

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
PUC-SP

Mariana Cardoso da Silva

**Robótica Educacional Livre: Um Relato de Prática no Ensino
Fundamental**

MESTRADO EM EDUCAÇÃO: CURRÍCULO

São Paulo
2017

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
PUC-SP

Mariana Cardoso da Silva

**Robótica Educacional Livre: Um Relato de Prática no Ensino
Fundamental**

MESTRADO EM EDUCAÇÃO: CURRÍCULO

Dissertação apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Educação: Currículo, sob orientação da Prof^a Dr^a Maria da Graça Moreira da Silva.

São Paulo
2017

Banca Examinadora

*Aos meus ex alunos, a quem dediquei o meu melhor.
Aos meus futuros alunos, a quem dedicarei a minha melhor versão.*

AGRADECIMENTOS

É um desafio colocar em palavras tudo o que tenho a agradecer, e todas as pessoas que participaram deste trabalho, mas deixarei aqui registrado em frases simples minha enorme gratidão.

A minha orientadora Maria da Graça Moreira da Silva, por estar sempre disposta e disponível, pela sabedoria em me guiar pelos caminhos da escrita acadêmica e por ver a importância deste trabalho, antes que eu mesma o pudesse fazer.

A todos os professores do programa de pós-graduação Educação: Currículo, que sempre tiveram uma palavra de apoio e de orientação. A Marisa Cavalcante, minha professora desde o primeiro ano da graduação, agradeço por participar de mais esta fase da minha caminhada acadêmica. A professora Maria Elisabette Prado pelos sábios conselhos e por aceitar participar desta banca de avaliação.

A minha mãe Sonia, por toda a paciência e companhia diária durante esta jornada. Ao meu pai Joaquim, agradeço por acreditar nas minhas potencialidades.

Ao meu noivo Henrique, por partilhar comigo este e tantos outros sonhos e realizações. Pela admiração e pelo companheirismo em todas as situações.

A amiga Mariana, agradeço por me ouvir e aconselhar nas mais diversas ocasiões, e a amiga Miriam, por estar presente nos mais alegres e nos mais difíceis momentos.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo concedida, fundamental para minha permanência no curso.

“Ninguém nasce feito, é experimentando-nos
no mundo que nós nos fazemos”

Paulo Freire

SILVA, Mariana Cardoso. **Robótica Educacional Livre: Um Relato de Prática no Ensino Fundamental**. 2017. Dissertação (Mestrado)-Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Programa de Pós-Graduação em Educação: Currículo. São Paulo, 2017.

RESUMO

Esta pesquisa se insere no Programa de Pós-graduação em Educação: Currículo, na Linha de Pesquisa Novas Tecnologias na Educação. Objetiva relatar a situação atual da pesquisa na temática Robótica Educacional no Brasil, em especial para alunos do Ensino Fundamental I (Ciclo 2 do Ensino Fundamental), e relatar a prática da autora. O referencial teórico que fundamenta esta pesquisa versa sobre as relações entre tecnologia, educação, mais especificamente no contexto da robótica educacional e no tripé metodologias ativas, pensamento computacional e ambientes de aprendizagem. Os principais interlocutores teóricos são Seymour Papert, José Armando Valente, Paulo Freire e Donald Schön. A pesquisa é de abordagem qualitativa e se vale do levantamento de teses e dissertações sobre robótica no contexto educacional na base de dados da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações no período de 2003 a 2016. Vale-se, também, do relato consubstanciado por meio da reflexão da prática da autora em sua trajetória profissional, na exploração do conceito de Robótica Educacional Livre em atividades de Robótica com alunos do 4º e 5º anos de uma escola particular do município de São Paulo. Uma das principais conclusões da pesquisa foi a identificação de 3 dissertações sobre robótica no contexto do Ensino Fundamental 1 (Ciclo 2), dentre as 55 levantadas na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações no período investigado, evidenciando a demanda pela integração das tecnologias ao currículo e apontando a necessidade de mais pesquisas sobre a temática. A reflexão sobre a prática da autora derivou na sistematização de um plano de ensino e na conceituação da Robótica Educacional Livre, que se traduz em atividades com robótica com alunos do Ensino Fundamental, numa perspectiva construcionista, com o emprego de *software* e *hardware* livres, com metodologias ativas por meio do desenvolvimento de projetos significativos e autorais envolvendo a construção de protótipos ou robôs controláveis por programação de computadores. Essa abordagem prevê a promoção de ambientes de aprendizagem com características que permitam a construção dos projetos de forma colaborativa, onde o estudante tenha voz ativa, e possibilidades de escolha e o professor se valha da escuta para levar seus alunos ao conhecimento através da experimentação do processo de construção de um artefato robótico.

Palavras-Chave: Currículo, Robótica Educacional, Ensino Fundamental I, Tecnologias de Informação e Comunicação, Metodologias ativas.

SILVA, Mariana Cardoso. **Open Educational Robotics**: A Report practice in elementary education. 2017. Dissertation (Master's) -Pontific Catholic University of São Paulo. Postgraduate Program in Education: Curriculum. São Paulo, 2017.

ABSTRACT

This research is part of the Postgraduate Program in Education: Curriculum, in the Line of Research New Technologies in Education. The objective is to report the current situation of the research in Educational Robotics in Brazil, especially for the students of Primary School, and to report the author's practice. The theoretical framework that bases this research is on the relations between technology, education, more specifically in the context of educational robotics and on the active tripod methodologies, computational thinking and learning environments. The main theoretical interlocutors are Seymour Papert, José Armando Valente, Paulo Freire and Donald Schön. The research is a qualitative approach and is based on the survey of theses and dissertations on robotics in the educational context in the database of the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations from 2003 to 2016. We also use the report based on the author's practice in her professional career, the exploration of the concept of Open Educational Robotics with students of 9 and 10 years old of a private school in the city of São Paulo. One of the main conclusions of the research was the identification of 3 dissertations on educational robotics in the context of Primary School, among the 55 identified in the Digital Library of Theses and Dissertations of the period investigated, evidencing the demand for integration of technologies to the curriculum and pointing out the necessity of more researches on the subject. The reflection on the author's practice resulted in the systematization of a teaching plan and the conceptualization of Open Educational Robotics, which means robotic activities with Elementary School students, in a constructionist perspective, using free softwares and hardware, with active methodologies through the development of significant projects and authorship involving the construction of prototypes or controllable robots by computational programming. This approach provides promotion of learning environments with characteristics that allow the construction of projects in a collaborative way, where students have an active voice and free will and the teacher uses listening, promoting knowledge throughout experimentation in the process of building a robotic device.

Keywords: Educational Robotics, Elementary Education, Curriculum, Information and Communication Technologies., Active Methodologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tela de Trabalho do Software S4A.	3
Figura 2: Primeiro braço mecânico robótico (1959).	20
Figura 3: Pepper, robô acompanhante.	23
Figura 4: Seymour Papert e a tartaruga programável.	26
Figura 5: Ciclo de ações que acontece na interação aprendiz-computador na situação de programação.	34
Figura 6: Espiral da aprendizagem.	35
Figura 7: Sistematização de aula segundo metodologia LEGO.	36
Figura 8: Projeto Velocidade passo 1.	37
Figura 9: Projeto Velocidade passo 23.	37
Figura 10: Projeto velocidade concluído.	37
Figura 11: Arduino UNO.	43
Figura 12: 1) LED RGB; (2) LED coloridos; (3) Campainha (4) Servo Motor; (5) Motor DC.	43
Figura 13: (1) LM35 sensor de temperatura; (2) termistor; (3) LDR, sensor de luz. ...	43
Figura 14: Exemplo de programação feita no Software S4A.	54
Figura 15: Aluno apresentando projetos aos colegas.	57
Figura 16: Aluno apresentando projeto na Mostra Cultural.	58
Figura 17: Aluna apresentando o desafio resolvido durante a aula.	59
Figura 18: Grupo de alunas apresentando um desafio de aula resolvido.	59
Figura 19: Alunos lixando base de madeira	61
Figura 20: Pilares que sustentam a prática da REL.	61
Figura 21: Aluno apresentando sua programação.	63
Figura 22 Aluno criando programação.	63
Figura 23: Ambiente de Aprendizagem.	64
Figura 24: alunos desenvolvendo projetos.	65
Figura 25: alunos desenvolvendo projetos.	65
Figura 26: Pintura de parte plástica com tinta spray.	66
Figura 27: Pintura de parte plástica com tinta spray.	66
Figura 28: Robôs alarme de incêndio produzidos em 2014.	68
Figura 29: Espelho infinito produzido em 2016.	69
Figura 30: Espelho infinito nas diversas cores produzidas.	70

Figura 31: Estacionamento inteligente, produzido em 2015.	70
Figura 32: Pista para o mini robô produzido em 2016.	71
Figura 33: Construção da pista para mini robô.	72
Figura 34: Pilares que sustentam a pratica da REL.	80

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Percentual de Teses e Dissertações produzidas no Brasil na Temática de RE.....	47
Gráfico 2: Quantidade de Trabalhos acadêmicos na temática RE por ano	47
Gráfico 3: Percentual de trabalhos que usam material semiestruturado e material <i>Open Source</i>	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Percentual de crianças e adolescentes, por atividade realizada na Internet	13
---	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES.

BDBTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior
CSTA	Computer Science Teachers Association
CGI	Comitê Gestor da Internet no Brasil
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FINEP	Financiadora de Estudos e Pesquisas
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
IES	Instituição de Ensino Superior
IPO	Instituto Português de Oncologia
ISTE	International Society for Technology in Education
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
PPP	Projeto Político Pedagógico
RE	Robótica Educacional
REL	Robótica Educacional Livre
S4A	Scratch for Arduino
TCC	Trabalho de conclusão de curso
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
ZPD	Zona Proximal de Desenvolvimento

SUMÁRIO

RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE GRÁFICOS	XI
LISTA DE TABELAS	XII
LISTA DE SIGLAS E ABREVIações	XIII
INTRODUÇÃO	1
Memorial	1
Motivação	4
Questão problema	6
Objetivo	6
Objetivos específicos	6
1 TRAJETÓRIA METODOLÓGICA	8
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 Educação e Currículo	10
2.1.1 Currículo e Cultura digital	11
2.2 O Professor Mediador	15
2.3 As Metodologias Ativas e a Aprendizagem por Projetos	17
2.4 Robótica	19
2.4.1 Primeira geração: Robô <i>Pick-and-Place</i>	21
2.4.2 Segunda geração: Robô <i>Play-Back</i>	21
2.4.3 Terceira geração: Inteligência Artificial	22
2.5 Robótica Educacional	25
2.5.1 Os primórdios: a Tartaruga e o Construcionismo	25
2.5.2 Construtivismo e Construcionismo	27
2.5.3 Robótica Educacional: conceitos	29
2.5.4 Plataformas de Robótica Educacional para Ensino Fundamental	35
2.5.4.1 Robótica com Materiais Semiestruturados	36
2.5.5 Robótica Educacional Livre	39
2.5.5.1 Materiais para Robótica Educacional Live: o Microcontrolador Arduino	42
3. ANÁLISE DE DADOS	46
3.1 Levantamento de teses e dissertações	46

3.1.1	Robótica Educacional: uma experiência construtiva	49
3.1.2	RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional	51
3.1.3	Em Busca de Novas Possibilidades Pedagógicas: A Introdução da Robótica no Currículo Escolar.	52
3.2	Análise Consubstanciada da Própria Prática.	54
3.2.1	Os três pilares do currículo de Robótica Educacional Livre	62
3.2.1.1	A programação de Computadores.....	62
3.2.1.2	O ambiente de aprendizagem.....	63
3.2.1.3	Metodologia ativa e aprendizagem baseada em projetos	66
3.2.2	Projetos desenvolvidos com REL	68
3.2.2.1	Robô alarme de incêndio	68
3.2.2.2	Espelho infinito.....	69
3.2.2.3	Estacionamento inteligente.....	70
3.2.2.4	Pistas para mini Robô.....	71
3.3	Primeiro Bimestre, começando a programar.	72
3.3.1	Distribuição do Planejamento Anual de para Robótica 4º e 5º anos do Ensino Fundamental.....	74
4	CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÃO	78
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
APÊNDICE 1	88

INTRODUÇÃO

Memorial

Desde muito pequena tive especial curiosidade para saber e entender o funcionamento das coisas, ver engenhocas mecânicas em funcionamento e tentar entendê-las era sempre um grande e divertido desafio.

Frequentei o Ensino Fundamental no SESI, onde cursava a disciplina “Área Econômica Secundária”, onde pude agregar conhecimentos importantes a minha curiosidade de menina, aprendi a trabalhar com alguns equipamentos elétricos e no último ano construí uma pequena instalação elétrica residencial.

Quando ingressei no Ensino Médio da Escola Técnica Estadual Júlio de Mesquita, em 1998, pude optar por um curso técnico no contra turno do ensino regular, e apesar de algum desconforto inicial por saber que o curso de minha predileção era frequentado predominantemente por garotos, não me deixei intimidar e me inscrevi para o curso técnico em Eletrônica. Foi nesta ocasião que me deparei com o preconceito de gênero.

Adolescente tímida e de poucas palavras, fui automaticamente posta de lado por meus colegas homens, eu não era benquista nos grupos de trabalho, alguns colegas não deixavam que eu tocasse nos equipamentos, outros simplesmente ignoravam minha presença na sala de aula ou no laboratório.

Os professores e a coordenação, talvez já acostumados com fatos como este, sempre me chamavam a participar das atividades, e em pouco tempo, passei a me destacar, ganhando assim a confiança de todos.

No último ano do curso técnico fui convidada pela coordenação para cumprir meu estágio obrigatório no cargo de assistente de professor. A função era simples, entretanto, de muito destaque, já que só os melhores alunos recebiam tal convite. Eu deveria acompanhar as aulas de “Eletricidade Básica Residencial” e “Princípios da Eletrônica” que aconteceriam no laboratório. Dentre as minhas atividades estavam o preparo de *kits* didáticos, checagem da funcionalidade dos equipamentos e preparar listas de exercícios, acompanhando todas as aulas e tirando dúvidas dos alunos durante os experimentos; mantive esta função por um semestre. No semestre que se seguiu um dos professores precisou se afastar, e eu recebi o convite para passar a

professora assistente, assim tive meu primeiro contato com a docência; as aulas em que eu antes era assistente passaram a ser de minha responsabilidade.

Recebia apenas uma ajuda de custo, mas saía de todas as aulas muito satisfeita com o trabalho que realizava, e sentia orgulho a cada vez que um aluno se dirigia a mim como “professora”.

Após cerca de um ano e meio como professora assistente busquei novas oportunidades ingressando no mercado de trabalho.

Conclui o curso de Tecnologia em Gestão Financeira de Empresas (como um meio de me manter financeiramente) e em 2008 ingressei no curso de Bacharelado em Física com ênfase em Física Médica na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Em 2011 fui estudar na Universidade do Porto, em Portugal, pelo programa Ciência sem Fronteiras do Governo Federal.

Na Universidade do Porto, pude conhecer o departamento de oncologia do Instituto Português de Oncologia, o IPO. A rotina hospitalar foi muito impactante e esta experiência me fez refletir sobre o quão feliz eu era quando trabalhava com o giz na mão e o quão difícil era para eu lidar com aquele novo ambiente de trabalho (rotinas hospitalares com óbitos causados pelo câncer).

Retornei ao Brasil em 2013 com objetivo de concluir minha graduação em Física e retomar minha carreira docente.

Foi através do TCC (trabalho de conclusão de curso) que tive contato pela primeira vez com a linguagem de programação.

A temática do trabalho estava relacionada a tecnologia assistiva e o objetivo principal era construir um dispositivo que fosse capaz de auxiliar pessoas com déficit ou deficiência visual a caminhar nas ruas com mais segurança.

Principalmente por questões de custo o controlador escolhido para construção do protótipo foi o Arduino¹, assim, iniciei meu aprendizado sobre a linguagem de programação do Arduino que tem muitas semelhanças com a linguagem “C”², porém, com alguns aspectos que a tornam exclusiva para este controlador.

Também em 2013, ainda durante minha graduação, fui aluna da professora Marisa Cavalcante na disciplina “Instrumentação para o Ensino de Física”, ocasião em que

¹ Microprocessador de hardware e software livre.

² O C nasceu na década de 70, seu inventado por Dennis Ritchie, é uma linguagem de programação genérica que pode ser utilizada para a criação de programas diversos como sistemas operacionais, automação industrial, entre outros. Disponível em http://www2.dcc.ufmg.br/disciplinas/pc/source/introducao_c_renatocm_deeufmg.pdf (Acesso em outubro de 2016)

conheci o software de programação Scratch for Arduino (S4A), trata-se de uma linguagem de programação criada para crianças ou iniciantes, onde blocos de arrastar são conectados e podem controlar diversos tipos de sensores, (de luz, de temperatura, infravermelhos etc.), e atuadores (motores, luzes, etc.).

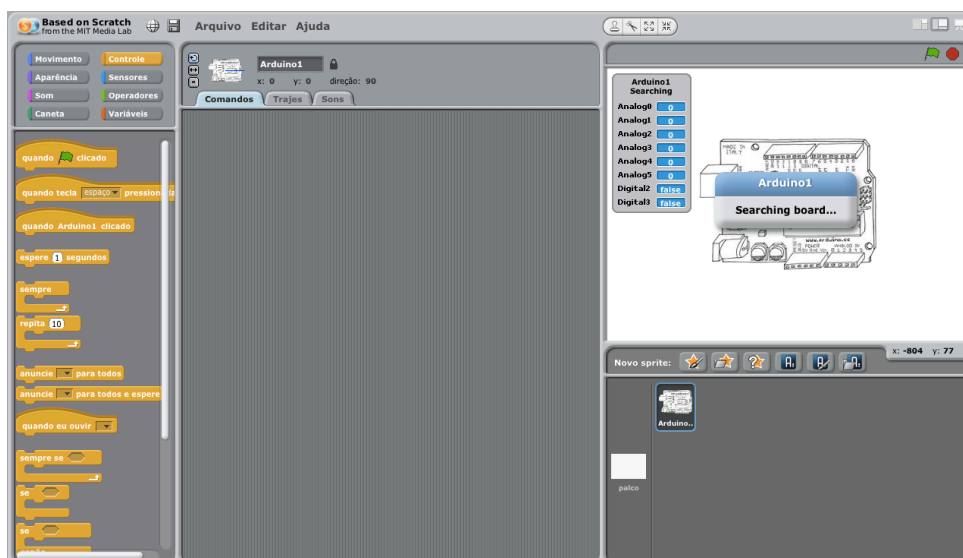


Figura 1: Tela de Trabalho do Software S4A.
Fonte: Tela capturada pela autora.

