrever informalmente características de prismas (incluindo a identificação de blocos retangulares e cubos) e de pirâmides, reconhecendo faces e vértices. 10-Relacionar faces de cubos, blocos retangulares, outros prismas e pirâmides a figuras planas. 11- Desenhar a representação plana de cubos e blocos retangulares e associar as planificações desses sólidos às suas representações. 12-Desenhar figuras poligonais utilizando régua. 13- Reconhecer figuras obtidas por meio de rotação, reflexão e translação, descrevendo com suas próprias palavras a transformação realizada, ainda sem nomear tais transformações formalmente. 14- Identificar eixos de simetria em figuras planas. 15- Descrever caminhos recorrendo a termos, tais como: paralelo, transversal, direita e esquerda. 16- Identificar e descrever a localização e a movimentação de objetos no espaço, identificando mudanças de direções e considerando mais de um referencial.
4º Ano	1- Analisar e comparar figuras planas e espaciais por seus atributos (por exemplo: número de lados ou vértices, número de faces, tipo de face etc.). 2- Identificar pares de figuras iguais (congruentes) apresentadas em diferentes disposições, descrevendo a transformação que as relaciona (translação, rotação e reflexão), com suas próprias palavras. 3- Reconhecer a caracterização de um polígono e suas denominações (triângulo, quadrilátero, pentágono, hexágono e octógono). 4- Desenhar figuras poligonais utilizando régua. 5- Identificar representações planas de sólidos geométricos (prismas, pirâmides, cilindros e cones) desenhados em diferentes perspectivas.

	6- Identificar igualdades e diferenças entre as faces de sólidos geométricos (prismas, pirâmides), relacionando-as a figuras planas. 7- Desenhar uma representação plana de figuras espaciais. 8- Construir modelos de sólidos a partir de planificações. 9- Associar figuras espaciais a suas planificações e vice-versa. 10- Compor e decompor figuras planas (por exemplo: juntar dois triângulos retângulos iguais para obter um retângulo). 11- Reconhecer ângulos retos. 12- Descrever caminhos usando termos, tais como: paralelo, perpendicular, intersecção, direita e esquerda. 13- Construir figuras por reflexão e translação, recorrendo à nomenclatura da transformação utilizada. 14- Identificar eixos de simetria em figuras planas. Usar rotação, reflexão e translação para criar composições (por exemplo: mosaicos ou faixas decorativas, com ou sem o apoio de malhas quadriculadas). 15- Desenhar ampliações e reduções de figuras planas em malha quadriculada. 16- Descrever a localização e/ou movimentação de objetos no espaço, identificando mudanças de direções e considerando mais de um referencial. 17- Associar ângulo a giro ou mudança de direção, reconhecendo ângulo de um quarto de volta, de meia volta e de uma volta. 18- Caracterizar retângulos pelos seus lados e ângulos. 19- Caracterizar quadrados pelos seus lados e ângulos.
5º Ano	1- Descrever e classificar figuras planas e espaciais. 2- Reconhecer figuras geométricas planas representadas em diferentes disposições. 3- Classificar triângulos quanto aos lados (escaleno, equilátero e isósceles) e quanto aos ângulos (acutângulo, retângulo e obtusângulo). 4- Classificar quadriláteros quanto aos lados e aos ângulos. 5- Descrever e construir deslocamentos que utilizem medidas de ângulos. 6- Desenhar figuras poligonais utilizando régua e transferidor. 7- Identificar congruências entre figuras planas por sobreposição. 8- Desenhar ampliações e reduções de figuras poligonais em malha quadriculada. 9- Reconhecer, em situações de ampliação e redução, a conservação dos ângulos e a proporcionalidade entre os lados homólogos de figuras poligonais. 10- Reconhecer diferentes prismas e pirâmides em função de suas bases. 11- Identificar planificações do cubo, do bloco retangular e de outros prismas, bem como do cilindro, do cone e da pirâmide. 12- Identificar os elementos de prismas e de pirâmides (vértices, arestas e faces). 13- Desenhar diferentes vistas de figuras espaciais formadas por blocos retangulares. 14- Desenhar um bloco retangular em perspectiva (por exemplo, usando malhas ou régua). 15- Localizar pontos ou objetos, usando pares ordenados de números e/ou letras, em desenhos representados em malhas quadriculadas.

	16- Descrever a movimentação de objetos no espaço, identificando mudanças de direção e considerando mais de um referencial, incluindo primeiras noções da utilização de coordenadas. 17- Diferenciar reta, semirreta e segmento de reta. 18- Reconhecer retas paralelas, concorrentes e perpendiculares. 19- Desenhar figuras obtidas por simetria de translação, rotação e reflexão. 20- Reconhecer eixos de simetria de figuras planas. 21- Usar rotação, reflexão e translação para criar composições (por exemplo: mosaicos ou faixas decorativas em malhas quadriculadas).
--	--

Fonte: Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco (2012).

O segundo e último bloco utilizado, Grandezas e Medidas, apresenta uma maior representação quando nos referimos à pesquisa no âmbito da robótica educacional, por apresentar um maior quantitativo de trabalhos que envolvem esse tema. A criança já chega com uma ideia inicial sobre grandezas, no entanto não apresenta uma compreensão sobre seu significado.

Uma das ideias ressaltadas é a de medição, fazendo uso da mesma para a compreensão e comparação entre duas grandezas de mesma unidade de medida (PERNAMBUCO, 2012). A partir disso, são definidos os seguintes itens (PERNAMBUCO, 2012, p.70-76).

Quadro 3: Bloco de Conteúdo - Grandezas e Medidas

Bloco de Conteúdo – Grandezas e Medidas	
1º Ano	1- Compreender intuitivamente a necessidade das grandezas para o estabelecimento de comparações (por exemplo: para comparar dois objetos entre si é necessário considerar uma grandeza como referência – comprimento, massa). 2- Identificar períodos do dia (manhã, tarde, noite e madrugada), dias da semana, meses do ano. 3- Identificar datas usando um calendário. 4- Identificar semanas e meses e relações entre esses períodos de tempo usando o calendário. 5- Identificar ordem de eventos em programações diárias, usando palavras como: antes, depois, durante, no fim de etc. 6- Comparar comprimento de dois ou mais objetos por comparação direta (sem o uso de unidades de medidas convencionais) para identificar: maior, menor, igual, mais alto, mais baixo, mais comprido, mais curto, mais grosso, mais fino, mais largo etc. 7- Usar linguagem natural para comparar massa – “peso” (mais pesado, mais leve, mesmo “peso”), sem o uso de unidades de medidas convencionais.

	8- Usar linguagem natural para comparar capacidades de dois ou mais recipientes (mais cheio, mais vazio), sem o uso de unidades de medidas convencionais. 9- Medir e comparar comprimentos utilizando unidades não convencionais (palmo da mão, palitos, pedaços de barbante etc.). 10- Medir um mesmo comprimento utilizando diferentes unidades não convencionais (palmo da mão, palitos, pedaços de barbante etc.). 11- Ordenar comprimentos (por exemplo: organização de uma fila pela altura). 12- Reconhecer e nomear moedas e cédulas do nosso sistema monetário. 13- Comparar valores de moedas e cédulas do nosso sistema monetário. 14- Estabelecer equivalências de um mesmo valor utilizando diferentes cédulas e moedas.
2º Ano	1- Compreender intuitivamente a necessidade das grandezas para o estabelecimento de comparações (por exemplo: para comparar dois objetos entre si é necessário considerar uma grandeza como referência – comprimento, massa). 2- Identificar dias da semana, meses do ano, datas e períodos de tempo, usando o calendário. 3- Identificar ordenação de eventos em planejamentos diários, situações do cotidiano e programações de eventos. 4- Ler hora cheia (três horas, seis horas etc.), meia hora (dez horas e meia etc.) e quartos de hora (cinco horas e quinze minutos etc.) em relógio analógico e digital. 5- Identificar e registrar tempo de início e fim de um evento usando notação analógica e digital. 6- Determinar (comparar) a duração de eventos. 7- Usar o minuto como unidade de medida de tempo para avaliar passagem de tempo. (exemplo: o tempo gasto em minutos para a escovação dos dentes). 8- Identificar maior, menor, igual, mais alto, mais baixo, mais comprido, mais curto, mais grosso, mais fino, mais largo, mais leve, mais pesado, mais cheio, menos cheio etc., em atividades de comparação. 9- Compreender o significado da distância a ser percorrida entre dois lugares. 10- Comparar de maneira direta o comprimento de dois ou mais objetos (por exemplo: comparar os comprimentos de uma caneta e uma régua). 11- Comparar comprimentos horizontais, verticais e de contornos formados por linhas retas, utilizando medidas não convencionais, tais como palmo, passo, lápis etc. 12- Determinar o comprimento de caminhos utilizando medidas não convencionais (por exemplo: passos). 13- Reconhecer a relação entre o tamanho da unidade escolhida e o número obtido na contagem (por exemplo, quanto maior o passo, menos passos são necessários). 14- Realizar medições de comprimento sem a utilização de medidas convencionais. 15- Selecionar instrumentos de medida apropriados à grandeza a ser medida (por exemplo: tempo, comprimento, massa, capacidade).

	16- Utilizar instrumentos de medida com compreensão do processo de medição e das características do instrumento escolhido. 17- Fazer e utilizar estimativas de medida de tempo e de comprimento. 18- Comparar intuitivamente capacidades de recipientes de diferentes formas e tamanhos. 19- Identificar e nomear moedas e cédulas do nosso sistema monetário. 20- Comparar valor monetário utilizando diferentes cédulas e moedas. 21- Estabelecer equivalências de um mesmo valor utilizando diferentes cédulas e moedas. 22- Propor diferentes trocas de valores usando outras cédulas e/ ou moedas, seja do nosso sistema monetário ou de outros sistemas fictícios.
3º Ano	1- Compreender intuitivamente a necessidade das grandezas para o estabelecimento de comparações (por exemplo: para comparar dois objetos entre si é necessário considerar uma grandeza como referência – comprimento, massa). 2- Selecionar instrumentos de medida apropriados à grandeza a ser medida (por exemplo: tempo, comprimento, massa, capacidade). 3- Usar unidades convencionais de medida para medir comprimentos (metro e centímetro). 4- Comparar e ordenar comprimentos horizontais, verticais e de contornos formados por linhas retas e curvas por medição utilizando metros e centímetros, reconhecendo a relação entre um metro e 100 centímetros. 5- Compreender o significado de distância a ser percorrida entre dois lugares. 6- Reconhecer a relação entre a unidade escolhida e o número obtido na medição de comprimentos, massas e capacidades (metro e centímetro, quilograma e grama, litro e mililitro). 7- Realizar estimativas de medida de comprimento, massa e capacidade. 8- Realizar conversões simples entre unidades de medida convencionais mais comuns de comprimento (metro e centímetro), massa (grama e quilograma) e capacidade (litro e mililitro). Por exemplo, meio metro equivale a cinquenta centímetros. 9- Identificar tempo, calcular intervalo de tempo e usar calendário. 10- Compreender e usar equivalências importantes entre medidas de tempo (por exemplo: uma semana equivale a sete dias, um semestre tem seis meses etc.). 11- Identificar e nomear moedas e cédulas do nosso sistema monetário. 12- Comparar valor monetário utilizando diferentes cédulas e moedas. 13- Estabelecer equivalências de um mesmo valor utilizando diferentes cédulas e moedas. 14- Propor diferentes trocas de valores usando outras cédulas e/ ou moedas, seja do nosso sistema monetário ou de outros sistemas fictícios. 15- Compreender o significado de troco em transações envolvendo valores monetários. 16- Resolver e elaborar problemas simples que envolvam medidas de tempo, comprimento, massa, capacidade e valor monetário. 17- Comparar áreas de duas figuras planas recorrendo às relações entre elas ou a decomposição e composição.