Em maio de 2013 recebi a proposta para trabalhar com Robótica Educacional com alunos de 10 a 18 anos em uma escola particular da cidade de São Paulo. Era um desafio novo para minha recém-retomada carreira de professora, mas também uma promissora área de atuação, já que cada vez mais a robótica e a programação são incluídas nos ambientes escolares.

Tratava-se de um curso extracurricular oferecido para alunos no contraturno das aulas regulares e baseado em projetos, a proposta era usar o mesmo microprocessador que eu usava em meu TCC, e eu teria a liberdade de escolher os projetos a serem trabalhados para cada faixa etária.

Aceitei o desafio e passei a ensinar programação através do software Scratch for Arduino (S4A). Com o S4A, e suas funções e o uso de sensores é possível abordar conceitos de Física e Matemática com os alunos. Habilidades como trabalho em equipe são desenvolvidas dando aos alunos a responsabilidade de criar um projeto desde a programação até sua estrutura final, (já que não usamos nenhum material pré-montado ou semiestruturado), para desenvolver projetos como casas inteligentes, robôs capazes de detectar incêndio, a presença de pessoas no ambiente, experimentos de física e equipamentos que auxiliam pessoas com deficiência, entre outros.

Atualmente, (1º semestre de 2017), ministro aulas de robótica e programação para crianças entre 6 e 15 anos, em quatro escolas particulares, em diferentes regiões da cidade de São Paulo. Com a prática da sala de aula pude perceber clichês, como por exemplo, alunos brilhantes na robótica e com problemas nas aulas tradicionais; dificuldades de integração da robótica com o currículo tradicional e a falta de um currículo integrado a ser seguido. Identifiquei também, que existem poucos materiais didáticos disponíveis sobre a prática docente nesta área, e quanto mais jovem o aluno, mais difícil de encontrar materiais de apoio ao professor.

Em contrapartida, para atender às demandas da contemporaneidade é primordial ensinar programação e robótica (pensamento computacional) para nossas crianças. Diante desta carência, foi necessário desenvolver a minha “maneira” de ensinar programação e eletrônica, associando estes dois conhecimentos para construir sistemas robóticos.

Motivação

Apesar de nunca ter trabalhado com crianças anteriormente, a partir daquela proposta de trabalho, passei a pesquisar as possíveis metodologias de ensino da robótica e em pouco tempo pude identificar que há pouquíssimos relatos de prática nesta área de atuação. Conversei muito com meus professores da graduação e com colegas professores sobre quais as melhores práticas para ensinar essa tecnologia, e principalmente, programação de computadores; assim, a cada semana entrava em sala de aula com uma proposta diferente, observando os resultados de cada estratégia adotada. Assim fui aos poucos desenvolvendo e construindo a minha “forma” de ensinar.

Foi por meio desta experiência que pude acompanhar o crescimento técnico/emocional dos alunos envolvidos nos projetos. Alguns que tinham muitas dificuldades de relacionamento com os colegas e passaram a ser aceitos pelos grupos. Crianças que não conseguiam trabalhar em equipe passaram a perceber a importância do trabalho colaborativo. Alguns alunos tidos como “problema” por questões relacionadas à indisciplina ou baixo rendimento acadêmico nas disciplinas tradicionais, (língua Portuguesa, Matemática, entre outras), passaram a ser mais participativos e nas aulas de Robótica, resolviam os desafios de programação propostos com rapidez

e, ainda se dispunham a colaborar com os colegas, desenvolvendo, o “espírito de equipe” e melhorando a autoestima por lograr êxito em iniciar e concluir um projeto.

Observei, também, que a integração entre robótica e o currículo regular é pouco frequente, a maior parte das vivências com robótica ocorre no contraturno escolar como disciplina complementar, eletiva ou optativa.

Há diversos tipos de empecilhos nos discursos das escolas que parecem contribuir com a não integração das tecnologias ao currículo: muitos deles relacionados ao “não saber fazer” ou “não saber como fazer”.

Neste tocante, autores como Nunes (2015), pontuam que a formação docente no Brasil não oferece subsídios suficientes para que os professores dominem as Tecnologias de Informação e Comunicação, (TIC), e sintam-se capazes de usa-las em suas salas de aula.

Cursos de formação docente parecem negligenciar quanto as potencialidades pedagógicas dos gêneros discursivos digitais para o desenvolvimento de habilidades comunicativas, orais e escritas. (NUNES, 2015; p. 1)

Assim, apenas os professores que já possuem, deliberadamente curiosidade ou interesse pelas TIC, buscam conhecimentos em cursos de especialização, cursos informais abertos a todo tipo de público, em sites ou vídeo aulas disponibilizadas gratuitamente na internet.

Soma-se também a esse cenário a pouca divulgação das aulas de “Robótica Educacional Livre”, isto é, atividades com Robótica, realizadas em ambientes de aprendizagem, com metodologias ativas e uso de *softwares* e *hardware* livres. A robótica Educacional Livre implica também, no protagonismo do aluno e no desenvolvimento das competências cognitivas e não cognitivas. (O termo Robótica Educacional Livre será explicitado no item 2.5.5).

O engajamento da equipe escolar (gestão e corpo docente) nas atividades de Robótica Educacional, é fator primordial para o desenvolvimento de atividades com tecnologias integradas ao currículo e o trabalho por projetos. Essa abordagem implica em desenvolver um tema ou conteúdo, a partir de uma produção do aluno e consome muito mais tempo e dedicação do professor no planejamento das atividades, na dinâmica das aulas e na avaliação continuada.

Em muitas escolas o professor, (especialista), é contratado em regime de tempo parcial, por hora/aula, com poucas ou nenhuma hora/aula para o planejamento de

atividades relacionadas ao uso das tecnologias na prática pedagógica. Nesses casos, seria necessário o aumento do número de horas pela escola contratante, o que nem sempre se mostra viável. Nessas vivências, pude também identificar que muitas das situações citadas se repetem em várias escolas.

Frente a estas questões, busco nesta pesquisa respostas e caminhos a serem seguidos, assim como, compartilhar e refletir sobre a minha prática no uso de tecnologias no Ensino Fundamental, em especial, da robótica no contexto educacional, por meio de metodologias ativas e desenvolvimento de projetos, e assim, quem sabe, encurtar o caminho de outros professores que buscam os mesmos objetivos educacionais.

Questão problema

Das questões que se podem levantar acerca do tema, poderíamos seguir por diversos aspectos para abordar a Robótica Educacional, como as metodologias de ensino existentes e os benefícios de cada uma delas, ou do seu uso por professores de ciências exatas nos anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio. Entretanto, a partir da experiência da pesquisadora, com alunos do Ensino Fundamental, e a baixa produção acadêmica voltada para esta faixa etária, esta pesquisa tem seu recorte no ciclo 2 da educação básica, correspondendo ao 4º e 5º ano do Ensino Fundamental.

A questão que emerge a partir da deste cenário é:

A Robótica Educacional Livre pode ser aplicada a alunos de 4º e 5º anos do Ensino Fundamental?

Objetivo

Refletir sobre as possibilidades do emprego da Robótica Educacional Livre com alunos do 4º e 5º anos do Ensino Fundamental.

Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral e responder à questão problema desta pesquisa, são objetivos específicos:

- Realizar o levantamento de teses e dissertações sobre robótica na educação brasileira, para identificar as práticas pedagógicas desenvolvidas.

- Descrever e refletir sobre uma prática pedagógica com o uso de Robótica Educacional Livre, junto a alunos do 4º e 5º anos do Ensino Fundamental.

1 TRAJETÓRIA METODOLÓGICA

Devido às características do trabalho que se segue, e por tratar-se de um tema ainda pouco explorado nas pesquisas acadêmicas, pretendemos guiar nossa investigação a partir da produção acadêmica brasileira sobre Robótica Educacional para crianças do 4º e 5º ano do Ensino Fundamental (ou Ensino Fundamental I), e da análise da prática da autora.

Para tanto, utilizaremos a abordagem de pesquisa qualitativa, pois entendemos que a prática educacional é viva e vem se modificando a partir das experiências.

Segundo Chizzotti (2006):

[as pesquisas qualitativas]... não tem um padrão único porque admitem que a realidade é fluente e contraditória e os processos de investigação dependem também do pesquisado (p. 26).

Esta pesquisa abarca as cinco características nomeadas por Bogdan e Biklen (1994, pp 47-51) das pesquisas qualitativas, a saber:

1. Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal.
2. A investigação qualitativa é descritiva.
3. Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos.
4. Investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma intuitiva.
5. O significado é de importância vital na abordagem qualitativa.

Para atingir os objetivos desta pesquisa, serão realizados:

- a) Levantamento de teses e dissertações em bancos de dados nacionais sobre o tema Robótica Educacional.

Para a realização do levantamento bibliográfico usamos o banco de teses e dissertações da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDBTD), com levantamento concretizado nos dias 01 e 04 de setembro de 2016.

A busca foi realizada empregando os seguintes argumentos:

- Robótica Educacional;
- Robótica Educativa;
- Robótica Pedagógica;
- Robô e Pedagogia;

- Robô e Pedagógico;
- Roboeduc;
- Robótica e Ensino;
- Robótica e Educação;
- Arduino e Ensino;
- Arduino e Educação;
- LEGO.

A seleção de argumentos de busca foi motivada pelos termos empregados com mais frequência no ambiente educacional, e pela necessidade de separarmos trabalhos ligados a robótica industrial/comercial daqueles relativos à educação. Assim, associamos sempre os termos robótica e robô a termos educacionais, (Ensino, Educação, Pedagogia etc.). Pelos mesmos motivos associamos o argumento Arduino a termos educacionais. Também usamos o argumento Roboeduc, que se refere a um *software* educacional que aparece com frequência nas palavras-chave das pesquisas na área. O último termo usado, LEGO, refere-se a plataforma semiestruturada em blocos de montar, muito usada no Brasil em aulas de Robótica Educacional.

Restringimos a pesquisa de teses e dissertações a trabalhos realizados no Brasil, em língua portuguesa, pois pretendemos identificar trabalhos acadêmicos que possam contribuir com o tema no contexto das escolas brasileiras.

b) Análise de prática da autora.

Devido à dificuldade em localizar textos acadêmicos focados na Robótica Educacional, para estudantes do Ensino Fundamental, entendeu-se necessário apresentar um relato consubstanciado da prática da autora, adensado pela fundamentação teórica sobre o tema.

O relato aborda as atividades do curso anual, “Robótica Educacional”, realizado com alunos do 4º e 5º ano do Ensino Fundamental, dando um panorama do currículo anual, e detalhando as atividades do primeiro bimestre, momento em que os alunos entram contato com a programação, e iniciam o desenvolvimento do pensamento computacional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo trata dos fundamentos teóricos sobre o uso da Robótica Educacional abordados por esta pesquisa. Para tanto, versa sobre os pilares: educação e currículo; tecnologias; robótica; e o papel do professor mediador, (sendo este um profissional reflexivo).

2.1 Educação e Currículo

Classicamente, o currículo era visto apenas como forma de organizar, separar e classificar os conteúdos a serem abordados em sala de aula, descrever a metodologia, a forma como o conteúdo seria ensinado, e como seria posteriormente avaliado o aprendizado do aluno.

Esta é uma concepção da década de 1950, com foco no rol de disciplinas que deveriam ser ministradas pelos professores, não prevendo a participação dos alunos ou a inclusão de suas realidades e contextos. Ao longo dos anos, da década de 1950 até a década de 2010, este tipo de currículo, prescrito e prescritivo, vem sendo substituído por uma concepção polissêmica (ABRAMOWICZ, 2006).

Os novos currículos são pensados a partir do diagnóstico do grupo de alunos, de suas características e necessidades, da história da comunidade onde a escola está inserida e a construção social que se busca para esta comunidade, assim, as diversas dimensões da sua cultura são profundamente consideradas. A voz da equipe docente e discente devem se fazer presentes, de modo que o currículo não seja imposto, mas sim uma criação de toda a escola, (professores, alunos e equipe gestora, em especial a coordenação), tornando o currículo muito mais que uma sequência a ser seguida pelo professor, mas sim um norteador, com elementos suficientes para que a escola seja instrumento de transformação e de preparo de um cidadão consciente de seu papel social. Pode-se também vincular o currículo ao Projeto Político Pedagógico (PPP) da escola.

Somaremos a este currículo polissêmico e culturalmente ligado à escola os conceitos de Paulo Freire, que propõem que o ensino das crianças deve ser libertador, com potencial de transformação e em prol da melhoria da qualidade

social da educação, uma escola que traga a possibilidade do pensar abertamente e não apenas da reprodução de conceitos repetidos (FREIRE, 1987).

Abordaremos também o papel do professor, como facilitador da construção do conhecimento, o Professor Mediador, aquele, que a partir da sua prática e da vivência dos seus alunos, reinventa a docência a cada nova aula.

Em todo homem existe um ímpeto criador. O ímpeto de criar nasce da inconclusão do homem. A educação é mais autêntica quanto mais se desenvolve este ímpeto ontológico de criar. A educação deve ser desinibidora e não restritiva. É necessário darmos oportunidades para que os educandos sejam eles mesmos (FREIRE, 1979, p. 32).

Assim, o professor ao qual nos referimos nesta pesquisa, tem em sua docência, o papel de mediar o conhecimento dos alunos, pelos caminhos da tecnologia, mas sem fazer deste um repetidor de conceitos, e sim um construtor/autor de seus próprios conhecimentos.

2.1.1 Currículo e Cultura digital

Das várias definições de cultura que existem, consideramos a de Paulo Freire:

Cultura é tudo o que é criado pelo homem. Tanto uma poesia como uma frase de saudação. A cultura consiste em recriar não repetir. O homem pode fazê-lo porque tem uma consciência capaz de captar o mundo e transformá-lo. (FREIRE, 1979, p. 30)

Assim, identificamos que tudo que está a nossa volta, produzido pelo homem, faz parte de nossa cultura. Alguns dos nossos hábitos são ancestrais, outros são decorrentes de fatos ou acontecimentos recentes de nossa história. Isso inclui nossa relação com a tecnologia. A cultura de uma nação, de pequenos grupos ou comunidades é extremamente volátil e se modifica constantemente. E é através de sua cultura – práticas sociais, que o ser humano se expressa e expressa sua visão de mundo, caracterizando-se de acordo com os valores culturalmente aceitos pelos seus pares.

Adotaremos, também, o conceito de cultura digital pontuado por Silva

(...) as progressivas mudanças sociais e econômicas, impactaram as formas como nos comunicamos, nos relacionamos e também de como aprendemos. Assim, o avanço das tecnologias é um dos principais motores responsáveis por impulsionar novas funções e componentes à comunicação e novos conceitos às práticas sociais... o advento da microinformática, da internet e das tecnologias móveis favoreceu o desenvolvimento de uma cultura de uso das mídias e, por conseguinte, de uma configuração social pautada num modelo digital de pensar, criar, produzir, comunicar e aprender e inaugurou novas formas de registrar e representar o pensamento, reconfigurando nossa presença na cultura, no mundo e com o mundo: a cultura digital. (SILVA, 2015, s/p)

Conforme Silva, o uso cotidiano da tecnologia produziu novas e variadas formas de interação social, alterando padrões das práticas sociais e produzindo uma nova cultura, a cultura digital, na qual estamos imersos.

Nossos jovens são especialmente atraídos pelas tecnologias, nasceram nesta nova cultura e demonstram muita facilidade em seu uso desde a primeira infância, são também os que mais se valem desta forma de comunicação e expressão para interagir e se colocar no mundo.

Segundo pesquisa TIC Kids online 2015³, do Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI, 2016), sobre o uso de tecnologias com acesso à internet, por jovens (entre 9 e 17 anos), oito em cada dez jovens são usuários da internet. A pesquisa identificou também, que mais de 50% dos jovens que vivem em áreas rurais do país tem acesso à rede, e nas zonas urbanas, esse número é superior a 80%.

Os dados do CGI também apontam a forte presença dos *smartphones*, (telefones móveis com acesso à internet), na vida e no cotidiano destes jovens, sendo que 90% daqueles que estão conectados à rede, utilizam este tipo de equipamento, e 31% dos conectados o fazem exclusivamente através do *smartphone*. Estes dados mostram que os dispositivos móveis são artefatos

³ TIC KIDS ONLINE BRASIL 2015 Pesquisa sobre o uso da Internet por crianças e adolescentes no Brasil. Disponível em: http://www.cgi.br/media/docs/publicacoes/2/TIC_Kids_2015_LIVRO_ELETRONICO.pdf (Acesso em novembro de 2016).

fundamentais para a comunicação e expressão social destes jovens, uma expressão em múltiplas linguagens e em contato com o mundo.

E é neste cenário, da vivência do jovem na cultura digital, que se enquadram as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no contexto educacional.

A pesquisa TIC Kids Online Brasil 2015, mostrou também as atividades mais exercidas on-line pelos pesquisados, as de maior destaque são: pesquisa de trabalhos escolares (80%), envio mensagens instantâneas (79%) e uso de redes sociais (79%). Abaixo, a tabela 1 que mostra os valores em termos percentuais das atividades mais comuns feitas pelo público alvo da pesquisa.

80	Pesquisou coisas na Internet para fazer trabalhos da escola	Enviou mensagens instantâneas	79
79	Usou redes sociais	Baixou aplicativos	75
68	Pesquisou coisas na Internet por curiosidade ou por vontade própria	Assistiu a vídeos, programas, filmes ou séries <i>on-line</i>	63
59	Ouviu música <i>on-line</i>	Postou na Internet uma foto ou vídeo em que você aparece	56
55	Baixou músicas ou filmes	Compartilhou na Internet um texto, imagem ou vídeo	52
46	Jogou <i>on-line</i> , não conectado com outros jogadores	Leu ou assistiu a notícias <i>on-line</i>	46
38	Jogou <i>on-line</i> , conectado com outros jogadores	Postou na Internet um texto, imagem ou vídeo que você mesmo fez	37
32	Usou mapas <i>on-line</i>	Postou ou compartilhou na Internet o lugar onde estava	30
22	Conversou por chamada de vídeo	Comprou coisas na Internet	13

Tabela 1: Percentual de crianças e adolescentes, por atividade realizada na Internet.
Fonte: TIC Kids on-line, 2015, p.168.

A atividade mais citada, (pesquisa de trabalhos), está diretamente relacionada à atividade escolar, mostrando que esta é uma fonte de pesquisa comumente usada pelos educandos.

A segunda e terceira atividades, são relativas a comunicação e expressão, (troca de mensagens e acesso a redes sociais), fato que evidencia a importância deste tipo de comunicação para estes jovens. Esta postura, está em congruência com indivíduos pertencentes a cultura digital. Outro dado que evidencia a pertença dos pesquisados a essa cultura, aparece em quinto lugar - atividade realizada por 68% dos jovens: pesquisas na rede, realizadas por vontade própria.