4º Ano	1- Comparar e ordenar comprimentos horizontais, verticais e de contornos formados por linhas retas e curvas e por medição, reconhecendo as relações entre metro, centímetro, milímetro e quilômetro. 2- Realizar estimativas de medidas de comprimento. 3- Compreender a noção de perímetro. 4- Estimar e medir o perímetro de várias figuras planas usando unidade convencional. 5- Ordenar itens por medidas de massa (“peso”). 6- Ordenar itens por medidas de capacidade (quantidade de líquido ou de grãos, por exemplo). 7- Medir massa usando uma balança de dois pratos ou digital. 8- Comparar áreas de figuras poligonais desenhadas em malha quadriculada pela contagem de quadradinhos e metade de quadradinhos. 9- Comparar áreas de duas figuras planas recorrendo às relações entre elas ou a decomposição e composição. 10- Medir a área, cobrindo uma superfície plana com unidades quadradas. 11- Reconhecer que duas figuras podem ter a mesma área, mas não serem necessariamente congruentes. 12- Determinar experimentalmente, usando cubos, o volume de um prisma retangular. 13- Distinguir entre quantidade e massa (“peso”), evidenciando diferenças intuitivas entre as ideias de volume e densidade. 14- Demonstrar entendimento de atributos como comprimento, área, massa e volume e selecionar a unidade adequada para medir cada atributo. 15- Identificar tempo, calcular intervalo de tempo e usar calendário. 16- Desenvolver estratégias para estimar e comparar a medida da área de retângulos, triângulos e outras figuras regulares utilizando malhas. 17- Reconhecer temperatura como grandeza, identificando termômetros como instrumento de medida e o grau Celsius como unidade. 18- Resolver e elaborar problemas que envolvem medidas de comprimento, área, massa, capacidade, tempo e valor monetário.
5º Ano	1- Comparar e ordenar comprimentos horizontais, verticais e de contornos formados por linhas retas e curvas e por medição, reconhecendo as relações entre metro, centímetro, milímetro e quilômetro. 2- Reconhecer as grandezas comprimento, área, massa, capacidade, volume e temperatura, e selecionar a unidade adequada para medir cada grandeza. 3- Compreender o significado de um metro quadrado e de um centímetro quadrado para comparar áreas. 4- Determinar o perímetro de quadriláteros, triângulos e outros polígonos representados em malhas quadriculadas. 5- Estimar medidas de comprimentos e de áreas de figuras planas. 6- Compreender o uso de escalas em mapas. 7- Medir distâncias usando escalas em mapas. 8- Comparar e ordenar massas por medição, reconhecendo as relações entre grama, miligrama, quilograma e tonelada. 9- Comparar e ordenar capacidades, reconhecendo as relações entre litro e mililitro. 10- Relacionar empilhamentos de cubos com o volume de objetos tridimensionais.

	11- Resolver e elaborar problemas envolvendo medidas convencionais mais usuais. 12- Desenvolver estratégias para estimar e comparar o perímetro e a medida da área de retângulos, triângulos e outras figuras regulares utilizando malhas.
--	---

Fonte: Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco (2012).

6.1.2 Parâmetros Curriculares de Ciências.

Os Parâmetros Curriculares de Ciências Naturais para o ensino fundamental (PERNAMBUCO, 2012), organizam as expectativas de aprendizagem em quatro eixos:

1. Terra e Universo;
2. Vida e Ambiente;
3. Ser Humano e Saúde;
4. Tecnologia e Sociedade.

Para tal situação, elencamos apenas conteúdos que pudessem dialogar com as perspectivas de ensino e aprendizagem das Ciências Naturais e a Robótica Educacional, traçando parâmetros a partir do que foi visto na revisão de literatura, em razão das discussões que podem ser levantadas por meio das atividades experimentais.

Dessa forma, entendemos que as expectativas de aprendizagem oferecem diferentes graus de demanda cognitiva do estudante (PERNAMBUCO, 2012, p.24), o que nos levou a considerar a forma de se abordar certos conceitos que irão ser trabalhados apenas em anos posteriores, mas que aparecem de forma intuitiva no desenvolvimento do trabalho.

Com isso, iremos descrever as temáticas 1, 2 e 4, partindo de habilidades comuns aos quatro eixos (PERNAMBUCO, 2012, p.26-36):

Quadro 4: Competências e Habilidades Comuns aos Eixos

Competência e Habilidades Comuns aos Eixos	
Alfabetização e letramento científico.	EA1. Aprender a observar fatos, levantar e testar hipóteses, classificando, organizando informações e argumentando dentro dos princípios da ciência. EA2. Justificar e construir modelos explicativos para os fenômenos e processos da ciência.

	EA3. Desenvolver o raciocínio lógico e proporcional, por meio do uso de charges, gráficos e tabelas, entre outros. EA4. Interpretar e escrever textos sobre o conhecimento das ciências, fazendo uso da linguagem científica.
--	--

Fonte: Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco (2012).

Quadro 5: Eixo Temático 1 - Terra e Universo

Eixo Temático 1 – Terra e Universo	
Solos.	EA34. Identificar os solos argilosos e arenosos, por meio das características físicas observáveis. EA35. Diferenciar o solo argiloso do arenoso. EA36. Associar as características dos tipos de solo com o cultivo de produtos agrícolas. EA37. Identificar impactos ambientais causados pelas ações humanas relacionadas a produtividade, agropecuária, monocultura, atividades mineradoras, entre outras. EA38. Associar a adequação do solo para a agricultura a questões como contaminação da água, do ar e do próprio solo.

Fonte: Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco (2012).

Quadro 6: Eixo Temático 2 - Vida e Ambiente

Eixo Temático 2 – Vida e Ambiente	
Espaços.	EA5. Diferenciar paisagens naturais das artificiais. EA6. Diferenciar áreas urbanas e rurais, por meio de características socioeconômicas e ambientais. EA7. Descrever condições de vida do homem do campo e da cidade, propondo situações para melhoria na qualidade de vida. EA8. Identificar as características físicas de uma região (clima, solo, presença de rios e lagos, relevo e outras). EA9. Diferenciar as características fundamentais nos animais e vegetais de uma região. EA10. Identificar, em representações cartográficas, os principais ecossistemas brasileiros
Biodiversidade	EA11. Reconhecer as características fundamentais dos ecossistemas brasileiros, destacando os regionais. EA12. Reconhecer a localização e as características fundamentais dos principais biomas mundiais. EA13. Compreender a diversidade de ecossistemas existentes no Brasil, relacionandoos a biodiversidade, fatores físicos e geográficos. EA14. Reconhecer as características distintivas dos vírus em relação aos outros reinos biológicos. EA15. Diferenciar os animais vertebrados dos invertebrados. EA16. Identificar as partes de uma planta. EA17. Associar as características adaptativas dos seres vivos nos ecossistemas brasileiros, destacando os regionais.

	EA18. Compreender a organização e as características básicas de cada um dos cinco reinos biológicos. EA19. Identificar os principais representantes dos reinos biológicos. EA20. Classificar os seres vivos, a partir das características básicas dos diferentes reinos biológicos. EA21. Identificar as semelhanças e diferenças entre seres humanos, outros animais e plantas. EA22. Identificar as características e principais seres vivos existentes nos meios aquáticos e terrestres. EA23. Compreender a importância da conservação ambiental.
Organização e Metabolismo	EA20. Classificar os seres vivos, a partir das características básicas dos diferentes reinos biológicos. EA21. Identificar as semelhanças e diferenças entre seres humanos, outros animais e plantas. EA22. Identificar as características e principais seres vivos existentes nos meios aquáticos e terrestres. EA23. Compreender a importância da conservação ambiental.
Sustentabilidade	EA50. Identificar a produção de lixo como um grande problema que ameaça a vida na Terra, atraindo animais que transmitem doenças e poluindo o solo, a água, o ar. EA51. Reconhecer a importância da coleta seletiva e da reciclagem para a sociedade e o meio ambiente. EA52. Diferenciar reciclagem, reutilização e redução de objetos produzidos pela ação humana.

Fonte: Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco (2012).

Quadro 7: Eixo Temático 4 - Tecnologia e Sociedade

Eixo Temático 4 – Tecnologia e Sociedade	
Instrumentos Tecnológicos	EA5. Reconhecer o funcionamento mecânico e elétrico de alguns brinquedos, fazendo uso dos princípios da robótica. EA6. Identificar os instrumentos tecnológicos utilizados na observação do ambiente e dos seres vivos (lupa, microscópio, telescópio etc.). EA7. Reconhecer procedimentos de segurança, ao manipular objetos. EA8. Associar os diversos tipos de cultivo praticados no estado de Pernambuco, relacionando-os a características físicas do meio, matéria-prima produzida, impactos ocasionados e importância para os seres vivos.
Transformação da Matéria	EA16. Reconhecer as etapas de tratamento da água para o consumo humano. EA17. Reconhecer as etapas de tratamento do esgoto. EA18. Reconhecer os processos de separação de misturas EA19. Compreender as características gerais de ácido e base. EA20. Reconhecer a escala de pH como indicadora da características ácido-base de uma substância.

	EA21. Reconhecer as evidências da ocorrência das reações químicas. EA22. Diferenciar transformação química de transformação física. EA23. Compreender o processo de combustão, diferenciando e exemplificando combustíveis e comburentes
Sustentabilidade	EA24. Associar a ausência de condições de saneamento básico a fatores econômicos, sociais, políticos, ambientais e de saúde. EA25. Compreender as causas e as consequências do aquecimento global. EA26. Reconhecer os principais indicadores para qualidade de vida. EA27. Diferenciar água pura, água potável, água poluída, água contaminada. EA28. Reconhecer os principais agentes físicos, químicos e biológicos causadores de poluição ambiental (ar, água e solo) no estado de Pernambuco. EA29. Compreender a importância do desenvolvimento sustentável.
Física e Química Aplicadas	EA36. Reconhecer a constituição química da água. EA37. Compreender as propriedades físicoquímicas da água. EA38. Elaborar explicações sobre a fluabilidade de objetos, com base no conceito de densidade. EA39. Identificar os diferentes recursos tecnológicos empregados na meteorologia e nos polos agroindustriais. EA40. Reconhecer as propriedades de compressibilidade e elasticidade do ar. EA41. Compreender a luz como partícula e onda e suas implicações no mundo moderno. EA42. Reconhecer o °C como unidade de medida de temperatura.

Fonte: Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco (2012).

A partir dos currículos elencados anteriormente, podemos articular a robótica educacional ao processo de ensino dos professores e de aprendizagem dos alunos. O currículo se constitui a partir da seleção e organização de experiências, práticas, saberes, conhecimentos. E, a tal seleção, corresponde sempre a uma visão e concepção de sociedade, uma visão de ser humano e de mundo (D'ABREU, BASTOS, 2015, p.60).

7 IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS E O PLANO DE AÇÃO

Com base na pesquisa-ação, com o intuito de desenvolver e analisar o processo de criação de uma metodologia de uso do e-waste que facilite o processo de ensino da robótica educacional para os anos iniciais do fundamental, por meio de atividades que contemplem diferentes áreas do conhecimento, esta pesquisa partiu de problemas encontrados no ambiente escolar e na comunidade. A pesquisa teve início no primeiro semestre de 2017 e foi dividida em duas etapas, descritas nas seções 7.1 e 7.2, seguintes.

7.1 Etapa 1: O Lixo

A primeira etapa ocorreu a partir de abril de 2017 até junho do mesmo ano, um total de sete encontros com duração de duas horas aproximadamente. O ponto de partida surgiu do trabalho das competências curriculares de Ciências no quarto ano, mais especificamente sobre o eixo temático “Vida e Ambiente”.

Dessa maneira, o objetivo inicial desta etapa foi o de esclarecer os eixos norteadores da pesquisa. Assim, após a Escola ter dado início ao tema *Sustentabilidade*, identificou-se um problema recorrente na comunidade: o lixo. Com o levantamento desse primeiro problema, deu-se início a uma pesquisa de campo (Figura 12) que apresentou dois pontos como sendo os principais motivos do aumento da produção de lixo e do descarte no meio ambiente:

- 1- a comunidade tem crescido nos últimos anos;
- 2- a coleta do lixo é realizada duas vezes na semana.

Figura 12: Pesquisa e coleta de dados na comunidade



Fonte: Próprio autor.

A partir disso, seguindo os procedimentos metodológicos da pesquisa-ação, traçamos os seguintes planos:

- Identificação de resíduos eletroeletrônicos junto à comunidade: Esse procedimento passa por uma identificação e classificação do lixo (eletrônico e não eletrônico) que é produzido na própria comunidade;
- Coleta dos materiais recicláveis e resíduos eletrônicos disponíveis na comunidade, que possa dar suporte ao trabalho com a situação de ensino desejada, e transformação do mesmo.
- Planejamento e vivência do experimento com o uso da robótica com e-waste, pautados nas seguintes etapas:
 - Design;
 - Prototipação;
 - Construção;
 - Montagem.
- Analisar os materiais utilizados para mais a frente compor o kit e-waste.

No primeiro momento, foram convidados os pais dos estudantes para uma palestra de conscientização e cuidado sobre materiais eletroeletrônicos e recicláveis que são descartados de forma errônea no meio ambiente. Em seguida, foram apresentados formas e possibilidades do reuso desses materiais.

Figura 14: Palestra sobre conscientização sobre meio ambiente



Fonte: Próprio autor.

Figura 13: Sucatas eletrônicas e material reciclável que podem ser reutilizados



Fonte: Próprio autor.

A partir dos questionamentos levantados durante a palestra, alguns pais puderam identificar materiais que tinham em suas residências que poderiam servir de recursos para a instrumentação da robótica educacional na EMDM. Com isso, houve a primeira demanda de matérias (Quadro 11) que os pais trouxeram de suas residências e, a partir disso, um primeiro processamento desses recursos, principalmente nos materiais eletroeletrônicos.