Desta forma, tendo em vista o cenário apresentado, não incluir ao currículo a tecnologia, tão presente no cotidiano desta sociedade, e em especial no cotidiano dos jovens, é deixar a escola no momento passado, deslocando-a da realidade da maior parte de seus alunos, limitando as possibilidades de interação destes com o mundo, com as fontes de acesso ao conhecimento, de expressão, de compartilhamento, autoria e participação nesta cultura contemporânea de linguagens tecnológicas.

Para entender os motivos da exclusão da tecnologia nos currículos, esta autora se valerá do levantamento bibliográfico publicado por Evangelista e Sales (2016).

O trabalho avaliou pesquisas que relacionam o Currículo e as Tecnologias Digitais publicados em território nacional entre 2004 e 2014, e conclui que das muitas razões pelas quais a integração TIC e currículo não acontece, destacam-se dois pontos. O primeiro refere-se a infraestrutura necessária: custo de aquisição de equipamentos, indisponibilidade de rede de internet com velocidade e quantidade de acessos simultâneos adequados à atividade escolar, etc. E outro, refere-se aos docentes, a pesquisa indica uma dicotomia na postura dos professores.

Os vanguardistas, que buscam por atualizações constantes, que se apropriam nas TIC e prezam pelo seu uso em suas práticas pedagógicas e os tradicionalistas, que se colocam como fonte única do saber. Estes mostram dificuldades no uso da tecnologia, até mesmo negando seus potenciais e combatendo seu uso nas salas de aula. Ainda segundo a pesquisa, para mudar este cenário, é necessário a formação específica de docentes, para que estes se apropriem adequadamente às TIC.

Cavalcante (1999) nos mostra que estes os professores mais tradicionalistas encontram-se numa encruzilhada:

Nossas escolas devem estar preparadas para enfrentar estas questões cada vez mais presentes em aula. Os estudantes por um lado são atraídos e até mesmo “seduzidos” pela tecnologia. Os professores de outro lado encontram dificuldades para acompanhar este processo evolutivo (ausência de textos materiais paradidáticos etc.). A pressão sobre nossos professores é cada vez mais intensa e atua de todos os lados (CAVALCANTE, 1999, p. 550)

Esta postura, do docente de vanguarda apontada por Evangelista e Sousa (2016) que se caracteriza por estar sempre aberto a novas descobertas, à troca de experiências com os alunos, consciente de que ele não é o detentor de todo o conhecimento, está de acordo com a posicionamento do Professor Mediador, tema que será aprofundado a seguir.

2.2 O Professor Mediador

Nos ambientes de aprendizagem com a Robótica Educacional a figura do professor detentor do conhecimento, é substituída pelo agente de aprendizagem, facilitador, ou ainda, o Professor Mediador.

Menezes e Santos no Dicionário Interativo da Educação Brasileira⁴ apresentam a seguinte definição para Professor Mediador

Professor que trabalha com a mediação pedagógica, significando uma **atitude e um comportamento** do docente que se coloca como um **facilitador, incentivador ou motivador** da aprendizagem, que **ativamente colabora** para que o aprendiz chegue aos seus objetivos. (MENESES; SANTOS, 2015, grifo nosso)

A mediação pedagógica pressupõe uma nova postura do professor, que se coloca como auxiliar na construção do conhecimento do aluno, sem dar respostas prontas, nem mesmo soluções imediatas para os desafios propostos

⁴ Disponível em: <http://www.educabrasil.com.br/professor-mediador/> (Acesso em agosto de 2016).

em aula. Entendemos, nesta pesquisa, que a melhor definição para o Professor Mediador é dada por Vygotsky (1978), que entende que o professor mediador é aquele que trabalha dentro da Zona Proximal de Desenvolvimento (ZPD), que é definida como:

...a distância entre o nível de desenvolvimento atual, determinado pela resolução de problema independente e o nível de desenvolvimento potencial determinado através da resolução de problema sob auxílio do adulto ou em colaboração com colegas mais capazes. (VYGOTSKY, 1978, p. 86)

O Professor Mediador tem a habilidade de trabalhar no limiar do conhecimento do aluno, incentivando-o a buscar novas respostas e novas soluções para as questões propostas de forma crítica e criativa, sendo também um aprendiz em sua prática, já que mesmo tendo apresentado uma questão problema, a proposta de solução deve vir do grupo de alunos. Assim o resultado do trabalho surgirá do grupo e de suas experiências, portanto, é possível obter diferentes resultados com diferentes grupos de estudantes. O conhecimento produzido nas atividades vem dos alunos e é apenas mediado pelo professor.

Esta metodologia propicia o desenvolvimento das competências não cognitivas, também conhecidas como habilidades sócio emocionais ou ainda habilidades para o século XXI.

Trata-se de uma série de capacidades que estão em parte relacionadas com aspectos de personalidade do indivíduo, mas que podem ser aprimoradas ao longo da vida. Segundo Moran (2015, p. 16), as competências não cognitivas são aquelas que, “não se adquirem da forma convencional e que exigem proatividade, colaboração, personalização e visão empreendedora”. Dentre as muitas habilidades sócio emocionais destacaremos aquelas mais desenvolvidas pelo aluno no trabalho em conjunto com o Professor Mediador: trabalho em equipe, lidar com sucesso ou fracasso e, por suposto, aprender a aprender. Este último, foi citado por Papert

A habilidade mais importante na determinação do padrão de vida de uma pessoa já se tornou a capacidade de aprender novas habilidades, de assimilar novos conceitos, de avaliar novas situações, de lidar com o inesperado. Isso será crescentemente verdadeiro no futuro: a habilidade

competitiva será a habilidade de aprender. (PAPERT, 1994, p. 5)

Muito além de possuir apenas os conhecimentos específicos, como linguagens de programação, Eletrônica, Física e Matemática, o professor de Robótica Educacional é fundamentalmente um orientador, ou ainda, um “facilitador” da transformação de uma informação teórica em conhecimento prático.

A seguir trataremos da aprendizagem baseada em projetos, uma metodologia ativa que visa tornar o aluno protagonista do seu processo de aprendizagem. Este formato de aula deve ser ministrada por um Professor Mediador, que deve ter a habilidade de propiciar que aluno faça descobertas e construa conhecimento, durante a execução das atividades, (definição e construção de protótipos), designadas pelo projeto do curso.

2.3 As Metodologias Ativas e a Aprendizagem por Projetos.

Conforme o nome já diz, a metodologia ativa se contrapõe ao modelo de aula tradicional, aonde estudantes sentados em fileiras recebem passivamente informações prontas de um mestre. Esta forma, chamada “ativa”, de ensinar e aprender, propõe um conceito que diferencia conhecimento de informação.

A informação, é o conteúdo transmitido pelo professor, mas também temos acesso a uma infinidade de informações através da internet, sobre os mais diversos temas, entretanto ter acesso a informação não implica obrigatoriamente em ter conhecimento, este, deve ser construído ativamente pelo aprendiz.

Como nos diz Moura (2014) “do ser com o contexto relacionado com aquilo que se pretende aprender”, desta forma para que se construa o conhecimento é necessário que a informação seja assimilada pelo educando, transformando a sua estrutura mental, unindo-se a outros conhecimentos. Este conhecimento estruturado poderá ser acessado e usado pelo aprendiz em muitas outras atividades, relacionadas ou não com a informação pura que lhe fora transmitida.

De forma bastante clara, o autor nos colocam tópicos essenciais característicos de metodologias ativas de aprendizagem:

1. Demandam e estimulam a **participação do aluno** envolvendo-o em todas as suas dimensões humanas: sensório-motor, afetivo-emocional, mental-cognitiva.
2. Respeitam e estimulam a **liberdade de escolha** do aluno diante dos estudos e atividades a serem desenvolvidas, possibilitando a consideração de múltiplos interesses e objetivos.
3. Valorizam e se apoiam na **contextualização do conhecimento**, imprimindo um sentido de realidade e utilidade nos estudos e atividades desenvolvidas.
4. Estimulam as **atividades em grupos**, possibilitando as contribuições formativas do trabalho em equipe.
5. Promovem a **utilização de múltiplos recursos** culturais, científicos, tecnológicos que podem ser providenciados pelos próprios alunos no mundo em que vivemos.
6. Promovem a competência de **socialização do conhecimento** e dos resultados obtidos nas atividades desenvolvidas (MOURA, 2014, p. 2).

Das muitas metodologias ativas existentes destacaremos a Aprendizagem Baseada em Projetos ou Aprendizagem por Projetos, que proporciona ao aluno o desenvolvimento de algo material ainda que em formato de projeto ou protótipo.

Ainda segundo Moura, os principais formatos encontrados no trabalho com esta metodologia são: o explicativo; o objeto de estudo é comumente um artefato tecnológico, onde é analisada sua construção e o grupo deve buscar informações para entender seu funcionamento. O formato investigativo, tem como proposta, que o aluno vivencie o processo científico, passando por todas as etapas desde a formulação da pergunta ou hipótese a ser testada, até a análise de dados e conclusão. O formato construtivo é o que mais se adequa a aulas de Robótica Educacional, nele a partir de uma proposta, os alunos constroem um produto ou protótipo que seja capaz de executar determinada tarefa ou função.

O autor coloca ainda algumas características importantes dos cursos que usam a Aprendizagem baseada em Projetos:

1. Grupos de trabalho com número reduzido de alunos (4 a 6 alunos)
2. Definição de prazos para concretização do projeto (2 a 4 meses)

3. Definição de temas via negociação entre alunos e professor
 4. Finalidade útil dos projetos para que os alunos percebam um sentido real dos mesmos
 5. Uso de múltiplos recursos, incluindo aqueles que os próprios alunos podem providenciar, dentro ou fora do ambiente escolar
 6. Socialização dos resultados dos projetos em diversos níveis, (como a sala de aula, escola e comunidade).
- (*ibdem*, p. 7)

2.4 Robótica.

Para Agenor Martins (2006), a robótica é a “ciência dos sistemas que interagem com o mundo real, com pouco ou mesmo nenhuma intervenção humana”, ou de maneira genérica, qualquer máquina mecânica controlada por um processador computadorizado, equipada com sensores capaz de executar tarefas sem intervenção humana, podem ser chamadas de robô. (MARTINS, 2006).

Foi Isaac Asimov, escritor russo, criador da obra de ficção científica “Eu, Robô” (1950) um dos responsáveis por colocar no imaginário coletivo a possibilidade de criarmos robôs que sejam capazes de substituir o ser humano em diversas situações cotidianas. Em sua obra Asimov relata uma sociedade onde robôs estão a serviço dos humanos em diversas tarefas como os cuidados com a casa, arriscadas missões de salvamento ou desenvolvendo temas complexos da ciência como a mecânica quântica.

Este autor pensava os robôs como instrumentos capazes de auxiliar o homem nas tarefas do dia a dia ou em situações de perigo. Para ele num futuro não muito distante nossa vida seria facilitada pelos robôs, para tanto Asimov criou três leis fundamentais da robótica:

- Um robô não pode causar dano a um ser humano; nem, por omissão, permitir que um ser humano sofra;
- Um robô deve obedecer às ordens dadas por seres humanos, exceto quando essas ordens entrarem em conflito com a Primeira Lei;
- 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, 1969, p. 3)

Esta visão da robótica está articulada com o uso de robôs a serviço da humanidade, principalmente em tarefas cotidianas, não como instrumentos de dominação ou para guerras, como ocorre hoje em dia em muitas situações, por exemplo no emprego de aparatos teleguiados (*drones*) para bombardeios.

No mundo real, a robótica teve início nas indústrias em 1959, quando o primeiro braço mecânico robótico foi desenvolvido pelo pesquisador George Devol e pelo físico Joseph Engelberger, fundadores da primeira indústria de robôs, a Unimation.



Figura 2: Primeiro braço mecânico robótico (1959).

Fonte: http://www.ifr.org/fileadmin/user_upload/downloads/forms___info/History_of_Industrial_Robots_online_brochure_by_IFR_2012.pdf

Já em 1961, a General Motors instala em uma linha de produção na sua fábrica na cidade de Trenton, capital do Estado de Nova Jersey, (EUA) um braço robótico capaz de empilhar peças de metal fundido, ainda quentes.

Nesse trabalho classificamos os robôs por gerações, conforme Halfpap (2005 p. 40- 44):

- Primeira Geração: Robô *Pick-and-Place*;
- Segunda Geração: Robô *Play-Back*;
- Terceira Geração: Inteligência Artificial.

A seguir serão detalhadas as gerações:

2.4.1 Primeira geração: Robô *Pick-and-Place*

A primeira geração de robôs tem a capacidade básica de movimentar-se de forma repetitiva, são robôs comumente usados nas indústrias, um exemplo deste tipo de robô é o primeiro braço mecânico robótico (figura 2). Este tipo de robô não é dotado de sensores, tem apenas alguns movimentos, como direita e esquerda, para cima e para baixo, portanto, não é capaz de perceber seu exterior. Em outras palavras, um robô soldador de primeira geração em uma linha de produção automobilística, por exemplo, programado para soldar portas de veículos não é capaz de perceber se a porta que está a sua frente é de um carro ou de um caminhão, nem mesmo saberá se há ou não uma porta a sua frente, sendo necessário um humano que controle e informe ao robô que a porta já está a sua frente e ele pode iniciar o trabalho.

2.4.2 Segunda geração: Robô *Play-Back*

Os robôs da segunda geração (*Play-Back*) tornaram-se multitarefas, podendo exercer mais de uma função. Tomando novamente o exemplo de uma linha de produção automobilística, um robô da segunda geração pode atuar na solda, na pintura, entre em outras funções. Entretanto, assim como os de primeira geração, estes robôs não possuem sensores externos. Desta forma não são capazes de perceber mudanças que comprometam seu desempenho na linha de produção. É necessário a supervisão de um humano que coloque o robô em sua função e o programe para cada tarefa diferente a executar.

Os robôs industriais são principalmente os de primeira e segunda geração, realizam tarefas com perfeição e rapidez, muitas vezes em ambientes impróprios ou perigosos para seres humanos. Atualmente existem mais de 1,3 milhões de robôs industriais e a Federação Internacional de Robótica estima que até 2018 serão mais de 2,3 milhões atuando nos mais diversos setores da indústria⁵.

⁵ Dados do Departamento de Estatísticas da Federação Internacional de Robótica. Disponível em: <http://www.worldrobotics.org> (Acesso em agosto de 2016)

Este tipo de robô está presente também no dia a dia das pessoas. Tomemos como exemplo uma máquina de bebidas quentes, capaz de produzir tipos diferentes de café com sabores mais ou menos intensos, chás, cappuccinos entre outras bebidas. É um robô de segunda geração, capaz de realizar algumas tarefas diferentes (café, chás, cappuccino...), porém não tem sensores para perceber se há ou não uma capsula no compartimento, se há pouca água no reservatório, se a capsula que foi colocada é para uma bebida fria ou quente. É necessário um humano para programá-la da forma correta e de acordo com sua necessidade. Este, é apenas um exemplo de robô muito presente no dia a dia de muitas pessoas.

2.4.3 Terceira geração: Inteligência Artificial

A terceira geração surge da necessidade da tomada de decisão pelo robô a partir do ambiente em que está inserido. Passam a ser incorporados nos robôs diversos tipos de sensores, que possibilitam a leitura do ambiente e a tomada e de decisão a partir destas leituras. Um exemplo deste tipo de robô são os robôs pessoais de serviços que surgiram nos anos 1990.

Os robôs pessoais são aqueles usados para tarefas não comerciais, possuem comunicação simples com o operador/usuário, podendo ser usado por qualquer pessoa, (mesmo sem um treinamento específico). Um bom exemplo de robô de serviço pessoal que pertence a terceira geração, são os robôs de limpeza doméstica. Este tipo de robô pode fazer por exemplo a limpeza de um piso. É capaz de reconhecer ambientes onde já fez a limpeza anteriormente, sem passar várias vezes pelo mesmo local. Ao final da limpeza do ambiente ou na necessidade de recarga, retorna sozinho à sua base.

Outros exemplos são os robôs de estimação (robô “acompanhante”), como o Pepper, comercializado pela empresa Softbank na China e Estados Unidos da América.



Figura 3: Pepper, robô acompanhante.
Fonte: <http://spectrum.ieee.org/image/MjUwOTk2Nw.jpeg>

Assim, ao longo do tempo e com a disseminação das Tecnologias de Informação e Comunicação, os robôs vão tomando espaço no dia a dia das pessoas, deixando de ser associados às indústrias ou a centros de computação, para se tornarem mais humanizados, auxiliando o homem em diversas áreas como, previa Asimov.

Nas primeiras décadas do século XXI surgiram robôs de diversas ordens e para inúmeros fins. Na área médica encontramos robôs para a realização de cirurgias a distância, com perfeito domínio e segurança necessária, diminuindo os riscos das técnicas médicas.

Outras funções estão ligadas aos organismos cibernéticos (ciborgues) ou próteses tecnológicas que substituem ou ampliam as funções do corpo seja por algum tipo de deficiência física, uma intervenção artística ou simplesmente para facilitar tarefas diárias. Outra aplicação da robótica é exemplificada no caso de exoesqueletos, que possibilitam, por exemplo, um tetraplégico andar amparado por uma estrutura mecânica.

Asimov, que além de escritor era Doutor em bioquímica e professor na faculdade de Medicina da Universidade de Boston também falava dos benefícios das Tecnologias de Informação e Comunicação trariam às pessoas de todo o mundo, em entrevista⁶ concedida em 1988, já previa as facilidades trazidas pela difusão dos computadores pessoais conectados a redes mundiais de “bibliotecas”

⁶Encontra-se disponível em vídeo disponível em:
https://www.youtube.com/watch?v=rigSQq9p4X8&ab_channel=PauloMayer (Acesso em agosto de 2016)

onde cada pessoa poderia buscar informações de acordo com seus interesses, nas mais diversas áreas do conhecimento. Ele ressalta ainda, que a era da informática, que ainda estaria por vir, traria novamente a possibilidade do ensino um a um, ou seja, a interação homem x máquina traria a cada pessoa além da possibilidade de escolher o tema a estudar, a informação direta dos autores/pesquisadores/desenvolvedores daquele tipo de conhecimento.

Este mesmo conceito é trazido por Papert em um debate com Paulo Freire realizado em 1994 no programa “O Futuro da Escola: Uma Conversa Sobre Informática, Ensino e Aprendizagem”⁷. Durante o debate Papert decompõe o aprendizado humano em estágios:

O primeiro acontece na primeira infância, quando a criança busca, por si só e por sua curiosidade, explorar o mundo ao seu redor. A criança observa, toca e traz objetos à boca com intenção de conhecê-los; neste momento o processo de aprendizagem é experimental e ocorre determinado por ela mesma.