Quadro 8: Lista dos materiais que foram recolhidos

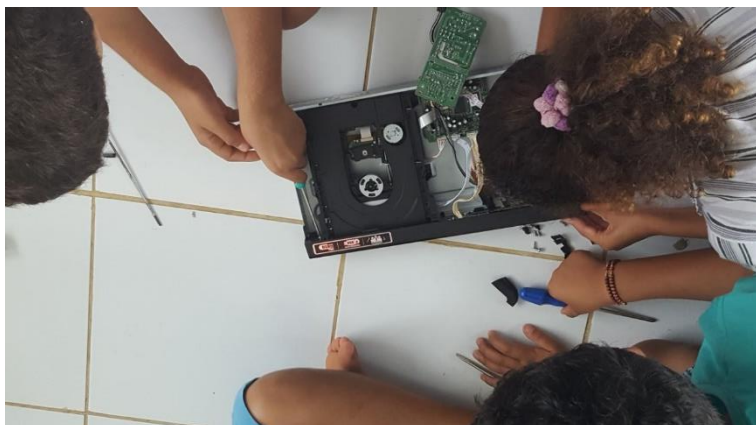
Lista de Materiais	
Sucatas eletrônicas (e-waste).	Televisão de tubo (01); Aparelho de dvd (03); Aspirador de pó (01); Ventilador (01); CPU (01); Aparelho celular (05); Controle remoto (02); Impressora (01); Pilhas usadas.
Materiais recicláveis	Garrafas PETs; CDs e DVDs; palitos de picolés; Tampas de alumínio; vasilhas de plástico.

Fonte: Próprio autor.

Após a coleta desses materiais, fizemos a primeira análise do que poderíamos trabalhar. Observamos que os materiais recicláveis poderiam ser utilizados sem problema algum, apenas fazer uma limpeza nos mesmos. No entanto, quando analisamos as sucatas eletrônicas, identificamos alguns que poderiam trazer riscos à saúde, como é o caso da televisão de tubo, que precisa ter um cuidado no momento de desmontá-la.

Assim, identificamos quais desses materiais não seriam utilizados no primeiro experimento, no caso a televisão e o ventilador. No terceiro encontro, fizemos a desmontagem das sucatas eletrônicas (Figura 15), retirando itens como motores de corrente contínua (encontrados em aparelhos como DVDs e impressoras), LEDs (encontrados em aparelhos DVDs, impressoras, controles remotos e aparelhos celulares), que pudessem ser utilizados na montagem de um robô.

Figura 15: Desmontagem das sucatas eletrônicas.



Fonte: Próprio autor.

Para a elaboração do robô, foi necessária uma experiência para que os estudantes compreendessem, de forma didática, como funciona um circuito elétrico, como um led é aceso e qual a função de um resistor, conteúdos elementares da Física. Assim que os recursos foram retirados das sucatas, realizou-se uma experiência (Figura 16 e 17) que envolvia motores de corrente contínua, leds, resistores e baterias.

Quando falamos de “experiência”, queremos deixar claro, que “a experiência é o que nos passa, o que nos acontece, o que nos toca” (LARROSA, 2002, p .21). Assim, a experiência modifica o ser, o transforma, deixa-lhe marcas, marcas essas também de saber.

Figura 16: Experiência com motores e baterias



Fonte: Próprio autor.

Figura 17: Experiência com motores e baterias



Fonte: próprio autor.

No quarto encontro, os estudantes foram separados em três grupos, cada um com o total de cinco estudantes. Propusemos a construção de um artefato com os materiais retirados das sucatas e os recicláveis disponíveis na EMDM, a partir do que tinha sido trabalhado nos encontros anteriores.

Esse artefato passou por quatro etapas iniciais:

- 1- *Design*: momento pelo qual os estudantes tiveram um momento de ideação, colocando como esse artefato funcionaria e do que seria necessário para sua construção.
- 2- *Prototipação*: os estudantes montaram uma estrutura básica do que seria o artefato utilizando cartolinas, papelão e isopor.
- 3- *Construção*: neste momento, os estudantes construíram o artefato utilizando os materiais recicláveis disponíveis, como palitos de picolés, garrafas PETs e tampas de alumínio e de plástico.
- 4- *Montagem*: neste último momento, foram utilizados e adaptados os recursos das sucatas eletrônicas, como fios, motores de corrente contínua e LEDs.

A construção teve início no quarto encontro, no entanto, devido ao tempo, os artefatos tiveram que ser finalizados nas residências dos estudantes, devido ao não

funcionamento da escola no período da tarde na época da atividade. Como resultado, apresentado no quinto encontro, os alunos trouxeram os artefatos os seguintes artefatos.

- 1- Uma lanterna construída com palitos de picolé, garrafa pet, leds e fios.

Figura 18: Artefato 1 - Lanterna



Fonte: Próprio autor.

- 2- Um pião elétrico construído com garrafa pet, fios e um motor de corrente contínua.

Figura 19: Artefato 2 - Pião elétrico



Fonte: próprio autor.

- 3- O terceiro artefato foi um protótipo de barco, construído com garrafa pet, fios e motor de corrente contínua.

Figura 20: Artefato 3 - Barco elétrico



Fonte: Próprio autor.

No quinto encontro, os estudantes apresentaram os artefatos construídos, no qual buscamos entender junto a eles quais as dificuldades encontradas naquele momento. Em seguida, propomos a utilização de outros materiais não advindos das sucatas eletrônicas, como por exemplo, motores e rodas (Figura 21) específicos para o uso em projetos com Arduino.

Figura 21: Motores e rodas utilizados em projetos com Arduino



Fonte: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-831857285-2-pcs-x-motor-dc-3-6v-caixa-de-reduco-roda-arduino-_JM

Esta segunda atividade teve início no sexto encontro e destinou-se a construção de um robô, seguindo o conceito da Teoria do Controle descrito no capítulo 2, seção 2.2, no qual um robô era definido com uma máquina que consistia basicamente em um dispositivo mecânico, composto por motores, engrenagens, articulações entre outros itens.

Foram utilizados materiais recicláveis, sucatas e e-waste, além de recursos utilizados em projetos do Arduino, no qual os alunos, divididos em grupos, criam seus projetos a partir de uma prototipação juntamente com as descrições da montagem. Optamos, nessa fase, não utilizar o Arduino e sensores, pois os estudantes nunca tinham trabalhados com esses materiais, o que demandaria uma atenção maior.

Separamos esta atividade em três momentos: Design, Prototipação, Construção e Movimento. Trabalhando, dessa forma, alguns conceitos elementares das Ciências Naturais, de uma maneira que valorizasse a criatividade do aluno refletindo a importância do trabalho coletivo na produção e na socialização dos diferentes saberes docentes envolvidos (BARBOSA et al., 2007).

O primeiro momento, do design, foi realizado de forma individual e consistiu na idealização, por parte do aluno, do robô juntamente com sua funcionalidade, transcrevendo suas ideias iniciais para uma folha de papel. Em seguida, o desenho de cada um foi apresentado para os demais da turma e discutido sobre a possibilidade da construção e melhorias que poderiam ser realizadas. A partir disso, houve um processo de *brainstorm* que ajudou na identificação e na resolução de alguns problemas.

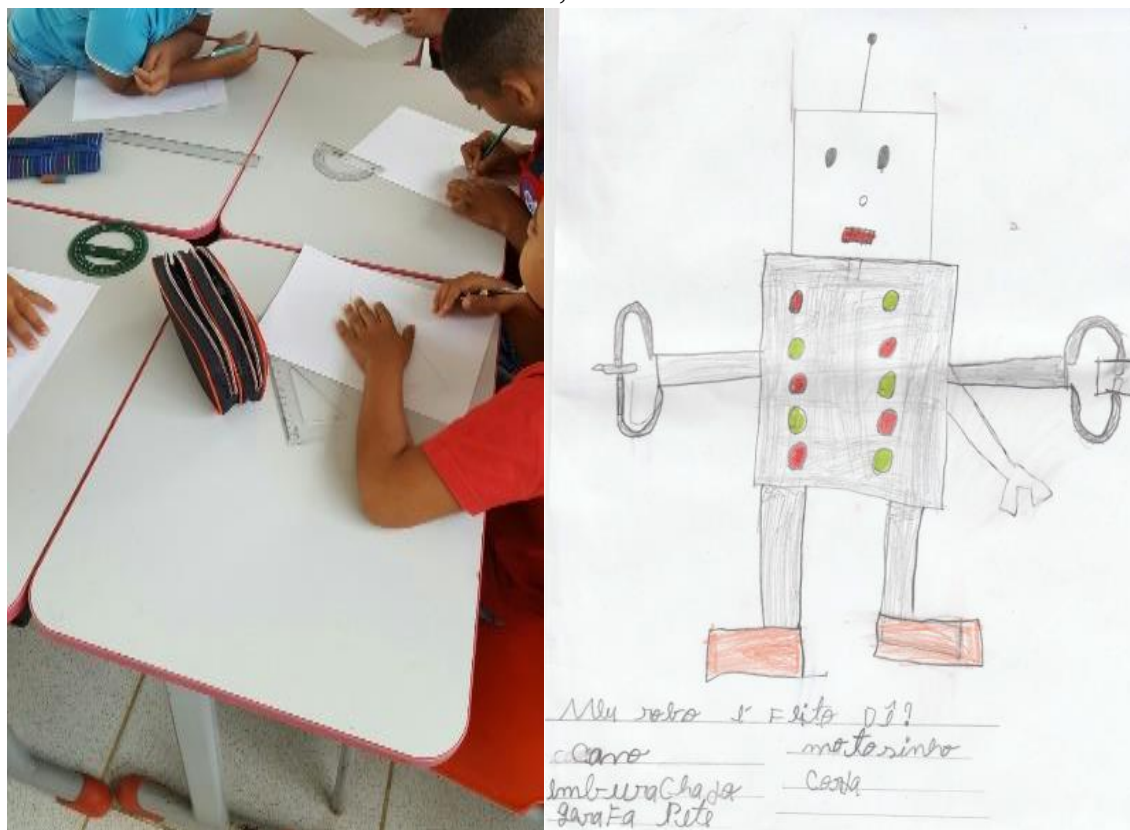
Figura 22: Design e idealização do robô



Fonte: Próprio autor.

Nesta parte introduzimos conhecimentos de formas geométricas para o desenvolvimento dos desenhos, com a utilização de réguas, compassos, transferidores e outros objetos que poderiam facilitar a aprendizagem e a produção do material.

Figura 23: Momento de idealização do robô com instrumentos como régua, transferidor, entre outros.



Fonte: próprio autor.

No sétimo encontro, para dar prosseguimento à atividade, foi necessário fazer um novo trabalho de coleta de materiais recicláveis no entorno da escola. Foi coletado alguns materiais como: garrafas PETs, papelão, palitos de picolés e tampas de garrafas, que foram utilizados na construção dos protótipos.

Dividimos os alunos em três equipes de no máximo cinco alunos, eles puderam utilizar esses e outros materiais na confecção dos protótipos robóticos que desenharam no primeiro momento. Foi possível observar a utilização de alguns instrumentos de medidas na construção dos robôs que, por sua vez, eram em formas de carros, barcos e até mesmo helicópteros com as mais diversas funções.

Figura 24: Prototipação

Fonte: Próprio autor.

Figura 25: Prototipação

Fonte: Próprio autor.

Após a construção do protótipo robótico, deu-se início a utilização de recursos eletrônicos no qual o aluno aprenderia conceitos elementares da Física, como movimento, força e condução, entendendo de forma simples e lúdica sobre o funcionamento de um robô.

conceitos de geometria e de energia, conteúdos referentes à Matemática e Física trouxeram aos alunos uma forma concreta de se ver o que é ensinado em sala de aula, isto é, uma nova moral epistemológica na

educação. Esses aspectos se mostraram mais fortes na construção dos protótipos, que por sua vez na execução apresentou fortemente algumas características de lúdico como: interesse e motivação, competição, discussão conceitual (SANTOS,2010, p. 78).

Com a prototipação e, principalmente, a demonstração desses conceitos através de sucatas eletrônicas (que são facilmente encontradas em nossas residências como: DVD's, aparelhos de som, HD de computadores antigos, etc) lançamos a seguinte missão:

“Podemos fazer nosso Robô se locomover? Como?”

A partir desse momento, os estudantes utilizaram as sucatas, motores e baterias para dar vida aos seus robôs, o que acarretou de forma direta em um processo de aprendizagem em diversas áreas das ciências exatas, como Matemática e Física. O aluno pôde descrever todo seu passo-a-passo até alcançar o que havia sido sugerido, pesquisando de forma autônoma as possíveis soluções para determinados problemas que encontraram no decorrer da atividade.

Figura 26: Barco feito com garrafa PET, motor de DVD e bateria



Fonte: Próprio autor.

Tendo como base o conceito da evolução da robótica, utilizamos os princípios básicos para promover o projeto e à medida que os alunos evoluem no conhecimento, automaticamente, o nível do conceito trabalhado irá se alterando. Observamos que este projeto tem aguçado a criatividade dos alunos ao mesmo tempo os inspira a pesquisarem

em diversos meios sobre robôs. Além do que foi percebido, através de conversas, que os pais têm ajudado na construção e desenvolvimento dos projetos, o que acarreta uma maior participação na vida escolar dos seus filhos.

Figura 27: Robôs com sucatas



Fonte: Próprio autor.

A última imagem (Figura 27) é o resultado final de dois grupos que construíram robôs com sucatas e que se movimentavam a partir de ligações diretas com baterias, no qual um desses robôs tinha a função de coletar lixo. O resultado desse processo foi apresentado e validado na “I Mostra de Conteúdo Digital” (Figura 28 e 29), que ocorreu na própria instituição de ensino.

Figura 28: Apresentação da versão final do barco



Fonte: Próprio autor.

Figura 29: Apresentação do funcionamento da parte elétrica do carrinho.



Fonte: Próprio autor.

Durante esse processo, os estudantes buscaram de forma autônoma métodos para a resolução dos problemas que foram apresentados, havendo um diálogo entre todas as partes envolvidas: educador, estudantes e comunidade. A experiência permitiu a observação de alguns pontos que serão bastantes relevantes para os resultados desta pesquisa, como apresentados na análise a seguir.

7.1.1 Análise dos resultados da Etapa 1

Esta atividade destinou-se a construção de um robô com materiais recicláveis, e-waste e alguns recursos utilizados em projetos do Arduino. No qual, os estudantes criam seus projetos a partir de uma prototipação juntamente com as descrições da montagem. No decorrer das oficinas foram introduzidas, de forma lúdica, conceitos elementares de Matemática e Ciências da Natureza, que serão descritos nessa seção.

Essa análise é uma retrospectiva a condução da sequência instrucional desenvolvida, sendo possível identificar duas categorias de resultados: desenvolvimento de competências curriculares e correspondência entre expectativas e resultados.

Na categoria desenvolvimento de competências curriculares foram mapeados a percepção de conhecimentos relacionados aos campos de conhecimento da Matemática e das Ciências Naturais. Para mapear, foram utilizados os objetos de conhecimentos apresentados nos Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco (PCPE).

Nos momentos de design, observou-se a necessidade dos estudantes em utilizarem conhecimentos matemáticos, tanto para elaborar os desenhos quanto na hora da construção dos artefatos robóticos. De forma que, elencamos os seguintes conhecimentos mapeados durante a atividade.

Quadro 9: Conteúdos de Matemática trabalhados

UNIDADES TEMÁTICAS	OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
Geometria	Problemas envolvendo diferentes significados geométricos no design e na construção de artefatos robóticos.	1- Descrever, comparar e classificar figuras planas (triângulo, quadrado, retângulo e círculo) ou espaciais (paralelepípedo, pirâmide e esfera) por características comuns,

		mesmo que apresentadas em diferentes disposições. 2- Desenhar um bloco retangular em perspectiva (por exemplo, usando malhas ou régua).
Grandezas e Medidas	Problemas envolvendo significados em diferentes tipos de medidas.	1- Compreender intuitivamente a necessidade das grandezas para o estabelecimento de comparações (por exemplo: para comparar dois objetos entre si é necessário considerar uma grandeza como referência – comprimento, massa). 2- Selecionar instrumentos de medida apropriados à grandeza a ser medida (por exemplo: tempo, comprimento, massa, capacidade). 3- Usar unidades convencionais de medida para medir comprimentos (metro e centímetro). 4- Estimar medidas de comprimentos e de áreas de figuras planas. 5- Resolver e elaborar problemas envolvendo medidas convencionais mais usuais.

Fonte: Próprio autor.

Os temas elencados acima, foram trabalhados de forma transversal à construção do artefato robótico. Com isso, foi possível observar habilidades que já os estudantes já tinham trabalhado em sala de aula e outros que ainda seriam trabalhados, como estimar medidas de comprimentos em figuras.

Já no âmbito das Ciências Naturais, observamos diversos conceitos elementares ao estudo da Física, que foram trabalhados de forma interdisciplinar no processo de desenvolvimentos dos artefatos.

Quadro 10: Conteúdos Ciências Naturais trabalhados

UNIDADES TEMÁTICAS	OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
Alfabetização e letramento científico.	Desenvolver processos de pesquisa.	1- Aprender a observar fatos, levantar e testar hipóteses, classificando, organizando informações e argumentando dentro dos princípios da ciência. 2- Justificar e construir modelos explicativos para os fenômenos e processos da ciência.
Sustentabilidade	Processo de coleta e seleção do lixo para determinar os materiais recicláveis e as sucatas eletrônicas.	1- Identificar a produção de lixo como um grande problema que ameaça a vida na Terra, atraindo animais que transmitem doenças e poluindo o solo, a água, o ar. 2- Reconhecer a importância da coleta seletiva e da reciclagem para a sociedade e o meio ambiente. 3- Diferenciar reciclagem, reutilização e redução de objetos produzidos pela ação humana.
Instrumentos Tecnológicos	Processo de tratamento, utilização e reutilização dos recursos tecnológicos para a construção dos artefatos.	1- Reconhecer o funcionamento mecânico e elétrico de alguns brinquedos, fazendo uso dos princípios da robótica. 2- Reconhecer procedimentos de segurança, ao manipular objetos.

Fonte: Próprio autor.

Assim como nos conteúdos da Matemáticos, os estudantes se depararam com conceitos que ainda não tinham sido vistos. Um exemplo dessa situação é o momento que os estudantes identificam o funcionamento dos leds. O diálogo a seguir expõe esse tipo de situação.

Pesquisador: “...precisamos fazer com que esse LED vermelho acenda, como podemos fazer isso utilizando apenas esta bateria?”

Estudante 1: “o LED acender se estiver certo. Se estiver errado, ele não acende” (Referindo-se ao polo negativo e positivo do LED).

Estudante 2: “... mas tem também o negócio que não deixa a eletricidade queimar o LED!” (Referindo-se ao resistor utilizado durante as aulas).

Por meio dessa atividade, tentamos criar uma base de conceitos e materiais específicos para o uso do e-waste no ensino da robótica, que servirá de apoio para o desenvolvimento da Etapa 2, descrita na seção seguinte. Esse processo de desenvolvimento diz respeito à autonomia do ser educando (FREIRE, 1996) que influencia de forma direta no processo criativo, ao qual, para Blikstein (2012),

é uma tragédia ver, a cada dia, milhares de alunos sendo convencidos de que são incapazes e pouco inteligentes simplesmente porque não conseguem se adaptar a um sistema equivocado. A situação é particularmente cruel em nossas escolas públicas, porque para esses alunos a escola é um dos poucos locais de contato com a cultura formal e a ciência (p. 03).

7.2 Etapa 2: A Horta

Para dar continuidade ao trabalho da robótica com e-waste, de forma evolutiva, resolvemos aplicar essa segunda etapa ao trabalho. Nesse momento, acrescentaremos aos materiais trabalhados, o uso do Arduino, sensores e a programação. Essa etapa foi realizada no segundo semestre de 2017, pois, era necessário um trabalho mais avançado com os estudantes para que eles compreendessem essas novas ferramentas.

Partindo de um estudo exploratório sobre os problemas encontrados na horta da própria escola, os estudantes dos anos iniciais do fundamental, orientados pelo educador responsável, deram início ao projeto sobre soluções para a irrigação de hortas. Pautado no currículo escolar de Ciências Naturais, cujo tema era “Plantas”, o educador deu início à construção de soluções que pudessem engajar os estudantes na participação do projeto.

A partir disso, na Escola Manoel Domingos de Melo, educadores e estudantes, por meio de metodologias ativas como a Problem Based Learning (PBL), constroem cenários que buscam investigar problemas encontrados na própria escola ou comunidade, pautados

no currículo escolar. Dessa forma, passando por um processo investigativo, identificou-se um problema hídrico que afetava de forma direta a horta da escola.

A partir desse reconhecimento sobre tal dificuldade, teve início o trabalho de investigação de diferentes tipos de solo e hortaliças (Figura 30), como primeiro passo para a identificação de possíveis soluções na irrigação.

Figura 30: Pesquisa exploratória na comunidade



Fonte: Próprio autor.

Buscando possíveis soluções para as dificuldades de irrigação existente na escola, que envolvem a ausência de pessoas para a irrigação nos momentos em que a escola está fechada e a carência de água, os estudantes buscaram compreender o funcionamento de um sistema de irrigação além dos diferentes tipos de solos e as plantas que melhor se adaptam a cada um deles.

Foi verificado então, a recorrência de algumas hortaliças como coentro, cebolinha, manjericão, pimenta e hortelã que, pelo tipo de solo encontrado, tem uma maior facilidade no cultivo.

Após esse primeiro momento, a professora sugeriu a confecção de maquetes com os exemplos identificados, apresentando as possibilidades de irrigação de uma horta de grande porte. No entanto, os estudantes perceberam que aqueles tipos de irrigações que

eram utilizados não eram viáveis para a pequena horta da escola, já que demandava uma grande quantidade de água.

Em um segundo momento, os estudantes desenvolveram protótipos de vasos com diferentes tipos de irrigação para que o consumo da água pudesse ser otimizada, utilizando garrafas PETs e cordões de lã (Figura 31).

Figura 31: Construção dos vasos para otimização da água



Fonte: Próprio autor.

Diante disso, os alunos puderam conhecer características das plantas a partir das observações diárias, identificando as principais partes e a importância da água e da luz para elas. Porém, verificou-se a necessidade de observar constantemente todos os protótipos para identificar se a planta precisava de água naquele momento ou não. Logo, surgiu a ideia de automatizar o processo de verificação da umidade do solo, para determinar de forma fácil e rápida se a planta necessita de irrigação.

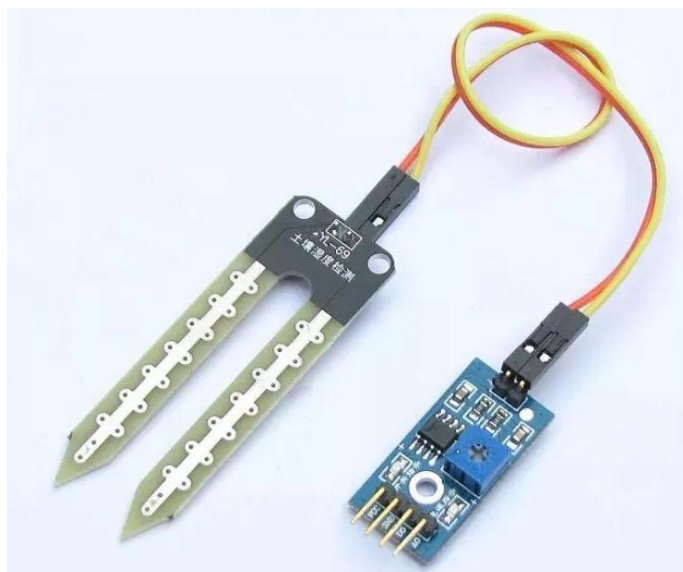
Com as constantes interrupções na aula por parte dos alunos, curiosos e preocupados com a irrigação das plantas, surgiu a ideia de automatizar esse processo de forma que facilitasse a visualização de quando fosse preciso regar ou não. Então, imaginou-se um protótipo que, por meio de variações das cores dos LEDs pudesse realizar esse tipo de procedimento.

O protótipo partiu da concepção desde o design, passando pela construção, montagem, automação e controle dos parâmetros, passando por diferentes áreas do conhecimento, contribuindo para o processo de ensino e aprendizagem. No primeiro momento, do design, os alunos apresentaram diferentes ideias de como poderia ser esse protótipo, reconhecendo os materiais que necessitariam para a construção.

Partindo do primeiro protótipo de vaso, os estudantes junto à professora verificaram a necessidade da robótica como ferramenta facilitadora desse processo de automatização. Com o auxílio do pesquisador, foram destacadas algumas ferramentas necessárias para o desenvolvimento do protótipo, como o Arduino e sensores.

Além do Arduino, foram utilizados sensores de umidade de solo (Figura 32) e LEDs coloridos para indicar a situação do solo em relação a umidade do mesmo. A cor verde indicava “solo úmido”, a cor amarela, “moderadamente úmido” e, por último, a cor vermelha para indicar “solo seco”.

Figura 32: Sensor de umidade de solo



Fonte: Próprio autor.