O segundo refere-se principalmente a vida escolar, onde recebemos informações sobre diversos temas do conhecimento sem experimentá-los de fato. Papert pontua, principalmente, a ruptura entre os dois estágios: no primeiro o aprendizado vem da curiosidade, da experiência e relação com o mundo, e no segundo deixa-se de aprender, para ser ensinado por alguém, sem vivenciar aquilo que está sendo ensinado, “Quando você vai para a escola o trauma é que você tem que parar de aprender e deve aceitar ser ensinado”. (PRIOLLI; RAMOS, 1995)

Assim como Asimov, Papert vê na informática, e, principalmente nas TIC, a possibilidade da retomada do primeiro estágio (aprendizado experimental).

Neste cenário, se insere o conceito da Robótica Educacional, que se refere a um ambiente de aprendizagem, onde os alunos não apenas recebem informações, mas a partir de suas vivências e experiências são estimulados, por meio de módulos programáveis, sensores de diversos tipos e motores, a buscar soluções para diversas situações, gerando assim conhecimento, são instigados a criar artefatos que atendam as suas necessidades, e é este processo de

⁷ Encontra-se disponível em vídeo. Seymour Papert e Paulo Freire: uma conversa sobre informática, ensino e aprendizagem. Produzido pela TV PUC/SP, disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=4V-0KfBdWao&ab_channel=NormFriesen. (Acesso em agosto de 2016)

criação que retoma o aprendizado do educando em seu primeiro estágio, o da experimentação e vivência.

Conforme Castilho (2002), “Aqui, [na robótica educacional] não interessa muito o produto final e sim o caminho que é feito até que se chegue a um determinado fim”. (p. 8)

A seguir será apresentado o conceito de robótica educacional.

2.5 Robótica Educacional

Seymour Papert, foi pioneiro em pesquisar como a informática e os computadores poderiam contribuir com o processo de aprendizagem de crianças. Papert trabalhou com Piaget e iniciou sua busca por uma abordagem de ensino e aprendizagem em que se pudesse relacionar o pensamento, a construção do conhecimento e a construção de um artefato para compreender com plenitude seu funcionamento.

Papert, a mais de 40 anos, chamou sua metodologia de *Construcionismo*, derivada do Construtivismo de Jean Piaget.

O Construcionismo, minha reconstrução pessoal do Construtivismo [...] atribui especial importância ao papel das construções no mundo como apoio para o que ocorreu na cabeça, tornando-se, deste modo, menos uma doutrina puramente mentalista. (PAPERT, 1994, p.128).

A seguir, retomaremos os primórdios da robótica educacional, a linguagem LOGO e a tartaruga e o construtivismo, fundamentando nas ideias de Papert.

2.5.1 Os primórdios: a Tartaruga e o Construcionismo

A história da Robótica Educacional tem seu início formal com os trabalhos de Seymour Papert que, na década de 1980, iniciou as atividades de robótica com crianças por meio de atividades de programação na linguagem LOGO⁸, na

8 Linguagem de programação para crianças criada por Seymour Papert.

qual os educandos programavam um dispositivo móvel que poderia ser controlado por computador: uma “tartaruga” que fazia desenhos geométricos no solo.



Figura 4: Seymour Papert e a tartaruga programável.

Fonte: <http://www.legozoom.com.br/ev3/wpcontent/uploads/2013/11/Imagens-01.png>

A “tartaruga” era ligada ao computador por cabos e recebia os comandos para controlá-la. Gonçalves (2007) nos esclarece o papel do dispositivo:

A tartaruga de solo foi uma tentativa de dar uma expressão “corporal” para a programação Logo e possibilitar um nível de comunicação através do movimento com o computador. O computador passou a ter “pernas” e “braços” e até alguns “sentidos” como o tato através de sensores de toque e uma “pequena visão” através dos sensores de luminosidade. (GONÇALVES, 2007, p. 23)

A tartaruga (figura 4) era um objeto grande que se movia no chão, obedecendo comandos simples como direita, esquerda, para frente e para trás, possuía uma caneta acoplada à sua base e seus movimentos produziam desenhos. Os desenhos eram o resultado da programação criada pelos estudantes, possibilitando a visualização quase imediata do que acabara de ser pensado, e de acordo com os resultados obtidos,

repensar o trabalho feito, ou prosseguir para um próximo objetivo Gonçalves coloca ainda que:

Papert pretendia que a tartaruga fosse um objeto no qual as crianças poderiam usar o conhecimento de seu próprio corpo para compreender o movimento da tartaruga, podendo, deste modo, a tartaruga se tornar um “objeto para pensar com” (*thing to think with*). Com o surgimento de computadores pessoais, a tartaruga de solo deu lugar a uma tartaruga virtual, que se movimentava na tela do computador (GONÇALVES, 2007, p. 21).

A tartaruga como um “objeto de pensar com” foi criada para facilitar a construção do projeto pelo estudante, que inicialmente tem a ideia do movimento, escreve esta ideia no computador através da programação e observa a transformação de sua ideia em realidade, quando a tartaruga, reproduzindo os movimentos idealizados. Na observação do resultado, o aluno reflete sobre sua produção, ou seja, pensa sobre suas próprias ideias num processo de abstração reflexiva, avaliando o resultado, podendo corrigir erros ou avançar para o próximo objetivo.

2.5.2 Construtivismo e Construcionismo

Papert considerava o Construcionismo uma extensão do construtivismo, pois os esquemas ou estruturas cognitivas seriam construídos, raciocinados e imediatamente trazidos à realidade, ainda que de forma computacional.

O ensino baseado na teoria Construcionista pretende alcançar meios de aprendizagem significativos baseados nas construções mentais do sujeito, apoiado em suas próprias concepções de mundo e trazendo-as para o “mundo real”, para que o indivíduo seja capaz de discutir, analisar, ver e rever seus próprios conceitos. Sendo está a principal característica do Construcionismo, permitir que seja tocado (ou visualizado) aquilo que primeiramente foi criado como ideia mental.

Ou ainda como disse o próprio Papert:

Minha meta tornou - se lutar para criar um ambiente no qual todas as crianças – seja qual for sua cultura, gênero ou personalidade – poderiam aprender Álgebra, Geometria, Ortografia e História de maneira mais semelhante à

aprendizagem informal da criança pequena, pré-escolar, ou da criança excepcional, do que ao processo educacional seguido nas escolas. (PAPERT, 1994, p. 56)

Segundo Lopes e Fagundes (2006), “a aprendizagem se dá mais efetivamente na construção pessoal de artefatos significativos (como programas de computador, animações, ou robôs)”. (p. 2). Segundo os autores, vários pesquisadores

...comprovaram que a atividade de programação, de *design* e de depuração de protótipos permitem ao sujeito enriquecer seus esquemas de significação com novos esquemas de representação lógico matemáticos, lingüísticos e estéticos, elementos essenciais da aprendizagem. (*ibdem*)

Conforme Valente (2005) existem duas ideias que contribuem para que esse tipo de construção do conhecimento (construcionismo) seja diferente do construtivismo de Piaget. Primeiro, o aprendiz constrói um produto, ou seja, a construção do conhecimento é baseada no fazer, no "colocar a mão na massa" ou *Hands-on*. Segundo, o fato de o aprendiz estar construindo algo significativo, de seu interesse e para o qual ele está bastante motivado (*Heads-in*):

A expressão “construcionismo contextualizado” pode ser compreendida por meio da seguinte definição para cada um de seus termos: construcionismo – o aprendiz engajado na construção de um produto significativo, usando a informática; e contextualizado – o produto construído relacionado com a realidade do aprendiz. Com essa concepção procurava-se então integrar aspectos de uma abordagem teórica proposta por Papert e a questão da contextualização do conhecimento proposto por Freire. (VALENTE, 2005, p. 55)

Outro fator fundamental para a diferença entre essas duas maneiras de construir o conhecimento (construtivismo e construcionismo) é a presença do computador – o fato de o aprendiz estar construindo algo por intermédio do computador possibilita a visualização e a retroalimentação imediata da sua produção e do conhecimento construído.

Nesta pesquisa, entendemos que a educação deve ter cunho libertador, tendo o aluno como autor, protagonista e produtor de seus conhecimentos, (conceitos estes propostos pela educação Freireana).

A possibilidade da soma das duas teorias educacionais apresentadas acontece na Robótica Educacional, em um ambiente de aprendizagem onde o aluno constrói seu conhecimento a partir da realização e do processo de trabalho, que é produzido mentalmente, visualizado através da programação de microcontroladores e trazido ao mundo real na construção dos projetos que atendam às necessidades dos alunos, da escola ou da comunidade.

2.5.3 Robótica Educacional: conceitos

Foram selecionadas três definições que elucidam o conceito da robótica aplicada ao processo de ensino e aprendizagem.

Segundo o Dicionário Interativo da Educação Brasileira⁹, Robótica Educacional é:

Termo utilizado para caracterizar **ambientes de aprendizagem** que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e *softwares* que permitam programar de alguma forma o funcionamento dos modelos montados. Em ambientes de robótica educacional, os **sujeitos constroem** sistemas compostos por modelos e programas que os controlam para que eles funcionem de uma determinada forma. (Grifo nosso)

A definição apontada pelo Dicionário Interativo da Educação Brasileira ressalta que o trabalho com robótica na educação caracteriza-se por um ambiente de aprendizagem. Nesses ambientes, dá-se foco à construção de sistemas compostos por modelos e programas. Enfatiza o emprego de sucatas, motores e sensores.

Já para D'Ábreu a Robótica Pedagógica consiste em:

9 Dicionário Interativo da Educação Brasileira. Disponível em: <http://www.educabrasil.com.br/robotica-educacional/> (Acesso em agosto de 2016)

...utilização de aspectos/abordagens da robótica industrial em um contexto no qual as atividades de construção, automação e controle de dispositivos robóticos, **propiciam aplicação concreta de conceitos, em um ambiente de ensino-aprendizagem** (D'ABREU, 2012, p. 3. Grifo nosso).

A conceituação de João D'Abreu destaca o ambiente de ensino e aprendizagem onde as atividades de construção, (automação e controle), propiciam a aplicação concreta de conceitos.

Para Castilho, a Robótica Educacional:

... é voltada a desenvolver projetos educacionais envolvendo a atividade de construção e manipulação de robôs, mas no sentido de proporcionar ao aluno mais um ambiente de aprendizagem, onde possa desenvolver seu raciocínio, sua criatividade, seu conhecimento em diferentes áreas, a conviver em grupos cujo interesse pela tecnologia e a inteligência artificial é comum a todos. (CASTILHO, 2002, p. 4. Grifo nosso).

Castilho, em sua definição, pontua a atividade de construção e manipulação de robôs, como um ambiente de aprendizagem para o aluno desenvolver seu raciocínio, criatividade e seus conhecimentos. É relevante pontuar que as três definições apresentadas tratam da Robótica Educacional como um **ambiente de aprendizagem**, onde os participantes desenvolvem **atividades de construção**.

Na concepção da autora desta pesquisa, os termos Robótica Educacional, Educativa ou Pedagógica são sinônimos (e poderão ser abreviados por RE), e se referem a ambientes de aprendizagem onde são abordados e desenvolvidos conceitos e competências (matemáticas, criativas, sócio-emocionais...) de forma lúdica e a partir da construção do aluno. Assim como Castilho, a autora acredita que é no caminho percorrido por cada aluno, da elaboração à construção de um projeto, que se encontram os ganhos significativos da RE.

Os benefícios trazidos pelo ensino de programação, um item básico no ensino de Robótica Educacional é adensado por Papert (1985), que formaliza, em seu livro LOGO: Computadores e Educação, que na construção de uma

programação, o erro é apenas uma tentativa de acerto e faz parte do processo que leva ao sucesso, eliminando assim o peso negativo do insucesso. Papert ressalta ainda que, na programação há várias formas de chegar a um resultado, portanto, cada educando é livre para criar de formas diferentes, chegando sempre ao sucesso na atividade proposta.

Como pontuado por D' Abreu, em ambientes de Robótica Educacional os alunos entram em contato com a possibilidade de criação, de trazer ao mundo real, por suas mãos, o que outrora fora aprendido em aulas tradicionais, é o momento que ele de fato apropria-se de algo que lhe foi ensinado em teoria e pode trazê-lo à prática no desenvolvimento de projetos, com as mais diversas finalidades. Para isso usam computadores, programação, controladores, sensores, motores, entre outros artefatos que viabilizam a realização de um projeto. Trazem seu raciocínio abstrato para o concreto, em um artefato físico real.

A programação, objetivamente, destina-se ao controle dos protótipos desenvolvidos. Ao tomar contato com a possibilidade de programar um microcontrolador, e através deste, criar sistemas e projetos, o aluno descobre-se capaz de controlar o computador e, com o conjunto “computador, microcontrolador, sensor” criar artefatos tecnológicos reais, sejam para diversão, decoração, ou resolver problemas e situações do dia-a-dia. Como nos diz Blikstein, (2008), a possibilidade de criar este tipo de artefato “é uma habilidade que nos faz mais humano. Afinal, o que há de mais humano do que livrarmo-nos de tarefas repetitivas e focar no mundo das ideias?”.

Muito diferente de ser apenas um usuário do computador ou de sistemas robóticos, a atividade de programação dentro das aulas de robótica desenvolve o pensamento computacional.

Pensamento computacional é saber usar o computador como um instrumento de aumento do poder cognitivo e operacional humano – em outras palavras, usar computadores, e redes de computadores, para aumentar nossa produtividade, inventividade e criatividade. (BLIKSTEIN, 2008, p. 1)

Ainda segundo Blikstein, (*ibidem*), das habilidades não cognitivas necessárias aos jovens, o pensamento computacional é “aquela que talvez seja a mais importante e menos compreendida dessas habilidades”

Embora ainda não haja consenso entre os pesquisadores sobre o conceito de pensamento computacional e sua utilização na educação básica, Valente, (2016), pontua que, segundo o ISTE/CSTA ¹⁰ o pensamento computacional pode ser definido:

um processo de resolução de problema, com as seguintes características: formulação de problemas de uma forma que permita usar um computador e outras ferramentas para ajudar a resolvê-los; organização lógica e análise de dados; representação de dados através de abstrações como modelos e simulações; automação de soluções através do pensamento algorítmico (a série de passos ordenados); identificação, análise e implementação de soluções possíveis com o objetivo de alcançar a mais eficiente e efetiva combinação de etapas e recursos; e generalização e transferência desse processo de resolução de problemas para uma ampla variedade de problemas. (VALENTE, 2016, p. 870)

Segundo o autor, citando o ISTE/CSTA, (2011, p. 7 *apud* VALENTE, 2016, p. 870) essas habilidades apoiam e reforçam atitudes consideradas como dimensões essenciais do pensamento computacional como: “confiança em lidar com a complexidade, persistência em trabalhar com problemas difíceis, tolerância para a ambiguidade e capacidade de lidar com problemas abertos”.

Já segundo Couto e Silva, os ganhos do trabalho com programação, e por consequência o desenvolvimento do pensamento computacional é importante pois

... o pensamento computacional está intimamente ligado à construção do conhecimento. O pensamento computacional procura explorar os benefícios que podem ser desenvolvidos ao programar computadores e ao pensar de forma computacional do ponto de vista cognitivo. (COUTO; SILVA, 2016, p. 5)

¹⁰ CSTA Computer Science Teachers Association. Disponível em: <https://www.csteachers.org>
ISTE - International Society for Technology in Education. Disponível em: <https://www.iste.org>

Ao controlar o computador, executando comandos por meio de uma linguagem computacional, o aluno depara-se muitas vezes com erros, que devem ser analisados e revistos – depurados, para que o programa realize a ação planejada. Assim, o aluno pode a cada momento, analisar sua programação, que envolve estratégia e conceitos. Ao programar o computador, o aluno é instigado a pensar sobre seu próprio pensamento, tornando-se, assim, um “epistemólogo”, segundo Papert (1984).

Lopes e Fagundes (2006) complementam pontuando que

...para que a robótica possa se constituir como um recurso tecnológico inovador em termos curriculares, os elementos **design, criação e invenção** devem ser tomados como chaves, já que é a partir deles que os sujeitos definirão seus próprios problemas e desenvolverão suas estratégias para construção de seus protótipos, e não o inverso. (p. 3, grifo nosso)

Ademais, quando seu colega de turma produz o mesmo resultado de uma forma completamente distinta, ambos podem identificar que há vários meios para chegar ao mesmo resultado, ambos satisfatórios, apenas diferentes. A aprendizagem durante atividades de programação, que também se aplica na RE é descrita por Valente (2005) em etapas cíclicas que culminam numa espiral, a espiral da aprendizagem composta por quatro estágios: descrição-execução-reflexão-depuração.

A descrição, é o momento em que o aluno a partir de um problema ou objetivo proposto, descreve no computador, usando uma linguagem de programação, a ideia ou ação que pretende realizar para solucionar o problema, é o momento que o aluno “ensina/ controla” o computador. O segundo momento é a execução, após ensinar o computador o aluno observa o artefato físico executando os comandos. Nesta observação já encontramos o próximo estágio, a reflexão, quando o aluno avalia suas ideias e pode considerá-las satisfatórias ou não, de acordo com o objetivo pensado na descrição.

Quando o resultado obtido não é satisfatório acontece a depuração, o aluno poderá rever a programação feita, recriar sua ideia e novamente passar ao estágio de execução, reflexão, e se necessário novamente depuração, até que o resultado seja satisfatório. Deve-se ressaltar que embora os estágios

tenham sido apresentados nesta organização, eles não necessariamente a seguem, tão pouco acontecem isoladamente, os processos podem e muito comumente ocorrem de maneira simultânea no pensar dos estudantes.

Valente apresenta um diagrama explicativo (figura 5) sobre as fases de aprendizagem, que envolve o ambiente social onde o aluno está inserido, o professor mediador/ agente de aprendizagem, pais e colegas.

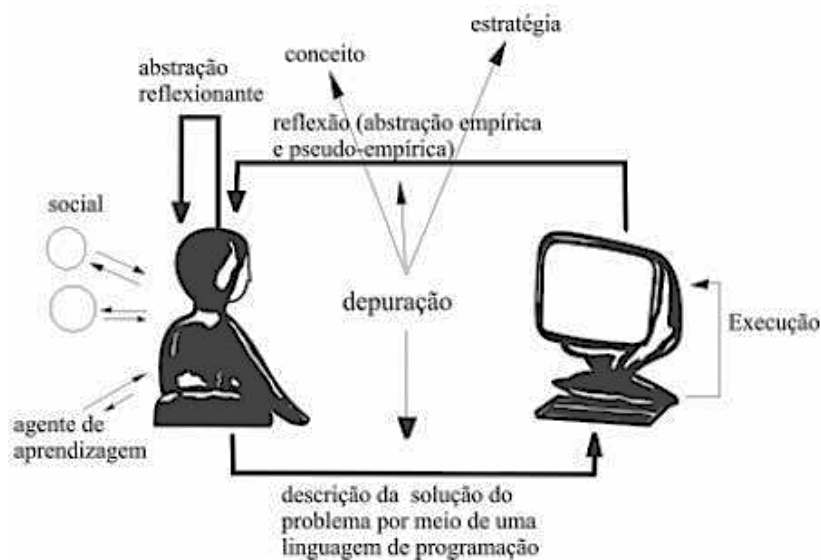


Figura 5: Ciclo de ações que acontece na interação aprendiz-computador na situação de programação.
Fonte: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?view=000857072>

Valente (2005) coloca ainda que os estágios de aprendizagem acontecem em ciclos, mas, ao final de um ciclo, mesmo que o objetivo ainda não tenha sido atingido já se produziu um conhecimento, assim não é possível retornar ao estágio “zero” onde nada se sabia. Temos assim a produção de conhecimento em espiral, a espiral da aprendizagem ilustrada na figura 6.



Figura 6: Espiral da aprendizagem.

Fonte: http://catalogo.educacaonaculturadigital.mec.gov.br/hypermedia_files/live/nucleo_de_base1/topico-viii-2.html

Na verdade, terminado um ciclo, o pensamento não deveria ser exatamente igual ao que se encontrava no início da realização desse ciclo. Assim, a ideia mais adequada para explicar o processo mental dessa aprendizagem, era a de uma espiral. (VALENTE, 2005, p. 66).

Os momentos de descrição, execução, reflexão e depuração podem acontecer muitas vezes, até que se chegue a um resultado que se considere satisfatório.

2.5.4 Plataformas de Robótica Educacional para Ensino Fundamental.

A robótica no ambiente educacional brasileiro comumente conta com *kits* didáticos, (*kits* de RE), montados por empresas prestadoras de serviços educacionais. Estes *kits* também podem ser chamados de materiais semiestruturados, pois possuem todo o material, (didático e pedagógico), necessário para a realização dos cursos de RE: peças de montar, motores, sensores e a metodologia da aula a ser trabalhada por meio de cadernos para os professores e alunos. Dentre os muitos modelos existentes, o de maior destaque no mercado nacional pertence a empresa dinamarquesa LEGO, que oferece vários modelos de *kits* para diversos níveis educacionais.

2.5.4.1 Robótica com Materiais Semiestruturados

Os cursos de RE oferecidos por empresas prestadoras de serviços no mercado nacional seguem a sistematização “4C”, conectar, construir, contemplar e continuar.

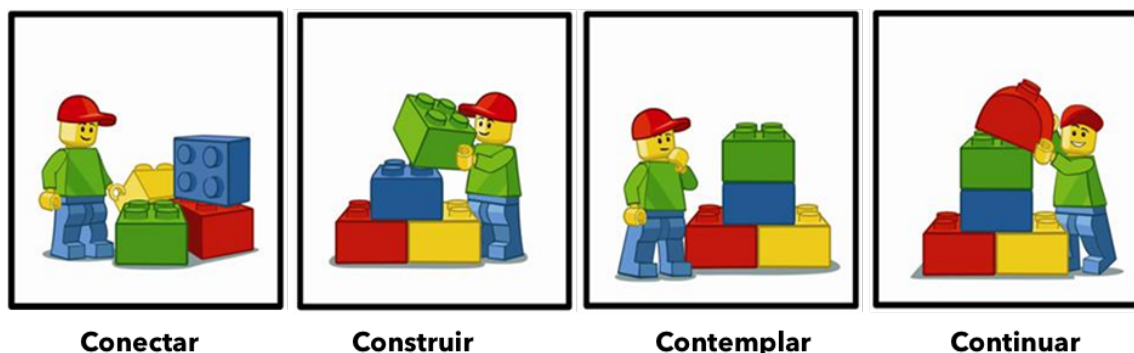


Figura 7: Sistematização de aula segundo metodologia LEGO.
Fonte: <http://didactic.com/edblog/robotica-educativa-con-lego/>

Assim a aula é dividida em 4 partes, na primeira parte, “conectar”, corresponde apresentação de uma situação problema. A segunda parte, “construir”, refere-se à construção de um artefato que responda a problematização proposta. O “contemplar” é o momento de observação do artefato construído e criticamente avaliar como é possível “continuar” agregando melhorias à construção.

A sistematização 4C lembra em parte, a Espiral da Aprendizagem, descrição, execução, reflexão e depuração descrita por Valente (2005), citada no item 2.5.3 deste trabalho, entretanto, ao contrario da espiral de Valente, onde os alunos podem criar soluções para as questões propostas em aula ou trazidas a partir do grupo, dentro da sistematização 4C o aluno não possui liberdade para trazer uma situação problema ou de criação de uma solução para a problematização proposta na aula, os artefatos a serem construídos são copiados passo a passo de uma cartilha ou manual (físico ou virtual).

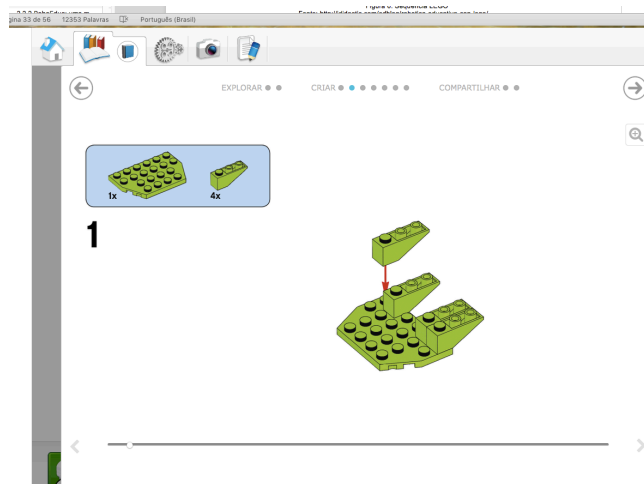


Figura 8: Projeto Velocidade passo 1.
Fonte: Tela do software We Do 2.0 capturada pela autora.

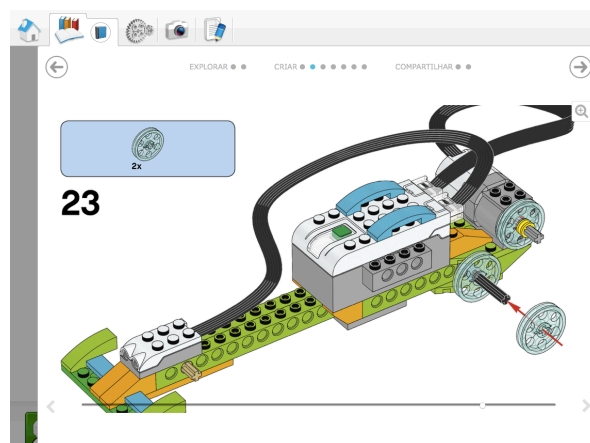


Figura 9: Projeto Velocidade passo 23.
Fonte: Tela do software We Do 2.0 capturada pela autora

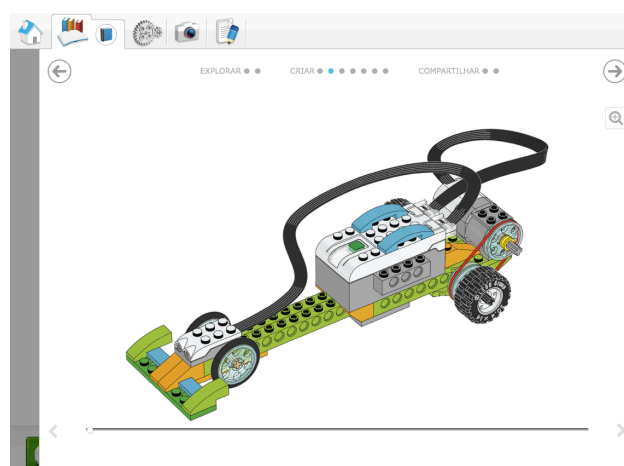


Figura 10: Projeto velocidade concluído.
Fonte: Tela do software We Do 2.0 capturada pela autora.

Ao final da construção há um breve momento de liberdade crítica e criativa, quando é oferecida aos alunos a possibilidade de “continuar”, ou seja, fazer modificações ou melhorias nos artefatos construídos.

A programação do microcontrolador, para que o protótipo funcione conforme a expectativa, também consta no passo a passo do manual destinado ao aluno, sendo esta mais uma limitação na criação de projetos individualizados, pelos estudantes e professores.

Este modelo de ensino não apresenta ao aluno a possibilidade de criação, apenas de cópia. Este modelo é chamado por Blikstein, (2008), de “adestramento digital” e nos diz ainda “estamos ensinando nossos alunos que a tecnologia serve para recombina informações já existentes, e não para criar conhecimento novo” (p.1).

É com base neste modelo de *kits* semiestruturados que muitas escolas brasileiras conduzem seus cursos ou atividades de RE. Essa dinâmica decorre, em muitos casos, da dificuldade de contratação de profissionais licenciados e com habilidades e conhecimentos específicos das TIC para o desenvolvimento de tais atividades de forma autônoma.

Acrescentamos ainda que é alto o custo de aquisição de materiais e *kits* para RE. Desta forma, a contratação de empresas prestadoras de serviços educacionais tornou-se uma solução para escolas que querem atender demandas de mercado e de pais, que buscam para seus filhos aprendizado com atividades de robótica.

A metodologia empregada pela LEGO e por tantas outras empresas que vendem cursos de robótica sistematizados para aulas de RE, pressupõe a replicação de aulas, isto é, o professor segue as orientações já organizadas pelas empresas. Assim, não é necessário que os professores sejam especialistas em tecnologias ou tenham conhecimentos mais aprofundados em física, matemática ou outras áreas do conhecimento que são necessárias quando a prática pedagógica é baseada em projetos autorais concebidos por professores e alunos.

Neste cenário sistematizado e de *kits* semiestruturados, o professor não ocupa papel ativo na modelagem do currículo, na proposição dos projetos ou

temas das atividades propostas aos alunos, nem mesmo na forma como essas atividades serão executadas.

[os kits de RE] encontrados em diversos estabelecimentos educacionais resumem-se ao fornecimento de aulas prontas para um professor – neste caso... , a dependência de lições prescritas por um “especialista” em robótica educacional torna o docente um repetidor (BARBOSA; SILVA, 2012, p. 88).

Segundo Barbosa e Silva, os *kits* de RE que seguem essa abordagem têm padronização excessiva e com o modelo “caixa-preta de operação¹¹”. O material é oferecido às escolas sem integração com o currículo, conteúdo, contexto e necessidades específicas da instituição. Este modelo não prevê a formação dos educadores da própria instituição, levando-os à dependência de técnicos ou profissionais especializados para o desenvolvimento das atividades. Nessa abordagem a instituição e seus agentes não se apropriam das TIC.

A contratação de uma empresa especializada em RE para ministrar aulas de robótica com o material semiestruturado, entretanto, satisfaz principalmente a demanda das escolas, em especial aquelas que não contam com professores formados para atuar com projetos empregando robótica ou não possuem os materiais, espaço de aprendizagem e metodologias necessários para a construção dos projetos dos alunos.

Usualmente as aulas ou atividades de robótica com *kits* semiestruturados não são integradas ao currículo, são desenvolvidas em turno diferente das aulas convencionais, como atividades para enriquecimento ou complementação, focando principalmente nos aspectos lúdicos dos *kits*, sem que o aluno, de fato, se aproprie da construção tecnológica que esta à sua frente.

2.5.5 Robótica Educacional Livre

Nesta pesquisa, usaremos o termo “Robótica Educacional Livre” (REL) para identificar as atividades com RE que se afastam do modelo

¹¹ Barbosa e Silva usa o termo “caixa –preta” para ilustrar objetos ou artefatos tecnológicos (televisores, celulares, entre outros) que são apenas usados, sem que se conheça seu funcionamento em detalhes. (BARBOSA E SILVA, 2012)

semiestruturado, e primam pelo uso da bricolagem¹² feita com diversos tipos de materiais, inclusive sucatas e de *softwares* e microcontroladores *open source*. Materiais *open source*, são aqueles que possuem código aberto, disponibilizado na internet, para livre reprodução e modificação de acordo com as necessidades do usuário.

...mais do que aprender a dominar as possibilidades técnicas projetadas no aparelho, a robótica, pelo menos aquela que advém da cultura livre, é uma oportunidade para o aluno manifestar a inquietação pela qual passa ao elaborar ideias. Tal ideário apresenta significante avanço em relação a receitas que propõem que o aluno, visto como usuário, simplesmente siga instruções de um manual de montagem. (BARBOSA; SILVA, 2012, p. 25).

É neste processo de inquietação citado por Barbosa e Silva que se encontram os significativos ganhos da Robótica Educacional Livre. É neste momento de criação que o aluno se depara com uma situação problema e busca em seu repertório pessoal, de vivências, formas de solucionar a questão proposta, isso a partir de diversos tipos de materiais:

A Robótica Livre tem uma proposta diferenciada, pois parte para soluções livres em substituição aos produtos comerciais. Ela propõe o uso de softwares livres (Linux e seus aplicativos) como base para a programação e utiliza-se da sucata de equipamentos eletroeletrônicos e hardwares abertos/livres para a construção de kits alternativos de Robótica Pedagógica. ... A proposta da Robótica Pedagógica Livre é de uma práxis coletiva de ensino e de aprendizagem, em que todos trocam e produzem conhecimento (CÉSAR, 2009, p. 26).

Assim, os alunos podem: conceber projetos envolvendo a construção de protótipos, planejar soluções, debater com os colegas, experimentar e errar, num processo de depuração, onde a cada nova tentativa de acerto é um novo saber adquirido. Este processo converge com descrição feita por Valente (2005), sobre a aprendizagem durante atividades que envolvem a programação de

¹² Trabalho ou conjunto de trabalhos manuais, ou de artesanato. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/bricolagem/> (acesso em novembro de 2016)

computadores, a espiral da aprendizagem composta pelos momentos: descrição-execução-reflexão-depuração citada no item 2.5.3 deste trabalho.

Para tanto, o professor (e a escola), é demandado a atuar como mediador do processo de aprendizagem do aluno, visto que a aquisição do conhecimento, tanto para professor quanto para aluno, advém do processo de construção do projeto, das escolhas feitas neste processo e da forma com que o grupo de alunos lida com os erros e acertos provenientes desta construção. Nestes processos não há apenas um caminho, nem respostas prontas, e em muitas situações nem mesmo o professor sabe qual é o melhor caminho a seguir, nem mesmo, qual será o resultado final do projeto.

A comunidade escolar necessita acreditar que a produção discente é importante, relevante e produz conhecimentos de forma significativa, conforme Papert em diálogo com Paulo Freire no vídeo *Technology and the Future of Schools* (PRIOLLI; RAMOS, 1995), a experimentação é o primeiro estágio do aprendizado. É o conhecimento que surge de forma mais espontânea que é capaz de produzir criticidade no indivíduo, e gera na escola a formação de um contingente mais consciente de sua cidadania.

O fator determinante da realidade e da consciência do trabalhador não depende senão em caráter relativo e limitado do tipo de máquina por ele manejada. Esta sem dúvida influi, e pode chegar no curso do processo tecnológico a tornar-se um fator de variação qualitativa da realidade do trabalhador, mas não será diretamente, por efeito do simples modo de trabalhar e sim pela transformação da percepção da realidade da situação social que induz na consciência das massas assalariadas. Eis por que devemos dizer que automação, desacompanhada das convenientes modificações sociais, não introduz por si só uma transformação significativa na consciência do trabalhador, embora de fato o liberte da carga do trabalho pesado, enfadonho e difícil. (VIEIRA PINTO, 2010, pp. 45-46)

À luz de Vieira Pinto (2010), entendemos que o modelo de uso da tecnologia pela escola é determinante na formação de um indivíduo, não podendo essa formação ser focada apenas na formação profissional, mas também na liberdade criativa e no pensamento crítico. A Robótica Educacional

Livre, pontuada nesta pesquisa, coloca-se como catalizadora para que o aprendizado tenha um viés mais aberto e amplo quando comparado aos modelos semiestruturados.

Dentre as muitas possibilidades para desenvolver um curso de Robótica Educacional Livre, alguns, *softwares*, microcontroladores, atuadores e sensores são vastamente usados por sua qualidade e baixo custo. Apresentaremos, a seguir, alguns materiais usualmente empregados nas atividades de REL.

2.5.5.1 Materiais para Robótica Educacional Live: o Microcontrolador Arduino.

Arduino (figura 11) é um microcontrolador de baixo custo e *open source*, ou seja, seu modelo de construção está disponível no site do desenvolvedor, qualquer pessoa tem acesso, pode reproduzi-lo ou modifica-lo de acordo com suas necessidades. Dentre os muitos modelos oferecidos no mercado o mais indicado para iniciantes é o UNO.

Arduino é uma plataforma de prototipagem open source, em hardware e software, muito flexível e de fácil utilização. É destinado a qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos. Tem sido muito utilizada em ambientes acadêmicos devido a sua facilidade de programação e principalmente seu baixo custo. (SILVA, 2012, p.13)



Figura 11: Arduino UNO.
Fonte: a autora.

Como o nome microcontrolador já diz, o Arduino é capaz de controlar uma variedade de atuadores, como luzes e motores, (figura 12) a partir de informações coletadas do ambiente com a ajuda de sensores (figura 13).

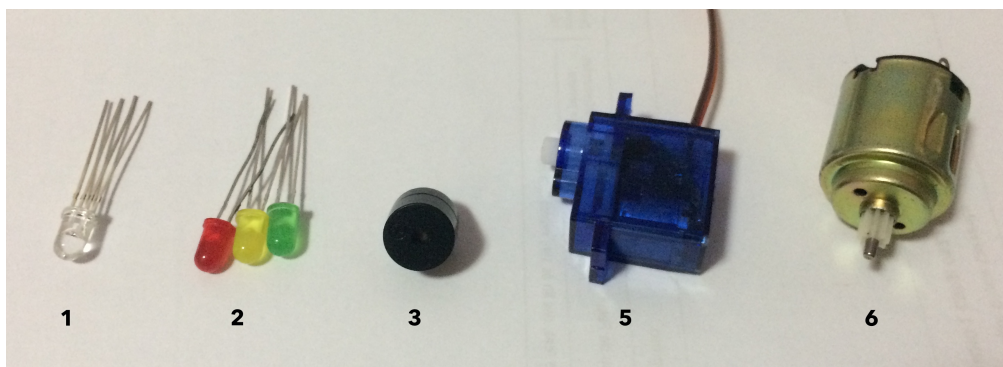


Figura 12: 1) LED RGB; (2) LED coloridos; (3) campainha (4) Servo Motor; (5) Motor DC.
Fonte: a autora

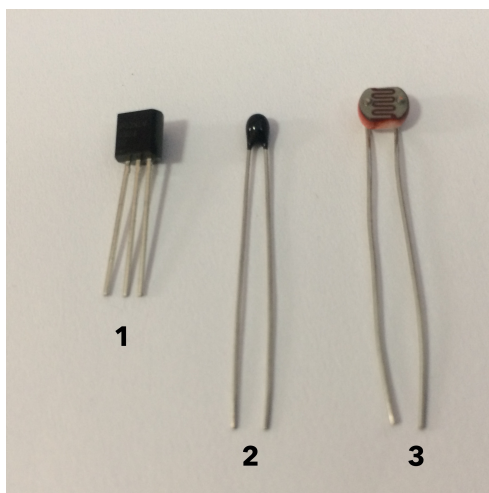


Figura 13: (1) LM35 sensor de temperatura; (2) termistor; (3) LDR, sensor de luz.
Fonte: a autora.