Mesmo o Arduino sendo uma plataforma eletrônica relativamente fácil de se trabalhar, em relação a outros modelos de hardwares, foi necessário o auxílio do pesquisador na construção da programação para o funcionamento do sensor e identificação dos parâmetros de variação de medidas.

Sabendo que o sensor de umidade de solo possui um canal analógico (A0), no qual podemos medir os valores reais entre 0 e 1023, foram realizados alguns testes no solo e em um copo com água afim de poder determinar os parâmetros de leitura do sensor. Com isso, pudemos utilizar os seguintes parâmetros na programação (Figura 32):

- Entre 0 e 400 ($0 < x < 400$), solo úmido;
- Entre 400 e 800 ($400 < x < 800$), umidade moderada;
- Acima de 800 e menor que 1024 ($800 < x < 1024$), solo seco.

Figura 33: Trecho da programação do sensor de umidade



```

Sensor_umidade | Arduino 1.8.1
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

Sensor_umidade

#define pino_sinal_analogico A0
#define pino_led_vermelho 5
#define pino_led_amarelo 6
#define pino_led_verde 7

int valor_analogico;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(pino_sinal_analogico, INPUT);
  pinMode(pino_led_vermelho, OUTPUT);
  pinMode(pino_led_amarelo, OUTPUT);
  pinMode(pino_led_verde, OUTPUT);
}

void loop()
{
  //Le o valor do pino A0 do sensor
  valor_analogico = analogRead(pino_sinal_analogico);

  //Mostra o valor da porta analogica no serial monitor
  Serial.print(valor_analogico);

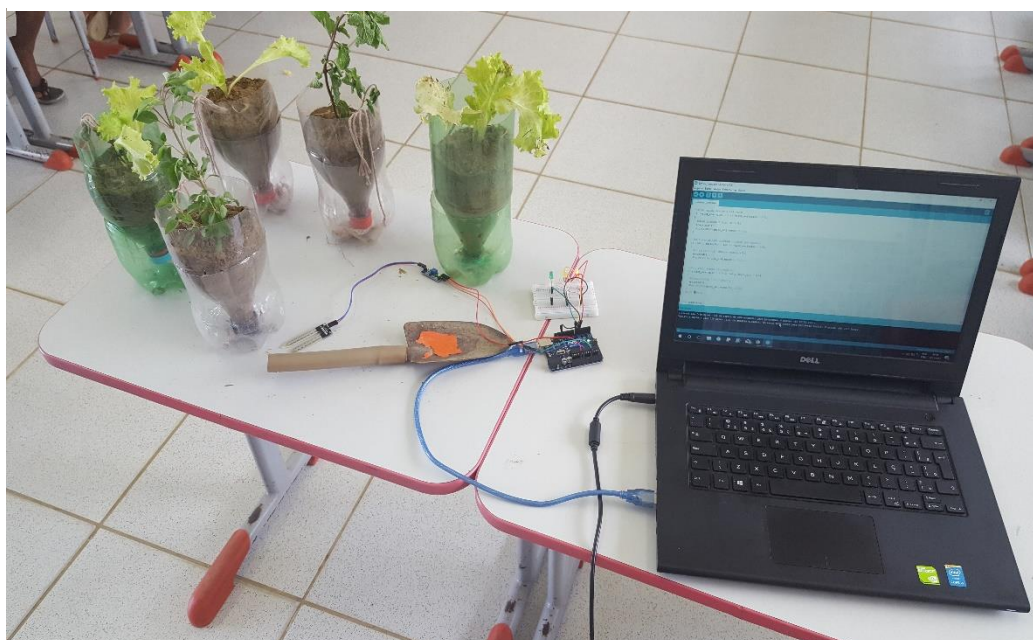
  //Solo umido, acende o led verde
  if (valor_analogico > 0 && valor_analogico < 400)
  {
    Serial.println("Solo úmido");
  }
}

```

Fonte: Próprio autor.

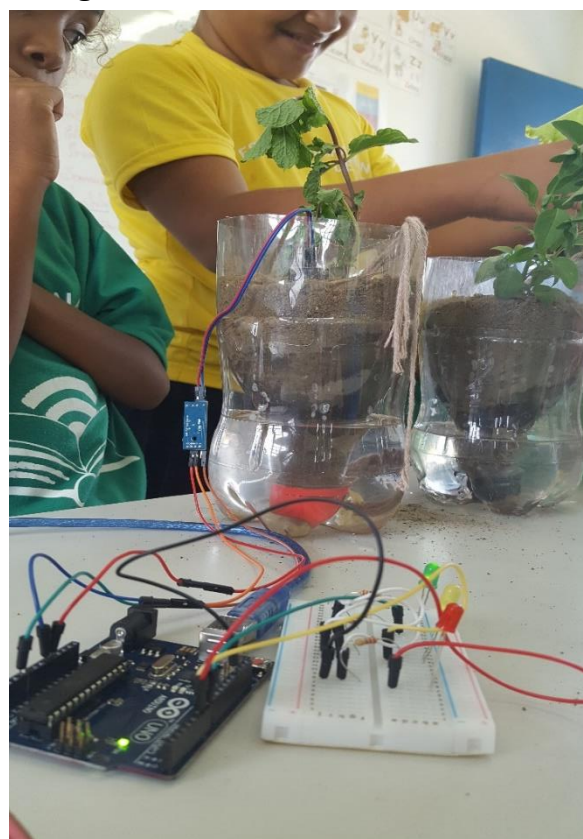
Após a programação do Arduino para captar os dados do sensor e, com isso, enviar o sinal para ascender e/ou apagar o LED verde, amarelo ou vermelho, os estudantes utilizaram os primeiros protótipos de vasos (Figura 34 e 35) para continuar fazendo as observações, agora, de uma forma automatizada.

Figura 34: Teste do sensor de umidade e dos LEDs



Fonte: Próprio autor.

Figura 35: Teste do sensor de umidade



Fonte: Próprio autor.

Por último, os estudantes adquiriram pequenos vasos no qual precisaram modificar para o encaixe do Arduino, sensor e LEDs, desenvolvendo um momento “mão na massa” no qual tiveram que usar a criatividade para fazer as adaptações necessárias. O resultado final do protótipo (Figura 36) foi apresentado e validado na I Mostra PITCH da escola, realizada em dezembro de 2017.

Figura 36: Resultado final do Vaso Inteligente



Fonte: Próprio autor.

Com isso, os alunos puderam exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas, além de criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

7.2.1 Análise dos resultados da Etapa 2

A partir da problemática da crise hídrica na horta na escola e ancorados na Robótica Educacional, uma jornada baseada na metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas foi concebida, desenvolvida e validada. Com uma turma dos anos iniciais, educador e estudantes foram envolvidos em um processo de aprendizagem que envolveu as seguintes etapas: reconhecimento da realidade, identificação dos problemas, escolha do problema, desenho da solução, prototipação da solução e validação.

É importante destacar que, desde o início do projeto, a professora teve como aporte o currículo escolar referente ao que estava sendo pesquisado. De acordo com os Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco (2012), podemos descrever as competências e habilidades para o ensino de Ciências Naturais para o Ensino fundamental – anos iniciais – neste projeto, como:

Quadro 11: Conteúdos de Ciências Naturais trabalhados

UNIDADES TEMÁTICAS	OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
Alfabetização e letramento científico.	Desenvolver processos de pesquisa.	1- Aprender a observar fatos, levantar e testar hipóteses, classificando, organizando informações e argumentando dentro dos princípios da ciência. 2- Justificar e construir modelos explicativos para os fenômenos e processos da ciência.
Solo	Estudo exploratório sobre os tipos de solos existentes na comunidade.	1- Identificar os tipos de solo, por meio das características físicas observáveis. 2- Diferenciar os solos. 3- Associar as características dos tipos de solo com o cultivo de produtos agrícolas. 4- Identificar impactos ambientais causados pelas ações humanas relacionadas a produtividade, agropecuária, monocultura, atividades mineradoras, entre outras.

		5- Associar a adequação do solo para a agricultura a questões como contaminação da água, do ar e do próprio solo.
Instrumentos Tecnológicos	Processo de tratamento, utilização e reutilização dos recursos tecnológicos para a construção dos artefatos.	1- Reconhecer o funcionamento mecânico e elétrico de alguns brinquedos, fazendo uso dos princípios da robótica. 2- Reconhecer procedimentos de segurança, ao manipular objetos. 3- Associar os diversos tipos de cultivo praticados no estado de Pernambuco, relacionando-os a características físicas do meio, matéria-prima produzida, impactos ocasionados e importância para os seres vivos.

Fonte: Próprio autor.

A relevância desta atividade está no fato do estudo exploratório, partindo de uma investigação do problema da irrigação existente na comunidade até o momento de apropriação e criação de parâmetros que permitem identificar quando o solo está seco, moderadamente úmido ou úmido, fazendo que o responsável tenha uma maior atenção sobre a planta, possibilitando a irrigação no momento necessário, tudo isso contextualizado com o currículo escolar.

A contextualização do que vai ser ensinado permite que os alunos estabeleçam um vínculo dos seus conhecimentos cotidianos com os novos que serão adquiridos. Na fase de contextualizar, estabelece-se uma conexão dos conhecimentos prévios, que o aluno possui, com os novos e insere-se uma atividade prática, podendo ser uma situação-problema relacionada com o mundo real. (CRUZ; FRANCESCHINI; GONÇAVES, 2003, p.13).

Pesquisas e experimentações motivaram a produção inicialmente de vasos autoirrigáveis e maquetes de sistemas de irrigação. Como resultado final do projeto, protótipos de vasos inteligentes foram desenvolvidos. Competências como pensamento

criativo, resolução de problemas, comunicação e colaboração foram amplamente desenvolvidas.

8 SÍNTESE

Como ponto de partida da análise geral das nossas observações, elencamos pontos importantes que passamos durante todo o procedimento da pesquisa. Tomaremos como norteadores os objetivos específicos definidos como cruciais que, no entanto, não foram apresentadas de forma específica no decorrer do trabalho.

8.1 Entraves e Facilidades no trabalho

É importante salientar que este trabalho foi desenvolvido em uma escola municipal localizada no Sítio Oiteiro, na zona rural da cidade Vitória de Santo Antão. Levávamos cerca de trinta minutos de carro do centro de Vitória até a escola, por uma estrada de barro.

Com toda a dificuldade de se chegar na escola, no qual, boa parte dos educadores se deslocam de municípios vizinhos e até mesmo do Recife, cerca de 55 km, esbarramos no nosso principal problema durante o tempo da pesquisa, a dificuldade no caminho de acesso à escola. Em dias chuvosos, torna-se quase impraticável a ida ao Oiteiro, pois os carros ficam presos nos lamaçais, só passando veículos com tração nas quatro rodas.

Além disso, podemos elencar a falta de recursos básicos na própria comunidade que acabam refletindo de forma direta na escola, como foi o caso do problema hídrico que culminou no projeto do “vaso inteligente”.

Dentro do espaço organizacional da escola, a flexibilização dos educadores quanto ao horário das atividades foi um ponto positivo. Os encontros eram geralmente realizados no após o intervalo, das 9:20 as 11:20. No entanto, quando houve a necessidade de se expandir esse horário, os educadores foram bastante solícitos e atenderam ao pedido.

Essa situação foi facilitada pelo fato de todos os educadores serem polivalente, logo, conseguíamos planejar a entrada e ação sem a preocupação de ter um tempo reduzido devido a entrada de outro educador. Outro fator considerado positivo, foi em relação ao espaço físico da escola que, apesar de não possuir um laboratório específico

para este tipo de trabalho, dispunha de salas amplas com cadeiras e mesas que poderiam ser ajustadas de acordo com a atividade.

Ainda em relação aos educadores, um ponto que vale a pena ser discutido, é a respeito da formação de professores com o para o ensino da robótica educacional. Grande parte dos educadores da Manoel Domingos nunca tinham trabalhado com a robótica, apenas dois tiveram uma breve formação em outra rede municipal de ensino.

Com isso, foi necessário no decorrer da pesquisa a realização de dois encontros de formação de professores na área da robótica educacional. Já que os mesmos apresentavam dificuldades durante as atividades.

Com respeito ao trabalho em si, percebeu-se a necessidade, da organização por parte de educadores e estudantes, de algo que os guiasse desde o início do projeto até a conclusão do mesmo. Pensando nisto, adaptamos um modelo de Canvas⁵ de negócios para um Canvas de Robótica Educacional, de forma que a pessoa possa desenvolver seu projeto pautado em alguns critérios. Esse material está disponível como anexo neste trabalho.

Após todos esses momentos, é necessário fazer um resgate dos objetivos específicos e analisá-los de acordo com o que foi pesquisado e os respectivos resultados. Para tal, vamos elencar os objetivos um por um, descrevendo os resultados:

1. *Descrever e analisar o procedimento de coleta e separação dos resíduos eletrônicos e recicláveis.*

O primeiro objetivo teve início logo na identificação dos problemas na escola e comunidade. Partindo do princípio de conscientização ambiental, os estudantes, pais, educadores e moradores da comunidade assistiram uma palestra sobre o descarte de materiais de forma errônea no meio ambiente, apresentando os malefícios que isso poderia trazer a curto e longo prazo.

A partir disso, houve uma breve oficina em que foram apresentadas diferentes formas de reutilização desses recursos. Para o caso dos materiais que poderiam causar riscos à saúde, foram evidenciadas situações de coletas seletivas e locais que esses materiais poderiam ser enviados.

⁵ Ferramenta de planejamento.

Como resultado desse primeiro momento, houve um processo de coleta desses materiais na comunidade que envolveu os estudantes, educadores e pais. Diante disso, percebeu-se que a maior produção de lixo, na comunidade, eram materiais plásticos. A baixa produção de sucatas eletrônicas nos levou a repensar na construção do kit e-waste, pois, a quantidade de lixos eletrônicos produzidos em determinado local vai depender de variáveis socioeconômicas.

2. *Investigar métodos e itens que possam compor um kit de baixo custo, concebido desde o design, da percepção, montagem, automação e controle de um robô, passando por diferentes áreas do conhecimento.*

No segundo objetivo, observamos os materiais que podiam ser encontrados facilmente na comunidade, como garrafas PETs, palitos de picolés e materiais de plástico em geral. No entanto, os recursos eletrônicos foram escassos devido baixo poder econômico da comunidade.

Isso reflete diretamente na construção do kit, pois é necessário compreender o quanto determinado local ou região produz de lixo eletrônico, assim, foi necessário comprar um maior número de materiais para completar a produção dos artefatos robóticos, como apresentados anteriormente.

A partir da coleta inicial, com os materiais recolhidos, pudemos dar início aos estudos que circundam a robótica educacional, estudos esses que permeiam diferentes áreas do conhecimento, como a Matemática e Física. Todo o processo foi pautado no currículo escolar, desde a pesquisa dos problemas, passando pela construção dos artefatos robóticos, até o processo de validação do mesmo.

3. *Investigar limites e possibilidades no processo de construção do robô por meio do e-waste.*

Já no terceiro item dos objetivos, identificamos os limites e as possibilidades da construção de um robô utilizando o e-waste. Pudemos observar que o e-waste por si só não acarretará o ensino da robótica, se faz necessário a utilização de outras ferramentas para o processo de automação do robô.

Para isso, utilizamos o Arduino, sensores e motores, além da plataforma de programação para o controle do robô. As sucatas eletrônicas, trabalhadas de forma separada, agregar valores experimentais, no qual o estudante pode praticar e conhecer por

meio de experiências que tragam diferentes tipos de conhecimento, perpassando por diversas áreas.

4. *Identificar os conhecimentos mobilizados na Elaboração do Kit de Robótica e o seu uso nos projetos.*

Como dito anteriormente, a robótica só será educacional se conseguir propiciar que diferentes áreas do conhecimento estejam presentes no desenvolvimento do trabalho. Por isso, analisamos os seguintes pontos dispostos neste texto:

a. Quais são os conhecimentos que surgem?

Durante o desenvolvimento deste trabalho, observamos os conhecimentos que surgiam durante os processos de design, montagem, automação e controle de um robô. Com isso, pudemos identificar conteúdos relacionados principalmente com a Matemática e as Ciências Naturais.

Diante disso, identificamos os seguintes conhecimentos que podem ser mobilizados quando se constrói um kit, ao invés de usar um pronto. Para a área de conhecimento da Matemática, temos as seguintes habilidades:

Geometria – (1) *Descrever, comparar e classificar figuras planas (triângulo, quadrado, retângulo e círculo) ou espaciais (paralelepípedo, pirâmide e esfera) por características comuns, mesmo que apresentadas em diferentes disposições;* (2) *Desenhar um bloco retangular em perspectiva (por exemplo, usando malhas ou régua).*

Grandezas e Medidas – (1) *Compreender intuitivamente a necessidade das grandezas para o estabelecimento de comparações (por exemplo: para comparar dois objetos entre si é necessário considerar uma grandeza como referência – comprimento, massa);* (2) *Selecionar instrumentos de medida apropriados à grandeza a ser medida (por exemplo: tempo, comprimento, massa, capacidade);* (3) *Usar unidades convencionais de medida para medir comprimentos (metro e centímetro);* (4) *Estimar medidas de comprimentos e de áreas de figuras planas; Resolver e elaborar problemas envolvendo medidas convencionais mais usuais.*

No âmbito das Ciências Naturais, identificamos as seguintes habilidades:

Letramento Científico – (1) *Aprender a observar fatos, levantar e testar hipóteses, classificando, organizando informações e argumentando dentro dos princípios da*

ciência; (2) Justificar e construir modelos explicativos para os fenômenos e processos da ciência.

Sustentabilidade – (1) Identificar a produção de lixo como um grande problema que ameaça a vida na Terra, atraindo animais que transmitem doenças e poluindo o solo, a água, o ar; (2) Reconhecer a importância da coleta seletiva e da reciclagem para a sociedade e o meio ambiente; (3) Diferenciar reciclagem, reutilização e redução de objetos produzidos pela ação humana.

Instrumentos Tecnológicos – (1) Reconhecer o funcionamento mecânico e elétrico de alguns brinquedos, fazendo uso dos princípios da robótica; (2) Reconhecer procedimentos de segurança, ao manipular objetos; (3) Associar os diversos tipos de cultivo praticados no estado de Pernambuco, relacionando-os a características físicas do meio, matéria-prima produzida, impactos ocasionados e importância para os seres vivos.

Solo – (1) Identificar os tipos de solo, por meio das características físicas observáveis; (2) Diferenciar os solos; (3) Associar as características dos tipos de solo com o cultivo de produtos agrícolas; (4) Identificar impactos ambientais causados pelas ações humanas relacionadas a produtividade, agropecuária, monocultura, atividades mineradoras, entre outras; (5) Associar a adequação do solo para a agricultura a questões como contaminação da água, do ar e do próprio solo.

b. Quais conhecimentos já foram trabalhados?

No item (b), identificamos os conhecimentos que já haviam sido trabalhados em anos anteriores. Com isso, é possível observar uma certa familiarização e facilidade dos estudantes com esses itens elencados a seguir:

Matemática: Descrever, comparar e classificar figuras planas (triângulo, quadrado, retângulo e círculo); Compreender intuitivamente a necessidade das grandezas para o estabelecimento de comparações (por exemplo: para comparar dois objetos entre si é necessário considerar uma grandeza como referência – comprimento, massa); Selecionar instrumentos de medida apropriados à grandeza a ser medida (por exemplo: tempo, comprimento, massa, capacidade).

Ciências Naturais: Identificar a produção de lixo como um grande problema que ameaça a vida na Terra, atraindo animais que transmitem doenças e poluindo o solo, a água, o

ar; Reconhecer a importância da coleta seletiva e da reciclagem para a sociedade e o meio ambiente; Identificar os tipos de solo, por meio das características físicas observáveis; Diferenciar os solos; Associar as características dos tipos de solo com o cultivo de produtos agrícolas; Identificar impactos ambientais causados pelas ações humanas relacionadas a produtividade, agropecuária, monocultura, atividades mineradoras, entre outras;

c. Quais os conhecimentos que estão sendo trabalhados em sala de aula?

Em paralelo ao trabalho, observamos os conteúdos que estavam sendo vivenciados naquele momento em sala de aula. Destacamos que os professores são polivalentes, logo, as observações foram feitas nas aulas referentes de Matemática e Ciências Naturais.

Matemática: *Usar unidades convencionais de medida para medir comprimentos (metro e centímetro); Estimar medidas de comprimentos e de áreas de figuras planas.*

Ciências Naturais: *Identificar a produção de lixo como um grande problema que ameaça a vida na Terra, atraindo animais que transmitem doenças e poluindo o solo, a água, o ar; Reconhecer a importância da coleta seletiva e da reciclagem para a sociedade e o meio ambiente; Identificar impactos ambientais causados pelas ações humanas relacionadas a produtividade, agropecuária, monocultura, atividades mineradoras, entre outras;*

d. E, por último, quais os conhecimentos que serão trabalhados apenas nos anos posteriores, mas que surgem de forma intuitiva ou empírica?

Neste último item, identificamos os conhecimentos que surgiram de forma intuitiva ou empírica, que serão apenas trabalhados nos anos posteriores no ensino escolar.

Matemática: *Desenhar um bloco retangular em perspectiva (por exemplo, usando malhas ou régua); Estimar medidas de comprimentos e de áreas de figuras planas; Resolver e elaborar problemas envolvendo medidas convencionais mais usuais.*

Ciências Naturais: *Justificar e construir modelos explicativos para os fenômenos e processos da ciência; Diferenciar reciclagem, reutilização e redução de objetos produzidos pela ação humana; Reconhecer o funcionamento mecânico e elétrico de alguns brinquedos, fazendo uso dos princípios da robótica; Reconhecer procedimentos*

de segurança, ao manipular objetos; Associar a adequação do solo para a agricultura a questões como contaminação da água, do ar e do próprio solo.

Com isso, após a identificação de todos esses dados, podemos ressaltar o processo de validação do kit e-waste, como apertando no último item dos objetivos específicos.

- 5. Desenvolver e validar uma metodologia que possibilite o ensino da robótica educacional de baixo custo, por meio de um kit composto por e-waste, Arduino e outras ferramentas.*

Como resultado final, pudemos observar o último objetivo específico. Pautado em um currículo, o ensino da robótica de baixo custo se dá por meio da utilização e/ou reutilização de recursos encontrados na escola e na própria comunidade, somados a outras ferramentas que possibilitem a automação como resultado final.

Todos os projetos desenvolvidos durante a pesquisa foram validados em Mostras mensais, com apresentação do protótipo e, além disso, submissões de artigos científicos em congressos nas áreas de Educação e Educação Tecnológica. Com isso, obtivemos como resultado final, uma lista de materiais que podem complementar o e-waste, por um período de um ano letivo, aproximadamente.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Elaborar um kit de robótica educacional de baixo custo que viabilize a aprendizagem de conteúdos ligados ao currículo escolar, é um fator importante de contribuição para a construção de um currículo com robótica e programação na educação básica.

Nesse sentido, em nosso estudo percebemos que só a sucata eletrônica (e-waste) e os materiais recicláveis por si só não conseguem realizar o processo de ensino e aprendizagem da robótica. No entanto, esses recursos são extremamente importantes para a construção de um projeto de baixo custo, além de agregar valores educacionais e ambientais.

Assim, considerando um tema do currículo escolar para o ensino e aprendizagem de forma interdisciplinar, contextualizada a partir de um problema real enfrentado pelo estudante, podemos ter a robótica como uma importante ferramenta ao desenvolvimento desse tipo de solução.

Nesse sentido, o estudo trouxe à tona dois problemas bastante recorrentes a esse meio. O primeiro se refere ao ensino da robótica sem conhecer os conceitos elementares que a regem, ou seja, começar a trabalhar com os estudantes princípios básicos de montagem e programação, sem ele entender de verdade como funciona um circuito elétrico, o porquê que um LED queima, entre outras situações.

Em resumo, o primeiro contato do estudante com a robótica deverá ser por momentos em que ele possa realizar testes, experiências e pôr a mão na massa, antes de chegarmos na montagem e programação de determinados “kits”.

O segundo ponto é decorrente do primeiro, e trata da importância de se ter o ensino da robótica pautado em um currículo comum. Com isso, podemos apresentar diferentes situações de forma didática ao estudante, situações essas que podem trazer conceitos elementares de diferentes áreas do conhecimento.

Independente do aluno ter trabalhado ou não em sala de aula determinados conceitos, é interessante observar os conhecimentos que podem surgir de forma intuitiva

ou empírica, em paralelo ao que está sendo trabalho. Com isso, ele poderá alcançar conhecimentos de forma palpável, trazendo para sua realidade.

Partindo dessas preposições, acreditamos que a Robótica Educacional, proporciona um processo de ensino e aprendizagem mais empolgante ao estudante. Ou seja, o colocar a mão na massa se faz uma ferramenta da robótica no âmbito da educação, possibilitando incorporar o fazer em si com recursos tecnológicos.

A partir dessa situação, e tendo em vista todo o desenvolvimento deste trabalho, observamos que vários recursos podem ser reutilizados na robótica. Esses materiais são de fácil acesso e estão disponíveis muitas vezes na nossa própria residência, comunidade e meio escolar.

Para que o educador construa seu próprio kit com e-waste o primeiro passo será identificar e recolher esses materiais junto aos estudantes, fazendo um trabalho de conscientização de preservação do meio ambiente, apresentando o risco que o descarte errôneo dessas sucatas podem trazer.