A partir destes componentes, é possível a criação de diversos tipos de protótipos, com funções e aplicações diversificadas, este tipo de material é a base para um curso de Robótica Educacional Livre.

Para conectar o Arduino ao software S4A é necessário o uso de um *firmaware* disponível para *download* no site oficial do S4A¹³, o site possui também dicas, passo a passo, para realização da conexão. Cabe ressaltar também que além de *open source* o S4A esta disponível para todos os sistemas operacionais.

Para a construção da estrutura dos protótipos, pode-se usar diversos materiais como papelão, isopor, caixas e potes plásticos, garrafas *pet*, madeira e alumínio. O uso de matérias “comuns”, os quais os alunos têm fácil acesso, transformando-os de acordo com os projetos confere aos alunos um novo olhar, um olhar de quem é capaz de transformar um utensílio de cozinha num robô. Esse novo olhar possibilita o desenvolvimento da curiosidade epistemológica, para além da sala de aula. Possibilita também sua aproximação com conceitos de ciência, promovendo sua alfabetização científica.

São necessárias também algumas ferramentas simples de trabalho manual, como martelo, serra, chave de fenda, lima, alicates e equipamentos como serra elétrica, furadeira, pistola de cola quente, ferro de solda, entre outros.

Cabe ressaltar que existem diversos outros microcontroladores, muitos derivados do próprio Arduino. Uma vez que o Arduino é *open source* encontramos microcontroladores de diferentes marcas com as mesmas funcionalidades e nomes muito semelhantes como: Severino¹⁴ e Garagino¹⁵ - estes fabricados por micro ou pequenas empresas nacionais, enquanto que aquele é de origem italiana, portanto, com custo maior.

Na esteira dos dispositivos livres, a REL pode também usar outros modelos, como o Gogo *Board*¹⁶, cujo objetivo principal é o uso educacional na perspectiva construcionista de Seymour Papert. Como o Arduino, o *Gogo Board* objetiva possibilitar aos educandos “construir robôs, medir e acompanhar dados

¹³ Site oficial do software Scratch for Arduino http://s4a.cat/index_pt.html (acesso em novembro de 2016)

¹⁴ <http://www.blogdoje.com.br/2010/08/15/monte-um-arduino-severino-para-chamar-de-seu/> (Acesso em novembro de 2016).

¹⁵ <http://labdegaragem.com/profiles/blogs/novo-garagino-rev-1-cada-vez-mais-facil-e-simples-de-usar> (Acesso em novembro de 2016).

¹⁶ *Transformative Learning Technologies Lab* - Universidade de Stanford. Disponível em: <http://gogoboard.org/>.(Acesso em novembro de 2016).

ambientais, conduzir investigações científicas, criar controles para jogos, construir instalações de arte interativas etc.”. (MORELATO, 2008, p.8). Assim como o Arduino o Gogo *Board* é *open source*, possui baixo custo, e seus componentes são de fácil localização em lojas físicas ou virtuais de produtos eletrônicos.

Há também o Raspberry Pi¹⁷, um mini microcomputador desenvolvido no Reino Unido voltado para a educação. Possui tamanho reduzido e baixo custo.

Sintetizando, a Robótica Educacional Livre, independente da marca ou modelo do microcontrolador empregado fundamenta-se

... na tradição do aprendizado construcionista, demonstram como os *Programmable Bricks* – pequenos computadores de propósito geral com sensores e controles – podem ser usados para enriquecer atividades de aprendizado (MORELATO, 2018, p. 2)

Sistematizando, a REL também se caracteriza pelas premissas:

- Uso de Microcontrolador *open source*;
- Uso para fins educacionais;
- Fácil construção;
- Emprego de componentes simples e acessíveis;
- Possui baixo custo;
- Propicia a autoria dos educandos.

A seguir serão apresentados os dados coletados nesta pesquisa.

¹⁷ Mais informações em: <https://www.raspberrypi.org/> (Acesso em novembro de 2016).

3. ANÁLISE DE DADOS

Entendendo o importante papel das Tecnologias de Informação e Comunicação para o desenvolvimento das competências cognitivas e não cognitivas, foi realizado um levantamento dos trabalhos de pesquisa, (teses e dissertações), produzidos no Brasil na área em tela para entender a situação da Robótica Educacional no Brasil.

3.1 Levantamento de teses e dissertações.

Inicialmente a pesquisa foi feita no Banco de Teses da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior), em maio de 2016, porém o sistema estava em processo de reformulação, com muitos filtros de pesquisa inativos, sem busca avançada e por data disponíveis. Assim, esta pesquisa contará com os dados da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações¹⁸ (BDBTD).

A BDBTD foi concebida e é mantida pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT) com apoio da Financiadora de Estudos e Pesquisas (FINEP).

É conhecida a existência de outros trabalhos sobre a temática Robótica Educacional na base de dados da CAPES, entretanto acreditamos que nosso levantamento traça um panorama geral da produção científica Brasileira nesta área, trazendo dados importantes para análise.

A seguir são apresentados os resultados do levantamento de teses e dissertações sobre o tema Robótica e Educação.

Foram encontrados 55 trabalhos sobre a temática Robótica Educacional, dos quais 9% (cinco trabalhos) são teses, como ilustra o gráfico a seguir.

¹⁸ <http://bdtd.ibict.br/vufind/> (Acesso em agosto de 2016).

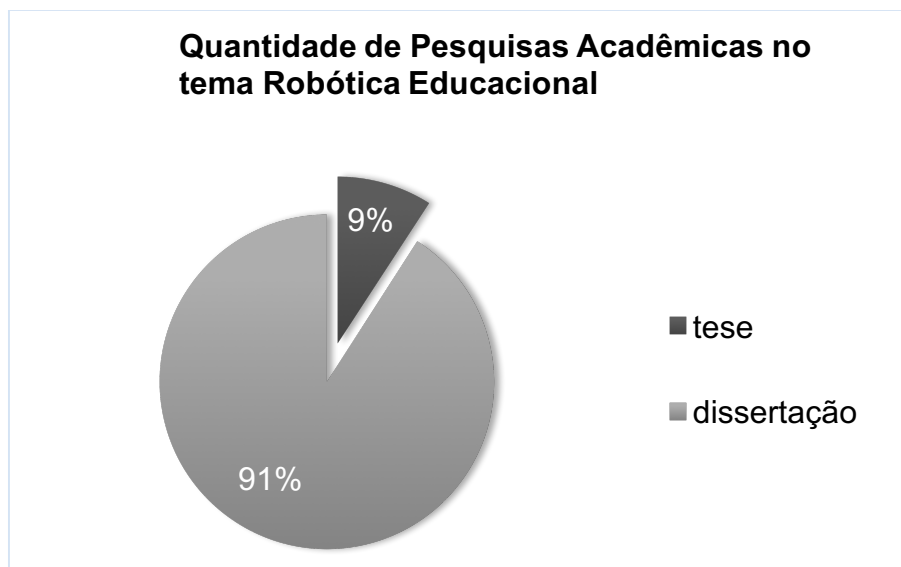


Gráfico 1: Percentual de Teses e Dissertações produzidas no Brasil na Temática de RE.
Fonte: a autora.

Tal dado aponta a baixa produção deste tema específico e a demanda por pesquisas na área.

O trabalho mais antigo localizado na BDBTD data de 2003, entretanto a produção nesta temática vem aumentando expressivamente desde 2009.

A seguir é apresentada a quantidade de trabalhos acadêmicos publicados a cada ano. A planilha completa com os 55 trabalhos localizados encontra-se no Apêndice 1 desta pesquisa.

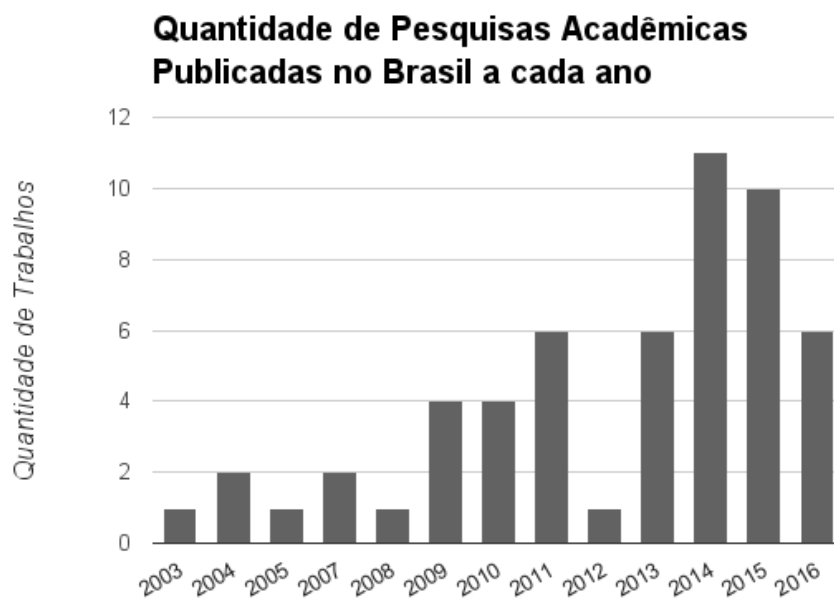


Gráfico 2: Quantidade de Trabalhos acadêmicos na temática RE por ano.
Fonte: a autora.

A partir do levantamento feito, identificamos que há pesquisas focadas em todos os níveis de ensino, porém principalmente relacionadas ao Ensino Médio (14 trabalhos) e ao segundo ciclo do Ensino Fundamental, que contempla do 6º ao 9º ano, (22 trabalhos). Também há trabalhos com foco na formação de professores, na metodologia para ensino de Robótica Educacional e na análise e avaliação de softwares para Robótica Educacional.

Destes trabalhos muitos tratam dos benefícios trazidos pelas aulas de Robótica Educacional, abordam os ganhos cognitivos no desenvolvimento intelectual e como a robótica pode facilitar, contextualizando, o aprendizado de diversos temas, principalmente aqueles relacionados às ciências exatas (Física, Matemática e Química), além disso, são relatados ganhos como inclusão digital e social dos alunos envolvidos com a Robótica.

O levantamento mostrou que mais de 73% dos trabalhos analisados usam *kits* didáticos semiestruturados para realização dos cursos de RE, apenas 9 trabalhos, o que corresponde a 16% do total, usam material *open source*. Há também trabalhos que avaliam e propõem melhorias em *softwares* para RE ou tratam especificamente da formação de professores sem se ater a nenhum tipo específico de material.

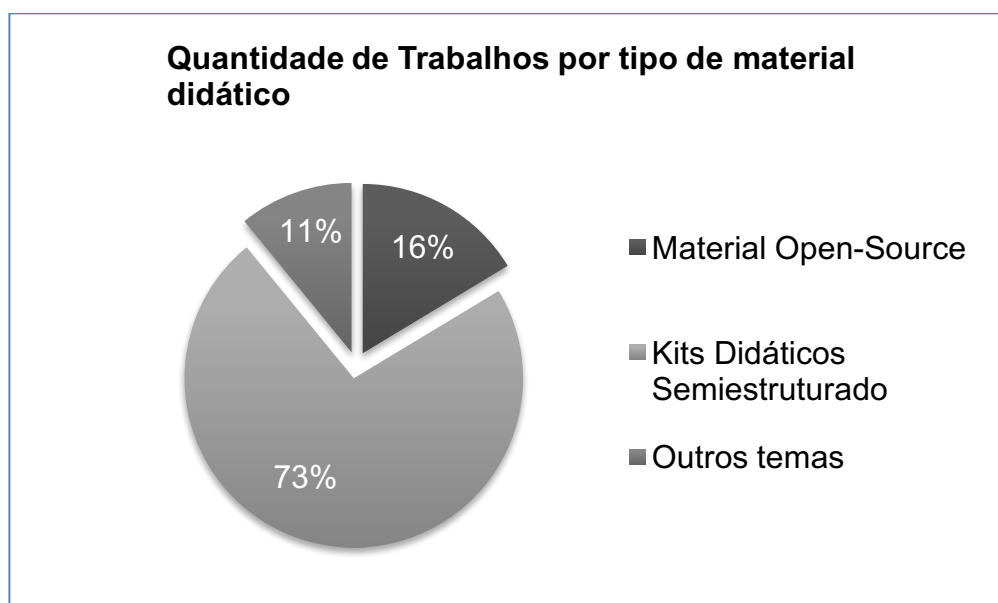


Gráfico 3: Percentual de trabalhos que usam material semiestruturado e material *Open Source*.
Fonte: a autora.

É relevante destacar a concentração das pesquisas pelas instituições de ensino superior. A maior parte das pesquisas (07) foram desenvolvidas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, seguida pelas produções da Universidade do Rio Grande do Norte (06), Universidade Federal de Goiás (05), Universidade Federal da Bahia (04) e Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (04). As demais pesquisas são distribuídas por diversas instituições, como pode ser visto no apêndice 1. Esses dados revelam que as instituições de ensino federais são as que mais produzem na área em tela.

Identificou-se, também, a reduzida produção de pesquisas sobre Robótica Educacional relacionada ao Ensino Fundamental I. Apenas três trabalhos tiveram este foco, (que também é o foco abordado neste trabalho).

Apresentamos, a seguir, os três trabalhos localizados que contribuem para a discussão da RE para alunos do Ensino Fundamental.

3.1.1 Robótica Educacional: uma experiência construtiva

Publicado em 2003 o trabalho de dissertação de Ortolan (2003) tem como objetivo avaliar se é possível a integração das TIC por meio das atividades com RE, num estudo de caso realizado em um colégio particular da cidade de Cascavel, Paraná. Esta pesquisa relata que as aulas de RE foram ministradas no laboratório de informática da escola, que teve sua organização alterada para que pudesse receber as atividades de RE.

A seguir segue o resumo da pesquisa.

A sociedade atual esta marcada por uma existência inequivocamente voltada para a digitalização de praticamente todos os segmentos, seja em termos científicos, profissionais e culturais. Este processo de mudança configura-se como o alicerce da chamada sociedade do conhecimento ou globalizada. O ponto de interesse deste trabalho busca entender a real **possibilidade de implementar uma ferramenta altamente tecnológica no ensino, buscando sustentar a tese de que é possível aplicar um processo de aprendizagem com uso irrestrito de tecnologia, sem com isso desvincular da educação escolar a incumbência de formar um cidadão crítico e socialmente participativo.** Parte-se então para a intenção

de compreender o uso de tecnologias educacionais, em especial a informática, através de uma experiência concreta com a implantação da robótica educacional no Colégio Harpa de Cascavel (PR). O problema centra-se na investigação do uso do ROBOLAB – software de programação dos kits de robótica – como um meio de realizar experiências educacionais por meio de simulações dos robôs. O estudo associa-se à busca de um processo educacional que contemple o uso da informática como meio de gerar aprendizagem por intermédio da construção do conhecimento. (ORTOLAN, 2003, p. X, grifo nosso).

Em sua pesquisa Ortolan se vale da plataforma semiestruturada LEGO e do Software ROBOLAB¹⁹, como mediadores da construção do conhecimento, para alunos da 5º e 6º séries, atual 4º e 5º ano do Ensino Fundamental.

O autor conclui em seu estudo de caso, que há integração das TIC na escola e no currículo por meio da RE, viabilizando a construção do conhecimento, quebrando o paradigma da escola tradicional, onde os conhecimentos são transmitidos de forma sistemática sem a vivência e experimentação:

Esta integração aconteceu de forma efetiva pelo fato da Robótica Educacional propiciar o uso efetivo da informática e uma conexão muito grande com os conteúdos curriculares, permitindo aos alunos e professores uma facilidade maior de construir um sistema de aprendizagem em que efetivamente **o educando é o elemento construtor de sua aprendizagem**, fugindo ao máximo a **inércia da educação tradicional e da informática educacional** técnica ou instrucionista, onde o aluno apenas realiza experiências já formatadas. (ORTOLAN, 2003, p. 111, grifo nosso).

¹⁹ Software de programação dos *kits* de robótica.

3.1.2 RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional

Dos trabalhos localizados, o de Silva é o mais recente, data de 2009, e é o único que analisa os resultados da RE em uma escola da rede pública situada numa zona de periferia da cidade de Natal, Rio Grande do Norte. Além do caráter pedagógico, as aulas tiveram caráter de inclusão digital e social dos estudantes. As aulas de RE, tiveram características de oficinas ministradas por participantes do grupo de pesquisa Natalnet²⁰, para 18 crianças ente 8 e 10 anos. O trabalho desenvolvido fundamentou-se na perspectiva sócio-histórica. Os sujeitos da pesquisa foram selecionados por seus professores, que privilegiaram alunos com alguma dificuldade cognitiva referente à leitura ou escrita, e também alguma dificuldade no relacionamento com professores e colegas.