Após esse primeiro momento é necessário tratar o que foi coletado. Muitos materiais trazem riscos à saúde de quem o manuseia, por isso a importância da separação desses objetos. A partir disso, o educador poderá trabalhar com as sucatas retiradas dos mais diversos aparelhos eletrônicos.

No entanto, como já foi dito no início deste capítulo, as sucatas eletrônicas não são o suficiente para tornar realidade o ensino da robótica. São necessários outros componentes eletrônicos para compor esse kit, como o próprio Arduino que será o responsável por enviar e receber dados a partir de uma determinada programação, associado a sensores, motores e atuadores.

Desta maneira, elencamos uma lista de materiais (Anexo) que surgiu a partir das necessidades durante esta pesquisa. Essa planilha é composta por materiais de insumo, ferramentas e aparelhos eletrônicos utilizados para o desenvolvimento de projetos na área da robótica educacional.

A lista foi projetada inicialmente para o uso durante o período de um ano (ano letivo) em cinco turmas dos anos iniciais do ensino fundamental, com cerca de cem alunos. A ideia inicial é verificar o uso desses materiais por parte dos professores e, a partir disso, fazer as alterações necessárias.

Desta maneira, fica para uma possível continuação deste trabalho, investigar esse último ponto levantado, seguido das seguintes indagações:

- *A partir do que foi visto até o presente momento, quais as competências e habilidades necessárias para a construção de um currículo comum voltado para o ensino da robótica educacional na educação básica?*
- *E, por último, como a Cultura Maker pode apresentar-se como uma evolução do trabalho da robótica no âmbito educacional?*

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. S. C.; **A utilização dos jogos como recurso didático no processo ensino – Aprendizagem da matemática nas séries iniciais no estado do Amazonas.** Anais: Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia. Manaus, 2009.

ARAÚJO, C. A. P., **As potencialidades da robótica educacional na matemática básica sob a perspectiva da teoria da atividade.** 2015. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). 2015 – PA. Em https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3578865. Acesso em 07/11/2016.

ASIMOV, Isaac. **Eu, Robô.** Ed. Cartier, 1950.

AZEVEDO, Samuel; et al. **Introdução a Robótica Educacional.** In: II SEEMAT, 2010, Vitória da Conquista. Disponível em http://www.uesb.br/mat/semat/seemat2/index_arquivos/mc5.pdf.

BARBOSA; Fernando da Costa. **Rede de aprendizagem em robótica uma perspectiva educativa de trabalho com jovens.** Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Uberlândia – MG. 2016.

BARBOSA, F. C.; RODRIGUES, A.; CINTRA, V. P.; SOUZA JR., A. J.; CARVALHO, A. M.; FONSECA, D. S. **Água, o seu papel mor no ensino.** In: V Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática, 2007, Ouro Preto. Anais... Ouro Preto: UFOP, 2007. p. 1-11. CD-ROM.

BIBIANO, M. F. A. et al. **ROBUCA – Inserção da Robótica Educativa no UCA.** Projeto um Computador por Aluno: pesquisas e perspectivas. Rio de Janeiro: NCE/UFRJ, 2012.

BITTAR, M. **A parceria Escola x Universidade na inserção da tecnologia nas aulas de Matemática: um projeto de pesquisa-ação.** In: DASBEN, Â.; DINIZ, J.; LEAL, L.; SANTOS, L.; (Orgs.). “Convergências e tensões no campo da formação e do trabalho docente: Educação Ambiental, Educação em Ciências, Educação em Espaços nãoescolares, Educação Matemática.” Belo Horizonte: Autêntica, 2010, p. 595-596.

BLIKSTEIN, P., **O mito do mau aluno e porque o Brasil pode ser o líder mundial de uma revolução educacional,** Disponível em: http://www.blikstein.com/paulo/documents/books/BliksteinBrasil_pode_ser_lider_mundial_em_educacao.pdf. (2012). Acesso em 04 de dez. de 2015.

_____. **“Digital fabrication and ‘making’ in education: The democratization of invention”.** FabLabs: Of machines, makers and inventors, v. 4, 2013.

BRASIL. Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos.** Diário Oficial da União, Brasília, 2 de ago. de 2010.

_____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192. Acesso em: dez. 2017.

CELINSKI, T. M.; **Robótica Educativa: uma proposta para o reuso do lixo eletrônico em uma atividade de extensão universitária**. 2012. 4º Congresso Internacional de Educação, Pesquisa e Gestão. Em <http://web-resol.org/textos/01340544057.pdf>. Acesso em 03/02/2017.

CRUZ, S. B.; FRANCESCHINI, H. A.; GONÇAVES, M. A. Projeto de Educação Tecnológica: Manual Didático-Pedagógico. Curitiba: Zoom Editora Educacional LTDA, 2003. 103p.

CURY, T. E. e HIRSCHMANN, D. R. (2014). **Ensino da Matemática através do Arduino: porque a placa eletrônica Arduino deve ser inserida no contexto Escolar das aulas de Matemática**. Em <http://www.thiagocury.eti.br/arquivos/artigo-arduinoxmatematicav1.8.pdf>. Acesso em: 25/6/2015.

CÉSAR, D. R.; **Robótica pedagógica livre: uma alternativa metodológica para a emancipação sociodigital e a democratização do conhecimento**. (2013) Em <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/16087> Acesso em 20/6/2017.

CURCIO, Christina Paula de Camargo. **Proposta de método de robótica educacional de baixo custo**. 2008. 101 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia) – Curso de Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia, Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – Lactec, Curitiba, 2008. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/bitstream/1884/18629/1/Dissertacao%20Christina%20Curcio.pdf>>. Acesso em: fev. 2018.

D'ABREU, J. V. V.; BASTOS, B. L. **Robótica Pedagógica e Currículo do Ensino Fundamental: Atuação em uma Escola Municipal do Projeto UCA**. Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE). Vol. 23, Número 3. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/288842429_Robotica_Pedagogica_e_Curriculo_do_Ensino_Fundamental_Atualcao_em_uma_Escola_Municipal_do_Projeto_UCA. Acesso em: setembro/2017.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, J. André; PERNAMBUCO, M. Maria. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2011.

DEMAJOROVIC. Jacques et al. **Logística reversa: como as empresas comunicam o descarte de baterias e celulares?**. Revista de Administração de Empresas, vol. 52, n. 2, março-abril 2012. Disponível em: <<http://rae.fgv.br/rae/vol52-num2-2012/logistica-reversa-como-empresas-comunicam-descarte-baterias-celulares>>. Acesso em: Ago. 2016.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (2006). **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. Tradução Sandra Regina Netz. – Porto Alegre: Artemed.

DOS SANTOS, T. N.; POZZEBON, E.; FRIGO, L. B. (2013). **A utilização de Robótica nas disciplinas da Educação Básica**. Araranguá-SC: II Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense, SICT-Sul. Em <https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/view/1165/840>. Acesso em 21/7/2015.

FERNANDES, C. C., **S-Educ: um simulador de ambiente de robótica educacional em plataforma virtual**. 2013. 83f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e Computação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013. Em https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=97075. Acesso: 06/11/2016.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FURTADO, Felipe. **Uso de PBL (Problem Based Learning) como experiência inovadora de informação**. CESAR Reports, 2017. Disponível em: <https://medium.com/cesar-reports/uso-de-pbl-problem-based-learning-como-experi%C3%Aancia-inovadora-de-forma%C3%A7%C3%A3o-26207f94426c>. Acesso em: nov/2017.

GOMES, P. N. N., **A robótica educacional como meio para a aprendizagem da matemática no ensino fundamental**. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2014. Em https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=1882078. Acesso em 07/11/2016.

HAMZE, A.; **O princípio da interdisciplinaridade da transversalidade**. Brasil Escola, 2017. Disponível em: <http://educador.brasilecola.uol.com.br/trabalho-docente/o-principio-da-interdisciplinaridade-transversalidade.htm>. Acesso em: jul/2017.

HOLLAND, Owen E. **Grey Walter: The Pioneer of Real Artificial Life**. *Proceedings of the 5th International Workshop on Artificial Life, Christopher Langton Editor, MIT Press, Cambridge, 1997, ISBN# 0-262-62111-8, p34-44.

JUNIOR, L. A. F., **O uso de Arduino na criação de kit para oficinas de robótica de baixo custo para escolas públicas**. 2014. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Inovação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2014. Em https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=1175927. Acesso em 06/11/2016.

LARROSA, Jorge. Notas sobre a experiência e o saber de experiência. **Revista Brasileira de Educação**, Campinas, v. 19, p. 20-28, 1 jan. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n19/n19a02.pdf>. Acesso em: set/2017.

LIMA, E. F. A. et al. **Construindo Robôs de baixo custo a partir de lixo tecnológico**. 2010. VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica - CONEM, Campina Grande, Paraíba, Brasil. Em <http://www.abcm.org.br/anais/conem/2010/PDF/CON10-2186.pdf>. Acesso em 03/02/2017.

LIMA, P. F.; **Considerações sobre o conceito de área**. In: Anais da Semana de Estudos em Psicologia da Educação Matemática. Recife, 1995.

LYOTARD, J. F. (1988). **O inumano. Considerações sobre o tempo**. Lisboa: Etsmpa. 1988.

MACEDO, E. Currículo: política, cultura e poder. Currículo sem fronteiras. Vol. 6, nº. 2, pp. 18-113, 2006.

Malec, J. (2001). **Some thoughts on robotics for education**. AAAI Spring Symposium on Robotics and Education. Stanford University. Em http://fileadmin.cs.lth.se/cs/Personal/Jacek_Malec/psfiles/aaai01rae.pdf. Acesso em 03/04/2017.

MATARIC, M. J. (2014). **Introdução à Robótica**. Tradução: Humberto Ferasoli Filho; José Reinaldo da Silva; Silas Franco dos Reis Alves. São Paulo, Editora Unesp, 2014.

MCROBERTS, Michael. "Arduino básico"; [tradução Rafael Zanolli]. -- São Paulo: Novatec Editora, 2011.

MINSKY, M. (editor). **Semantic information processing**. Cambridge: The MIT Press, 1968.

MONK, Simon. **30 Projetos com Arduino**. [tradução: Anatólio Laschuk] Porto Alegre: Bookman, 2014.

NETO, A. J. B. (2013). **Robótica Educacional (não tradicional) com Arduino: protótipo de uma máquina de calcular para o ensino de operações com frações**. Curitiba-PR: XI Encontro Nacional de Educação Matemática: Retrospectivas e Perspectivas, ENEM. Em http://sbem.esquiro.kinghost.net/anais/XIENEM/pdf/2036_1827_ID.pdf. Acesso em 02/7/2015.

RAFAEL, G. R.; TEIXEIRA, R. R. P. (2013). **Queda Livre – Interfaces entre Matemática, Física, Eletrônica e Informática**. Curitiba-PR: XI Encontro Nacional de Educação Matemática: Retrospectivas e Perspectivas, ENEM. Em http://sbem.esquiro.kinghost.net/anais/XIENEM/pdf/2974_938_ID.pdf. Acesso em 05/7/2015.

RIBEIRO, Luis R. de Camargo. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma experiência no ensino superior**. São Paulo: Edufscar. 2008.

RODRIGUES, Willian dos Santos. **Atividades com robótica educacional para as aulas de matemática do 6. ao 9. ano do ensino fundamental: utilização da metodologia LEGO® Zoom Education**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas (2015). Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/127594>. Acesso em 27/9/2015.

PACHECO, M. M. D. R. Currículo, interdisciplinaridade e organização dos processos de ensino. Fundação Hermínio Ometto / Uniararas, 2007.

PAPERT, S. **Mindstorms**: Children, computers, and powerful ideas. Basic Books, 1980.

_____. **Logo: computadores e educação**. Tradução de José Armando Valente, Beatriz Bitelman e Afira V. Ripper. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 1985.

_____. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática.** Tradução de Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas (1994).

PERNAMBUCO. Parâmetros curriculares para a Educação Básica do Estado de Pernambuco – Concepções. 2012.

_____. Parâmetros curriculares de Matemática para o ensino fundamental e médio. 2012.

_____. Parâmetros curriculares de Ciências Naturais para o ensino fundamental. 2012.

PRADO, José Pacheco de Almeida. **Robôs estarão disponíveis para estudantes brasileiros.** (2008). Disponível em: <<http://www.acessasp.sp.gov.br/html/modules/news/article.php?storyid=466>>. Acesso em: ago. 2017.

SANTOS, Marcelo Fernandes. **A robótica educacional e suas relações com o ludismo: por uma aprendizagem colaborativa.** 2010. 99 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ensino de Ciências e Matemática) – Curso de programa de Pós-Graduação em Educação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

SANTOS, Flávio Miranda. **Robótica educacional - potencializando o ensino da matemática.** 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, RJ, 2014. Em https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2247406. Acesso em 08/11/2016.