A seguir apresentamos o resumo do trabalho citado:

Neste trabalho **propomos uma metodologia para o ensino de robótica no Ensino Fundamental, baseada na teoria sócio-histórica de Lev Vygotsky**. Esta metodologia em conjunto com o kit Lego Mindstorm® e um software educacional (uma interface para controle e programação de protótipos) compõem o sistema de robótica pedagógica denominado RoboEduc. Para o desenvolvimento dessa pesquisa foi utilizado o método pesquisa ação, sendo realizados atividades de robótica com a participação de crianças com idade entre 8 a 10 anos, alunos do Ensino Fundamental I da Escola Municipal Professor Ascendino de Almeida, localizada no bairro Pitimbú, na periferia de Natal, Rio Grande do Norte. **As atividades visaram produzir conhecimento sobre a construção de protótipos robóticos, sua programação e controle**. Ao construir os protótipos as crianças desenvolvem ZDPs, que são espaços de aprendizagem que quando bem aproveitados proporcionam a construção, pelos indivíduos não só de conceitos científicos, mas também de habilidades e competências importantes para as interações sociais e culturais de cada um e do grupo. Com o desenvolvimento das oficinas foi possível analisar a utilização do robô como elemento mediador do processo de ensino-aprendizagem e as contribuições que o uso da robótica pode trazer para o ensino desde o nível fundamental. (SILVA, 2009, s/p. Grifo nosso)

²⁰ <http://www.natalnet.br/home/> (Acesso em novembro de 2016)

Em sua conclusão, Silva descreve os ganhos trazidos pela pesquisa para os estudantes e problemas ainda existentes: a pouca pesquisa sobre RE para crianças e a não interação com o currículo tradicional:

Por entender que essa disciplina pode ser utilizada também na educação fundamental, sendo seu caráter essencialmente interdisciplinar, **não se justifica a sua aplicação somente para utilização em competições ou como atividade extra-classe**. Concluímos que a robótica necessita de pesquisas não só em questões técnicas, como também metodológica. Por isso, na medida em que criamos esforços em direção à superação de tais dificuldades, obtivemos resultados úteis que podem ser aplicados para a melhoria da qualidade do processo de uso de robótica nas escolas, como também entendemos estar contribuindo para que a Robótica Educacional se torne uma área de pesquisa de fato. (SILVA, 2009, p. 105, grifo nosso)

3.1.3 Em Busca de Novas Possibilidades Pedagógicas: A Introdução da Robótica no Currículo Escolar.

Santana (2004), apresenta um trabalho realizado no ensino privado, na cidade de Salvador, Bahia. Nesta pesquisa, o caso apresentado indica que a RE foi implantada de forma curricular, sendo, portanto, oferecida a todos os alunos do Ensino Fundamental. Assim como os dois outros trabalhos elencados, Santana também se vale da plataforma semiestruturada LEGO para o desenvolvimento das atividades. A seguir o resumo do trabalho é apresentado.

Esta dissertação apresenta um estudo sobre a **introdução da Robótica Pedagógica; de forma sistemática; na matriz curricular de 5ª à 8ª série do ensino fundamental**, de uma escola particular de Salvador Brasil, tendo o seu foco voltado para a 5ª série. Discute os desafios enfrentados pela instituição escola frente a uma sociedade permeada pelas tecnologias de base telemática/informática e introduz a **Robótica Pedagógica como uma possibilidade presente na escola para contribuir com a aprendizagem de alunos** nessa faixa etária. Este estudo não é um manual de inovação via uma

nova tecnologia; mas sim uma discussão das possibilidades e limites trazidos por ela. De fato; é uma memória viva das discussões que ocorreram sobre o uso de uma abordagem teórico-metodológica; a proporção que ela se **tornou uma nova disciplina; das dificuldades enfrentadas na implantação dessa inovação curricular;** do progresso realizado; dos caminhos (re)trilhados e; finalmente; da aprendizagem e crescimento dos estudantes; professores; supervisores da disciplina e coordenadores da escola. (SANTANA, 2004, p. 8, grifo nosso)

O autor conclui seu trabalho, discorrendo sobre os ganhos do aprendizado adquirido durante a pesquisa e da importância do ambiente de aprendizagem e seus componentes afetivos:

...aprendi com as crianças que um mundo melhor pode ser construído e que elas são capazes de construir se as deixarmos livres para criar, lhes dermos a oportunidade de aprender com prazer, se acreditarmos que são capazes e, acima de tudo, **se o ambiente da aprendizagem for rodeado com uma áurea humana, for um ambiente feliz no qual as crianças queiram permanecer.** (SANTANA, 2004, p. 195, grifo nosso)

Nos três trabalhos encontramos pontos de convergência, como:

- As pesquisas terem sido realizadas no ambiente escolar,
- Relatam e refletem sobre práticas realizadas com alunos;
- Abordam a importância da promoção de ambientes de aprendizagem ativa, onde os alunos sintam-se estimulados a criar e a construir sua aprendizagem;
- Ressaltam a autonomia dos alunos;
- A integração da robótica educacional ao currículo, seja por meio de uma disciplina específica, seja por meio da aproximação com os conteúdos curriculares. (Exceto na pesquisa de Silva).
- O relato das possibilidades e limitações da robótica.

As pesquisas encontradas se assemelham se a este trabalho, pois abordam a RE em espaços escolares, ressaltando a importância dos ambientes de aprendizagem que viabilizem o protagonismo dos estudantes, salientando a

necessidade deste tipo de atividade **não** serem realizadas apenas no contraturno escolar, mas integradas ao currículo, potencializando assim seus ganhos e benefícios.

3.2 Análise Consubstanciada da Própria Prática.

Minha experiência com Robótica Educacional teve início em 2013, quando por intermédio da Professora Marisa Cavalcante recebi uma proposta de trabalho num colégio particular da zona sul da cidade de São Paulo. O colégio conta com cerca de 2000 alunos e já possuía, há alguns anos, um curso de RE ministrado no contraturno das aulas regulares e que atendia em turmas mistas alunos do 4º ao 5º ano do Ensino Fundamental. Entretanto, a direção da escola, buscava por um curso de RE que não fosse pautado em plataforma semiestruturada, mas sim em projetos, e que tivesse um custo financeiro acessível. Para atender à demanda do colégio, propus um curso fosse baseado no microcontrolador Arduino e no *Software* de programação *Scratch for Arduino* (S4A). As aulas iniciaram no mês de maio daquele ano (2013).

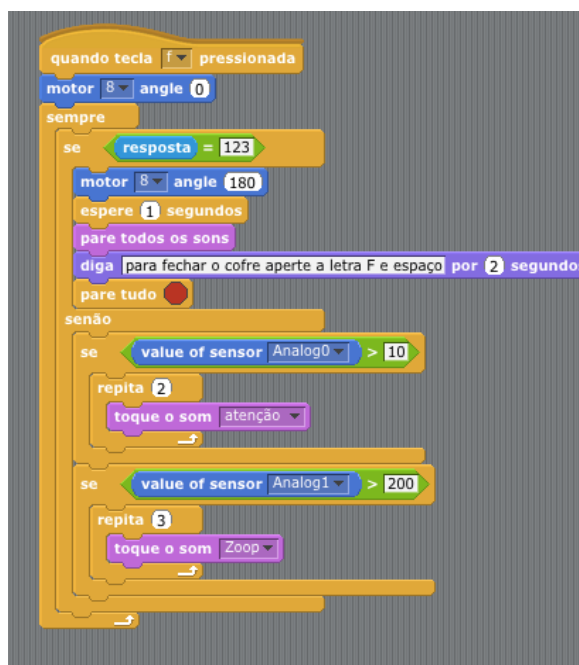


Figura 14: Exemplo de programação feita no Software S4A.
Fonte: a autora

Por não possuir experiência anterior no trabalho com crianças, iniciei o preparo do curso pesquisando por literatura específica sobre uso da RE voltada

à faixa etária dos meus futuros alunos. Busquei por currículos ou planos de ensino e rapidamente identifiquei que eram raras as referências sobre o uso de RE para esta faixa etária (4º ao 5º anos do Ensino Fundamental), e as encontradas baseavam-se em *kits* de Robótica Educacional com aulas pré-estruturadas, contrariando a proposta da escola contratante.

Inicialmente, o plano de ensino anual foi realizado baseado no conhecimento prévio da pesquisadora, porém, deixando muitas lacunas. As lacunas deveriam ser preenchidas conforme o desenvolvimento dos alunos nas atividades propostas, de acordo com o repertório e o andamento das atividades. Os primeiros meses foram desafiadores e demandaram estudo e pesquisa intensa para escolher a melhor forma para abordar os conteúdos e conceitos de robótica com os alunos, usando linguagem e exemplos adequados a faixa etária dos estudantes.

As aulas foram planejadas e preparadas com antecedência, mas diversas atividades propostas mostraram-se pouco adequadas: em algumas ocasiões os alunos atingiam os objetivos muito rapidamente, em outras, a proposta mostrava-se muito complexa para o grupo. Ambas as circunstâncias desestimulavam e desmotivavam os alunos, mas produziram em mim uma reflexão imediata sobre a aula dada. O que me levou a buscar, em meu repertório pessoal, outros formatos para aquelas atividades, novas estratégias para trabalhar o tema em questão.

Dependendo dos nossos antecedentes disciplinares, papéis organizacionais, histórias passadas, interesses e perspectivas econômicas e políticas, abordamos situações problemáticas de formas diferentes. (SCHÖN, 2000, p. 16.)

A partir da atenta observação das situações problema e num movimento de avaliação constante, identificando os pontos positivos e negativos daquela experiência de aula que acabara de acontecer e as possíveis melhorias para a aula subsequente, era uma reflexão na ação, como relatado por Schön, (2000). Este processo acontecia a cada novo grupo de alunos, produzindo sempre novas reformulações.

A resposta dos alunos às atividades era constantemente observada. Se eles se mostravam concentrados, engajados, motivados e atingiam os objetivos,

a posposta era considerada adequada, caso contrário, uma nova reformulação era implantada e “testada” com o próximo grupo de alunos.

Construí minha prática num processo contínuo de avaliação, de identificação e depuração dos erros. Assim, o currículo foi modelado na ação, com a reflexão das práticas e a depuração para uma nova ação. Na interação com os alunos é que se construiu o curso, e a cada novo grupo, até hoje, este processo se repete, com uma nova prática, reflexão e nova ação, entendendo quais os pontos mais importantes para aqueles alunos.

Por meio deste processo de reflexão na ação (SCHÖN, 2000) e da observação dos alunos, foi possível desenvolver uma sistematização do planejamento das aulas.

No início do desenvolvimento desta sistematização, eu não conhecia as teorias sobre metodologias ativas ou sobre as Zonas de Desenvolvimento Proximas.

Entretanto, meu repertório de vivências anteriores, somados à observação dos alunos e a intensa reflexão apontou estratégias para manter os alunos estimulados, como, propor aula a aula pequenos desafios a serem vencidos e promover a participação dos alunos na criação dos protótipos.

Com o tempo notei que quando o grupo de alunos escolhia o projeto a ser desenvolvido, o engajamento no processo de construção se mostrava maior. Fui também identificando, paulatinamente, que o comprometimento era maior quando conferia “voz e opções” de escolhas aos estudantes.

Outra prática a ser destacada é a apresentação dos projetos pelos alunos aos pais, familiares e colegas. Este momento é considerado o ponto alto do curso, os alunos participam ativamente, desde a preparação da sala, decidem a disposição dos projetos e elaboram cartazes explicativos. E quando questionados se querem convidar seus familiares a decisão é sempre unanime. (Foi observado que a presença da família é o momento onde o aluno sente-se orgulhoso e realizado pela produção de seu protótipo).

Os alunos são estimulados a convidar seus entes queridos, para conhecer os projetos, demonstrando a afetividade pelo trabalho realizado, e sua auto estima. Salientamos, que além de apresentar, por ocasião das feiras de ciências, os alunos também filmam e fotografam, compartilhando estes registros em redes

sociais. Neste sentido, é também importante salientar que o aluno não está realizando um projeto apenas como trabalho escolar para avaliação de seu professor, mas construindo um projeto significativo para ele: dando voz e escutando o aluno.

Possivelmente o ambiente de aprendizagem criado nas atividades de REL, que fogem do ensino tradicional (falar e ditar do mestre), onde fórmulas são decoradas para resolver exercícios com situações fictícias, viabilize o conhecimento mais espontâneo, como salientado por Papert (1994), é o conhecimento que surge de forma mais espontânea que é capaz de produzir criticidade no indivíduo.

A figura 15 exibe um aluno apresentando o projeto desenvolvido ao longo do ano para seus colegas.



Figura 15: Aluno apresentando projetos aos colegas.
Fonte: a autora

A figura 16 ilustra uma apresentação do aluno de seu projeto durante a Mostra de Ciências da escola aos visitantes.



Figura 16: Aluno apresentando projeto na Mostra Cultural.
Fonte: a autora

Depois de 4 anos de prática com REL e após muitos processos de depuração e reconstrução da prática, organizei o programa de aulas numa sistematização que decompõe o curso em dois momentos educacionais:

No primeiro momento os alunos são apresentados gradativamente à programação de computadores e suas funções (comandos), ao microcontrolador Arduino e, por último, aos sensores. A cada aula é proposto um desafio e a ser realizado, um pequeno projeto a ser construído pelos alunos, em duplas ou pequenos grupos e que envolva os tópicos abordados naquela aula.

Na figura 17, uma aluna apresenta um desafio de aula resolvido com o uso de botões (*push button*), para trocar a cor de um LED. Na figura 18 um grupo de alunas apresenta um desafio resolvido alterando (via programação) a cor emitida por um LED. Estas duas imagens ilustram diferentes formas de resolver um problema (troca da cor de um LED), com botões ou com programação, segundo o estilo e pensamento de cada aluno ou grupo.

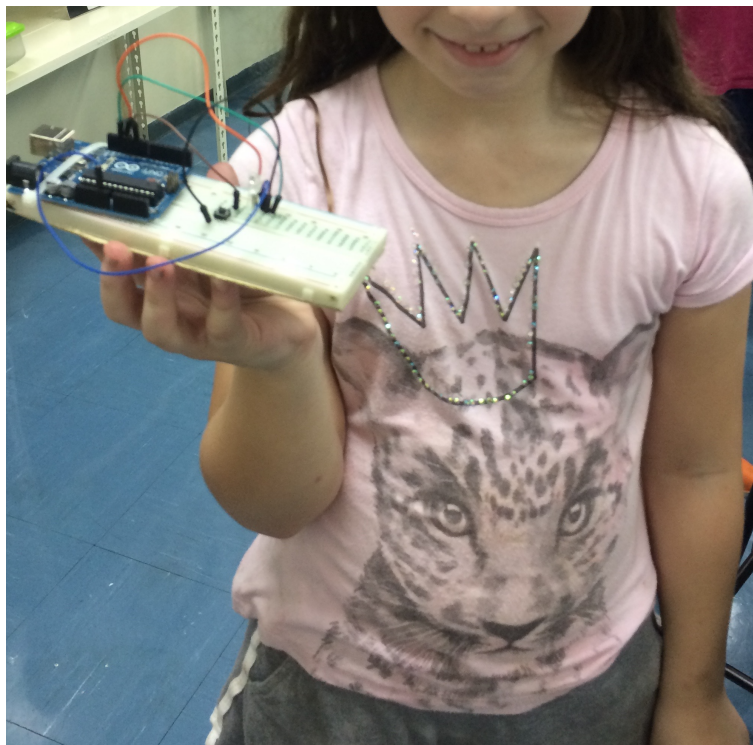


Figura 17: Aluna apresentando o desafio resolvido durante a aula.
Fonte: a autora

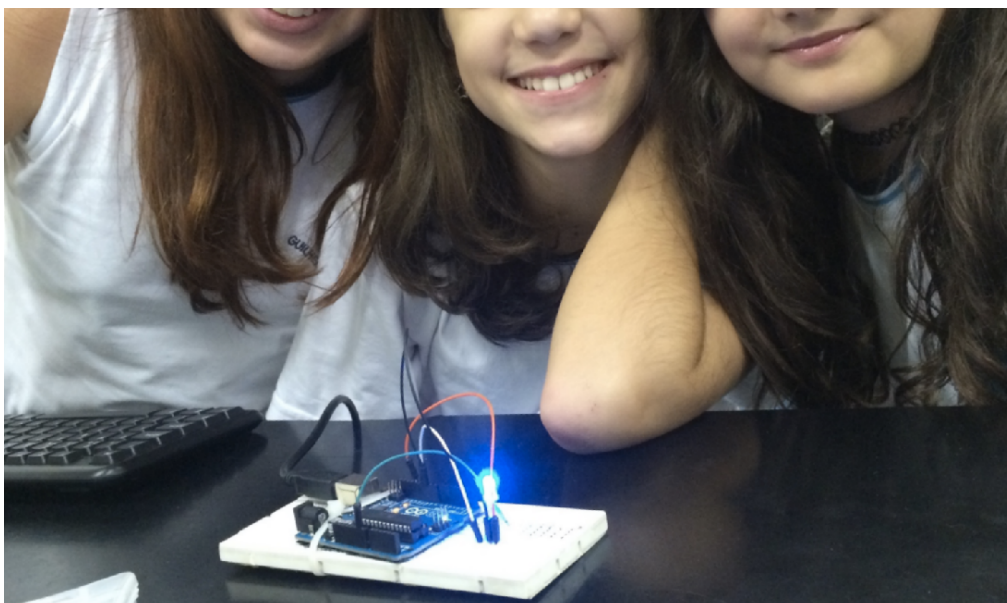


Figura 18: Grupo de alunas apresentando um desafio de aula resolvido.
Fonte: a autora

Retomando o conceito de Lopes e Fagundes, (2006):

...para que a robótica possa se constituir como um recurso tecnológico inovador em termos curriculares, os elementos **design, criação e invenção** devem ser tomados como chaves, já que é a partir deles que os sujeitos definirão

seus próprios problemas e desenvolverão suas estratégias para construção de seus protótipos, e não o inverso. (p. 3, grifo nosso)

Esses elementos, citados pelos autores, são importantes para que os alunos identifiquem que um colega de turma pode produzir o mesmo resultado de uma forma completamente distinta, identificando que há vários meios para chegar ao mesmo resultado, ambos satisfatórios, apenas diferentes.

Com a resolução dos desafios de aula os alunos passam a entender o que são capazes de fazer e quais os limites dos projetos que podem ser criados por eles, dando-lhes mais autonomia para inaugurar o processo que dá início ao segundo momento educacional: a decisão do projeto/ protótipo a ser construído pelo grupo.

Essa definição se dá em conjunto, alunos e professor e a partir de um tema ou situação que venha a emergir do diálogo.

O projeto/ protótipo escolhido é produzido pelos alunos desde a concepção, a seleção dos materiais que irão construir a estrutura do projeto, as ferramentas a serem empregadas, até a programação e estruturação dos circuitos eletrônicos necessários.

A imagem a seguir, (figura 19), ilustra uma etapa de desenvolvimento do projeto estacionamento inteligente, realizado pelos alunos de 4º e 5º anos em 2015. Os alunos aparecem lixando uma placa de madeira que será a base do estacionamento inteligente.



Figura 19: Alunos lixando base de madeira.
Fonte: a autora

Esses dois momentos educacionais são fundamentados nos três pilares que constituem o currículo do curso de REL: o ambiente de aprendizagem, a aprendizagem por projetos e a programação de computadores.