SANTOS, M. C.; ORTIGÃO, M. I. R.; AGUIAR, G. S.; **Construção do Currículo de Matemática: como os professores dos anos iniciais compreendem o que deve ser ensinado?** (2014) Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bolema/v28n49/1980-4415-bolema-28-49-0638.pdf>. Acesso em: jan/2018.

SCHUTZER, D. **Artificial intelligence: an applications-oriented approach.** New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1987.

SILVA, A. A., **O ensino de funções lineares: uma abordagem Construtivista/Construcionista por meio do Kit LEGO ® Mindstorms.** Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) – Universidade Federal de Goiás, GO, 2014. Em https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2315112. Acesso em 06/11/2016.

STEFFEN, Heloisa Helena. **Robótica pedagógica na educação: um recurso de comunicação, regulação e cognição.** 2002. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Comunicação) – Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciências da Comunicação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da Pesquisa-Ação.** São Paulo: Cortez. 2011.

TORCATO, P. (2012). **O Robô ajuda? Estudo do Impacto do uso de Robótica Educativa como Estratégia de Aprendizagem na disciplina de aplicações**

informáticas B. Congresso Internacional de TIC e Educação. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. 2012.

TRIPP, D. (2005). **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica.** Tradução Lólio Lourenço de Oliveira. - Educação e Pesquisa, São Paulo.

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

VALENTE, José Armando. **Computadores e Conhecimento: repensando a educação. Por que o computador na educação.** Gráfica central da Unicamp, Campinas-SP, 1993.

VARISCO, B. M.; Artigo tirado do livro "Novas tecnologias para aprender", Garamond, Roma, 1998, pp. 31-34.

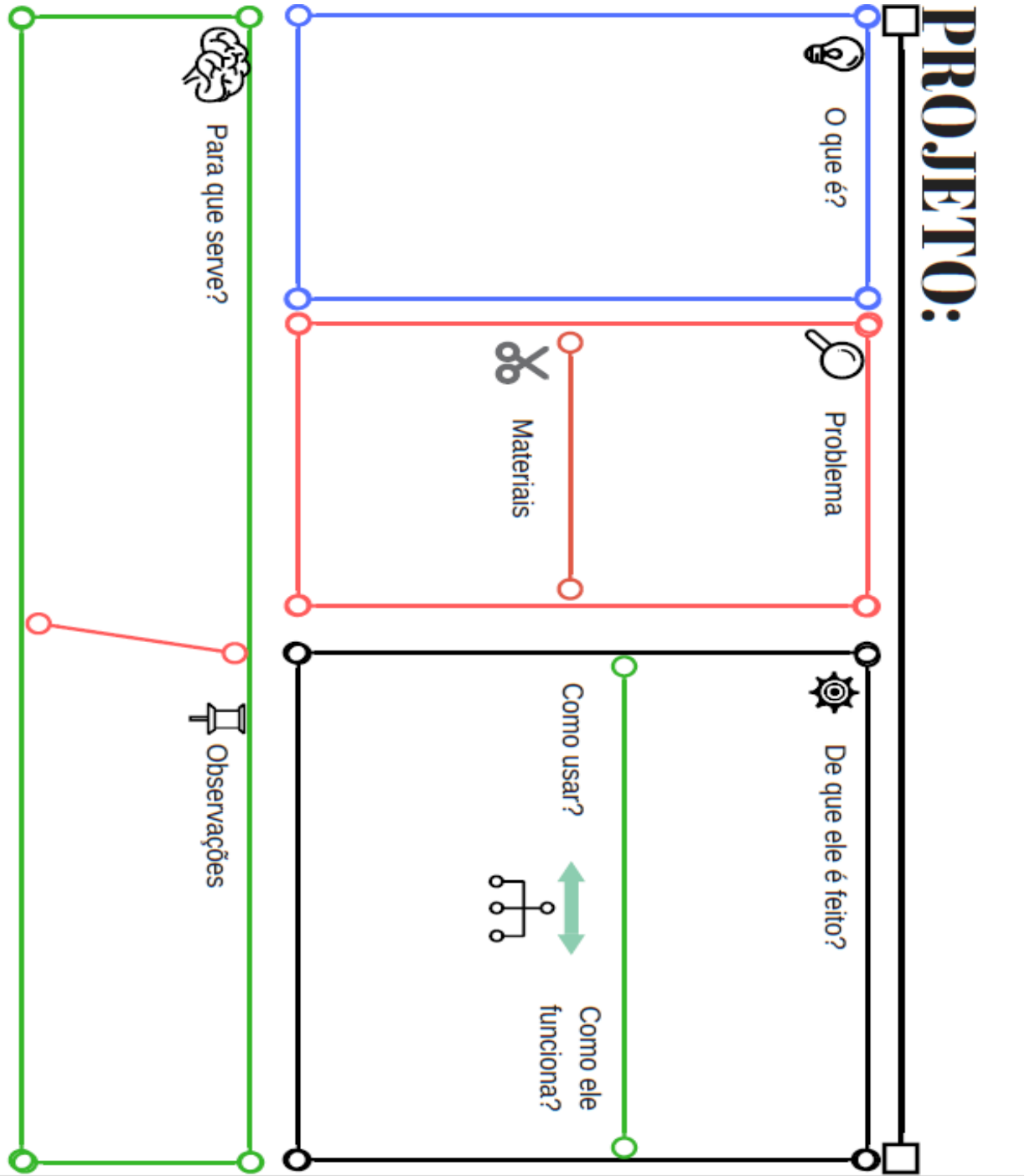
XAVIER, Lúcia Helena. **Manual para a destinação reciclagem: orientação ao consumidor.** Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2016.

ARDUINO aberto. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Arduino> Acesso em: dez/2017.

Zapata, G. et al O. **La Robótica Educativa como Herramienta de Apoyo Pedagógico.** (2012). Acessado em 01/2018.

ANEXOS

CANVAS ADAPTADO PARA A ROBÓTICA EDUCACIONAL



PLANILHA COM A LISTA DE MATERIAIS PARA O COMPLEMENTO DE
UM KIT E-WASTE

Item	Quantidade	DESCRIÇÃO	Valor
Abraçadeira	5 pacotes	Abraçadeira de Nylon 14cm com 20 peças	R\$ 40,00
Abraçadeira	2 pacotes	Abraçadeira de Nylon 40cm com 20 peças	R\$ 60,00
Post-it	5 blocos	Bloco Post-it 76x102 amarelo com 100 folhas	R\$9,80
Canudos plásticos	6 pacotes	Canudo para Vitamina Cores Sortidas com 400 unidades	R\$ 30,00
Espeto churrasco	5 pacotes	Espeto de Madeira para Churrasco com 100 unidades	R\$ 20,00
Fita dupla face	2 unidades	Fita Dupla Face 3m Vhb Fixa Forte 19mm X 2m	R\$ 36,00
Ferro de soldar	4 uniddes	Ferro de Solda Plus 42W	R\$ 120,00
Suporte para ferro de solda	5 unidades	Suporte para ferro de solda	R\$ 100,00
Rolo de solda	2 unidades	Rolo de Solda Estanho 500g 1mm	R\$ 96,00
Bateria	5 pacotes	Bateria 9v powerplus com 10 unidades	R\$ 145,00
Buzzer	10 unidades	Buzzer 3V	R\$ 15,00
Fita	10 unidades	Fita Isolante IMPERIAL 20 Metros 3M	R\$ 45,00
Jumpers	5 kits	Kit Jumpers Macho-Macho x40 unidades	R\$ 15,90
Jumpers	5 kits	Kit Jumpers Macho-Fêmea x40 unidades	R\$ 15,90
Jumpers	5 kits	Kit Jumpers Fêmea-Fêmea x40 unidades	R\$ 15,90
LED	500 uniddes	LED Difuso 5mm (diversas cores)	R\$ 70,00
Bateria	4 pacotes	Pilha AA - pacote com 6	R\$ 50,00
Potenciometro	10 unidades	Potenciômetro Linear de 2K (2000%).	R\$ 15,00
Resistor	100	Resistor de 1K Carbono 5% 1/4W	R\$ 15,00
Resistor	100	Resistor de 10K Carbono 5% 1/4W	R\$ 15,00
Resistor	100	Resistor de 220R Carbono 5% 1/4W	R\$ 15,00
Suporte	5 unidades	Suporte para 2 pilhas AA com chave liga/desliga	R\$ 20,00
Alicate	2 unidades	Alicate de corte diagonal 6"	R\$ 40,00
Alicate	1 unidade	Alicate furador 9" com 6 posições	R\$ 30,00
Alicate	2 unidades	Alicate universal aço cromo vanádio 8"	R\$ 45,00
Alicate	2 kit	Jogo de Alicates para Bijuterias com 3 Peças	R\$ 55,00
Brocas e pontas parafusadeira	1 kit	Jogo de brocas / bits para furar e parafusar com 129 peças	R\$ 120,00
Chave de fenda e phillips	2 kits	Jogo de chave de fenda / phillips com 10 peças	R\$ 90,00
Chaves de precisão	1 kit	Jogo De Chaves De Precisão Kit Com 38 Peças	R\$ 45,00
Martelo	1 unidade	Martelo de borracha 55mm modelo americano	R\$ 25,00
Paquímetro	2 unidades	Paquímetro Digital 6 (150mm) Fibra de Carbono	R\$ 70,00
Serrote	1 unidade	Serrote 22"	R\$ 16,00
Trena	2 unidades	Trena com fita de aço de 5 metros com trava	R\$ 28,00
Furadeira/Parafusadeira	1 unidade	Furadeira Parafusadeira 12v bateria	R\$ 140,00
Micro Retífica	1 unidade	Micro Retífica 3000 + 10 acessórios	R\$ 245,00
Pistola de cola quente	2 unidades	Pistola de cola 15W	R\$ 30,00
Serra	1 unidade	Serra Tico Tico Mondial FST-03 - 400W 3000rpm	R\$ 75,00
Chave Philips	2 kits	Jogo Chaves Phillips com 5 peças	R\$ 60,00
Chaves de precisão	1 kit	Jogo de chave de precisão / fenda / phillips com 6 peças	R\$ 10,00
Sensor	5 unidades	Sensor de chuva	R\$ 75,00
Sensor	5 unidades	Sensor de Movimento Presença PIR	R\$ 75,00
Sensor	5 unidades	Sensor de Som KY-038 Microfone	R\$ 50,00
Sensor	5 unidades	Sensor de Umidade e Temperatura DHT11	R\$ 60,00
Sensor	5 unidades	Sensor ultrassônico HC-SR04	R\$ 50,00
Sensor	2 unidades	Sensor de Umidade do solo	R\$ 30,00
Óculos de proteção	5 unidades	Óculos de segurança - SS1N	R\$ 35,00
Motor de passo + drive	5 unidades	Motor de Passo + Drive ULN2003	R\$ 75,00
Motor DC + Roda	20 unidades	Motor DC 6v + Roda	R\$ 240,00
Arduino Uno	10 unidades	Arduino Uno R3	R\$ 210,00
Total			R\$ 2.978,70

PROGRAMAÇÃO COMPLETA DO SENSOR DE UMIDADE DE SOLO

```
#define pino_sinal_analogico A0
#define pino_led_vermelho 5
#define pino_led_amarelo 6
#define pino_led_verde 7

int valor_analogico;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(pino_sinal_analogico, INPUT);
  pinMode(pino_led_vermelho, OUTPUT);
  pinMode(pino_led_amarelo, OUTPUT);
  pinMode(pino_led_verde, OUTPUT);
}

void loop()
{
  //Le o valor do pino A0 do sensor
  valor_analogico = analogRead(pino_sinal_analogico);

  //Mostra o valor da porta analogica no serial monitor
  Serial.print(valor_analogico);

  //Solo umido, acende o led verde
  if (valor_analogico > 0 && valor_analogico < 400)
  {
    Serial.println(" Solo úmido");
    apagaleds();
    digitalWrite(pino_led_verde, HIGH);
  }

  //Solo com umidade moderada, acende led amarelo
  if (valor_analogico > 400 && valor_analogico < 800)
  {
    Serial.println(" Umidade moderada");
    apagaleds();
    digitalWrite(pino_led_amarelo, HIGH);
  }

  //Solo seco, acende led vermelho
  if (valor_analogico > 800 && valor_analogico < 1024)
  {
    Serial.println(" Solo seco");
    apagaleds();
    digitalWrite(pino_led_vermelho, HIGH);
  }
}
```

```
    }  
    delay(5000);  
}
```

```
void apaga leds()  
{  
    digitalWrite(pino_led_vermelho, LOW);  
    digitalWrite(pino_led_amarelo, LOW);  
    digitalWrite(pino_led_verde, LOW);  
}
```