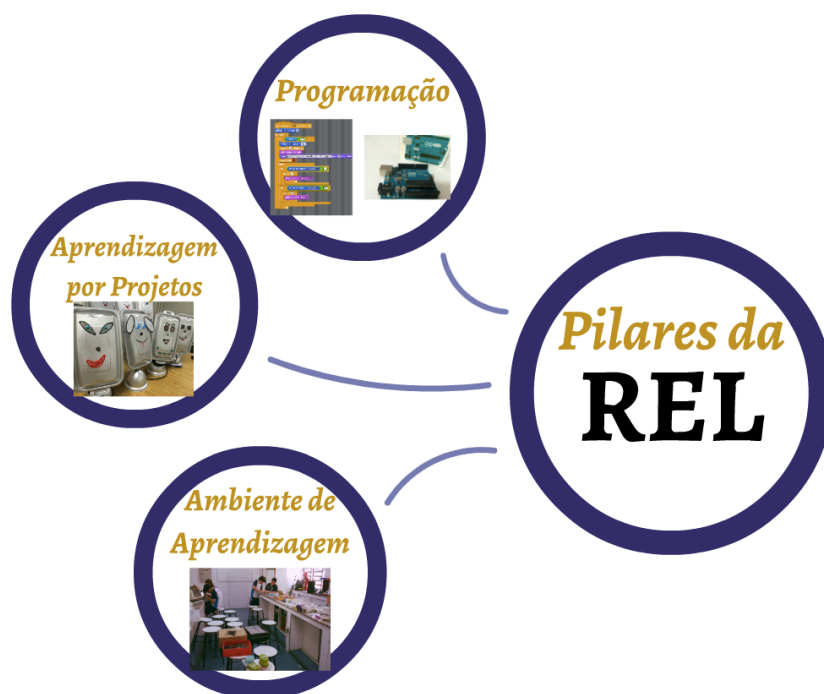


Figura 20: Pilares que sustentam a prática da REL.
Fonte: a autora

Estes pilares são detalhados a seguir.

3.2.1 Os três pilares do currículo de Robótica Educacional Livre

Os três pilares que fundamentam a prática em REL foram desenvolvidos a partir de observação aos estudantes, quando e em quais circunstâncias eles mostravam-se mais engajados e envolvidos nas atividades e foram adensados com os estudos de autores como Papert (1984 e 1994), Schön (2000) e Valente (2005 e 2016), que instigaram as reflexões das práticas realizadas, Moura e Barbosa (2011) trouxeram as concepções das metodologias ativas e somaram minha prática tópicos importantes da aprendizagem por projetos.

3.2.1.1 A programação de Computadores

O primeiro pilar é a programação de computadores, que por meio da linguagem adaptada para crianças do microcontrolador Arduino, viabiliza os alunos controlarem objetos e artefatos como motores e luzes. Conforme pontuava Papert (1984), é programando que o estudante se torna um “epistemólogo” de seu pensamento, descrevendo no computador a solução de um desafio de aula, executando a programação, observando e refletindo sobre o resultado obtido e depurando o trabalho para aprimorar seu resultado, vivenciando a “espiral da aprendizagem” (VALENTE, 2005), é possível aprender na ação.

As figuras 21 e 22 ilustram os alunos interagindo com a atividade de programação para controlar seus protótipos, (estrutura ao lado esquerdo da imagem 22).

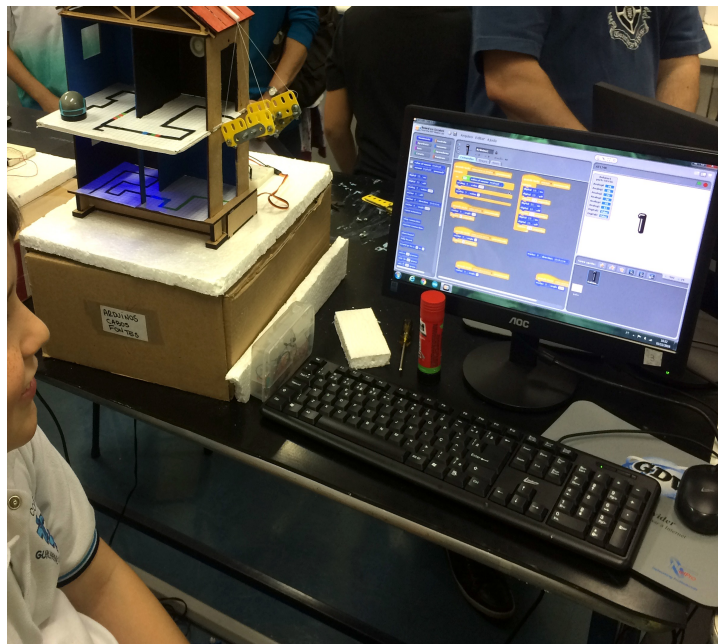


Figura 21: Aluno apresentado sua programação.
Fonte: a autora



Figura 22 Aluno criando programação.
Fonte: a autora

3.2.1.2 O ambiente de aprendizagem

O segundo pilar é o ambiente de aprendizagem, um espaço equipado com computadores que possuem *softwares* de programação específicas para

crianças, microcontroladores, componentes eletrônicos e diversos sensores. Os itens são usados desde as primeiras semanas de aula e ficam à disposição dos alunos durante todo o curso.

No decorrer do curso os alunos aprendem a usar ferramentas e equipamentos, como martelo, serra, alicate, chaves de fenda e *philips*, lima, furadeira, serra elétrica, ferro de soldar e pistola de cola quente. Para tal, os alunos são orientados sobre cuidados e segurança no manuseio das ferramentas, sobre o funcionamento e riscos que o seu mau uso pode trazer. Os equipamentos e ferramentas ficam à disposição dos alunos durante todo o curso e podem ser experimentados e testados. Assim, os alunos selecionam o ferramental mais adequado para os objetivos traçados no projeto em desenvolvimento, planejando assim seu protótipo de acordo com as possibilidades disponíveis no ambiente de aprendizagem.

A figura 23 apresenta uma sala preparada para receber as aulas de Robótica Educacional Livre.



Figura 23: Ambiente de Aprendizagem.

Fonte: a autora

O ambiente de aprendizagem não se compõe apenas da estrutura física e dos materiais e ferramentas, conforme Castilho (2002), D'Abreu (2012), Santana (2003), Silva (2009) e Ortolan (2003) este deve ser um espaço em que o aluno se sinta livre e à vontade para criar seus projetos, experimentar, tentar novas soluções para velhos (ou novos) problemas, sem a obrigação ou o peso de acerto e da perfeição.

A concepção do espaço físico deve prever a interação entre alunos e dos grupos de trabalho. A mobilidade dos alunos deve ser facilitada pela posição das

mesas, localização dos computadores e das bancadas, que, devem ter espaço para a execução dos projetos. A disposição dos materiais é importante para conferir autonomia e livre acesso de utilização.

A seguir, nas figuras 24 e 25, apresentamos alunos trabalhando em grupos usando diversos tipos de materiais para construção de seus projetos. Cabe pontuar que os materiais ficam “desorganizados” para sua livre utilização.



Figura 24: alunos desenvolvendo projetos.
Fonte: a autora



Figura 25: alunos desenvolvendo projetos.
Fonte: a autora

Nas figuras 26 e 27 vemos os alunos e a professora usando EPI, (equipamento de proteção individual), para pintura com tinta *spray* de partes

plásticas que compõem um robô, com função de anunciar aumentos excessivos de temperatura.



Figura 26: Pintura de parte plástica com tinta spray.
Fonte: a autora



Figura 27: Pintura de parte plástica com tinta spray.
Fonte: a autora

3.2.1.3 Metodologia ativa e aprendizagem baseada em projetos

O terceiro pilar da REL é a metodologia ativa, as características desta forma de ensinar são trazidas por Moura (2014), e todas elas pertencem ao

ensino de REL, já que os projetos desenvolvidos são escolhidos com a participação dos alunos, e quando possível, atendem a uma necessidade do grupo; os prazos de execução são bem definidos e há um momento de apresentação dos resultados obtidos para as famílias e para a comunidade escolar.

1. Grupos de trabalho com número reduzido de alunos (4 a 6 alunos)
 2. Definição de prazos para concretização do projeto (2 a 4 meses)
 3. Definição de temas via negociação entre alunos e professor
 4. Finalidade útil dos projetos para que os alunos percebam um sentido real dos mesmos
 5. Uso de múltiplos recursos, incluindo aqueles que os próprios alunos podem providenciar, dentro ou fora do ambiente escolar
 6. Socialização dos resultados dos projetos em diversos níveis, (como a sala de aula, escola e comunidade).
- (MOURA, 2014, p. 7)

Observando os alunos, foi possível identificar que quando há um objetivo claro e concreto a atingir os estudantes podem, mais facilmente, compreender o “porquê” dos conteúdos trabalhados e praticados em aula. É preciso, por exemplo, conhecer teorias sobre a luz para aplicá-la no controle de um LED que muda de cor. Também pode acontecer o processo inverso, o aluno consegue produzir a mudança da cor de um LED, e esse resultado instiga a “curiosidade epistemológica” (FREIRE, 2008), e o aluno busca aprender, por exemplo, conceitos sobre luz e cor. Este movimento torna a aprendizagem significativa.

(...) não é qualquer curiosidade a que penetra ou se adentra na intimidade do texto para desnudar suas verdades, seus mistérios, suas inseguranças. Mas, a curiosidade epistemológica – a que, tomando distância do objeto, dele se “aproxima” com o ímpeto e o gosto de desvelá-lo. (FREIRE, 2008 p. 20 apud EPOGLOU, A; MAECONDES, M.E.R., 2016, p.5016)

A REL desenvolve práticas mencionadas sobre a Aprendizagem Baseada em Projetos, e também desenvolve competências não cognitivas: conduta ética, capacidade de iniciativa, criatividade, atitude empreendedora, flexibilidade, autocontrole, comunicação, expressão oral e escrita, dentre outros.

A seguir apresentaremos alguns dos projetos desenvolvidos com os grupos de alunos de 4º e 5º anos.

3.2.2 Projetos desenvolvidos com REL

3.2.2.1 Robô alarme de incêndio



Figura 28: Robôs alarme de incêndio produzidos em 2014.
Fonte a autora

Produzidos em 2014 com potes plásticos, (idênticos por questões de logística), os olhos dos robôs (figura 28) foram desenhados e marcados no plástico com fita adesiva para que, após a pintura (figuras 26 e 27), algumas partes (olhos e/ou boca) ficassem transparentes e pudessem emitir luz. O contorno dos olhos e boca foi feito com tinta de alto relevo, os alunos tiveram total liberdade criativa, para que seus robôs tivessem “rostos” diferentes.

No nariz dos robôs foram instalados os sensores de temperatura e internamente ao pote plástico foi armazenado o microcontrolador Arduino, e todo o circuito de controle.

Cada grupo gravou, (com suas vozes), o alarme que soaria quando a temperatura atingisse valores muito elevados. Alguns grupos escolheram imitar sirenes, outros fizeram vozes robotizadas informando o perigo, outros optaram por frases como “mamãe o arroz esta queimando”. Os robôs também foram

batizados com nomes como: Godilina, Sezefredo, Luke e Josefino, conferindo-lhes humanização e relação afetiva.

3.2.2.2 Espelho infinito

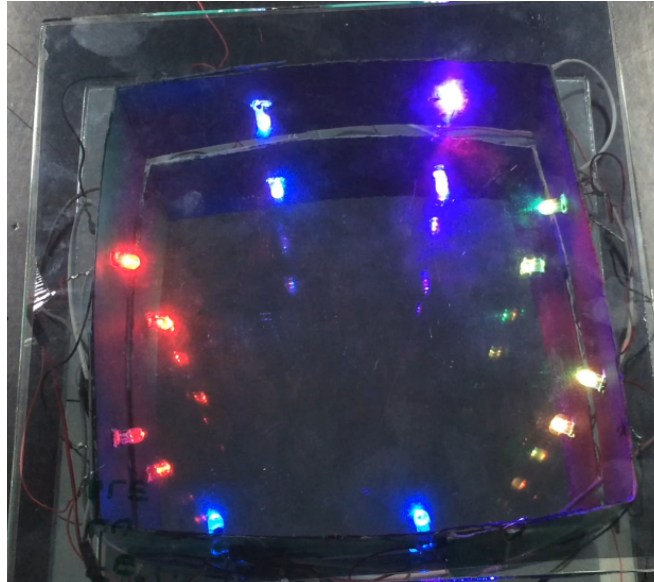


Figura 29: Espelho infinito produzido em 2016.
Fonte: a autora.

Desenvolvido em 2016, (figura 29), este projeto emergiu dos alunos que viram um modelo na internet e quiseram reproduzi-lo.

Com capas duras de apostilas antigas, consideradas sucatas (materiais que ficam disponíveis no ambiente de aprendizagem), criamos uma moldura que acomodasse um espelho comum e um vidro com película plástica utilizada para escurecer vidros de carros.

Na moldura foram colocados oito LED RGB (que podem acender luzes nas cores, vermelho, verde e azul). Cada grupo escolheu por meio da programação de computadores as cores que seu espelho teria e também a ordem em que essas luzes acenderiam por meio da programação.

Assim, como resultado final, (figura 30), foram construídos espelhos multicoloridos, outros com apenas uma das cores possíveis. Outros grupos escolheram misturar as cores base produzindo tons de laranja, lilás e rosa. Na mesma figura, pode-se ver os microcontroladores Arduino ao lado dos espelhos, (posicionados a direita da imagem).



Figura 30: Espelho infinito nas diversas cores produzidas.
Fonte: a autora.

3.2.2.3 Estacionamento inteligente

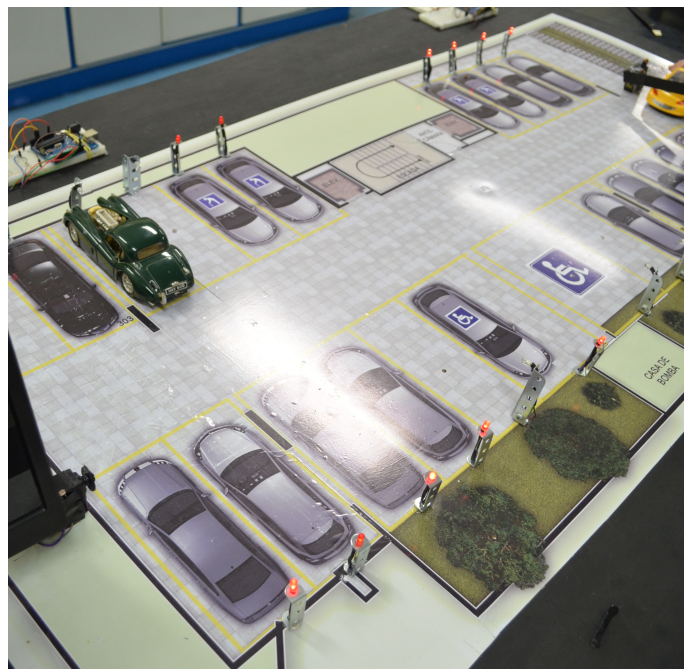


Figura 31: Estacionamento inteligente, produzido em 2015.
Fonte: a autora.

Desenvolvido em 2015, (figura 31), a proposta surgiu após a inauguração de um estacionamento inteligente em um comércio nas proximidades do colégio. Os alunos foram instigados a entender e descobrir como os sensores daquele estacionamento funcionavam.

Assim nossa proposta foi produzir uma replica daquele tipo de estacionamento, onde as vagas livres são indicadas aos usuários por luzes verdes e as vagas ocupadas são indicadas com luzes vermelhas, as vagas reservadas a usuários especiais (gestantes, idosos ou portadores de deficiências), quando livres para uso, são identificadas na cor azul.

Para a construção foi usada uma base de madeira, preparada pelos alunos (figura 19) para receber um adesivo nas dimensões aproximadas de 1,90m x 1,20m. A escolha da planta baixa foi feita pelos alunos e a disposição das vagas especiais levou em conta a necessidade de cada usuário.

Na imagem é possível ver os microcontroladores Arduinos que, a partir das informações de sensores colocados no “piso” de cada uma das vagas, acionava a luz na cor correspondente a situação da vaga, livre ou ocupada.

3.2.2.4 Pistas para mini Robô.

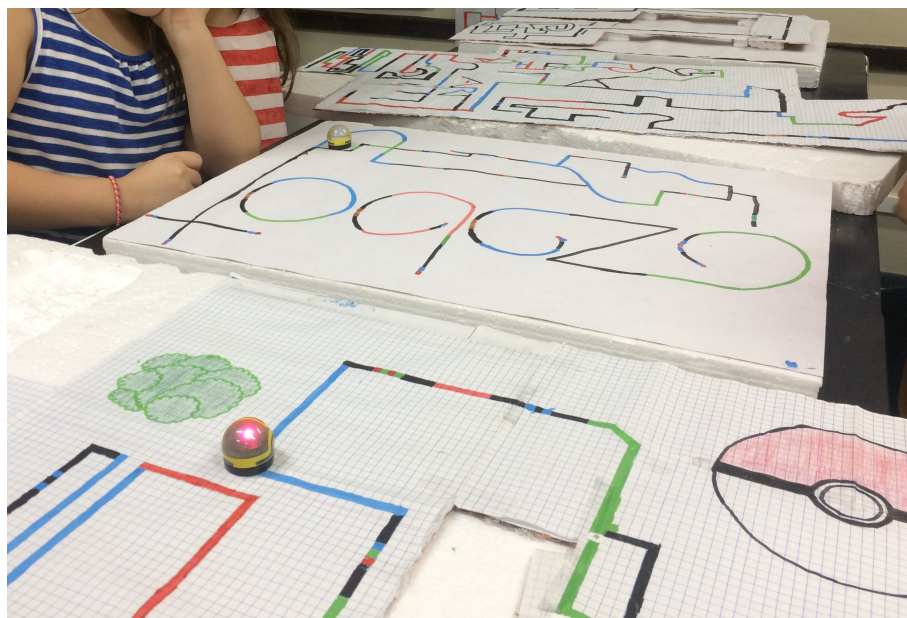


Figura 32: Pista para o mini robô produzido em 2016.
Fonte: a autora.

No ano de 2016 o colégio adquiriu um mini robô seguidor de linhas programável através de cores. Assim, os alunos escolheram como projeto anual construir pistas para o mini robô (figura 32).

As pistas continham vários desafios, como subidas e descidas, por onde o robô deveria passar obrigatoriamente e locais de “risco”, como pontes estreitas e labirintos sem saída que o robô deveria evitar. O local onde o robô passaria ou não, era definido pela programação feita com canetas com tinta do tipo lápis de cor líquido.

As pistas tiveram como base placas de isopor. Alguns grupos usaram folhas quadriculadas para criar os caminhos a serem seguidos pelo robô, outros preferiram folhas lisas. Na figura 33, podemos ver alunos no processo de construção da pista e ao fundo a tela com os códigos de programação.

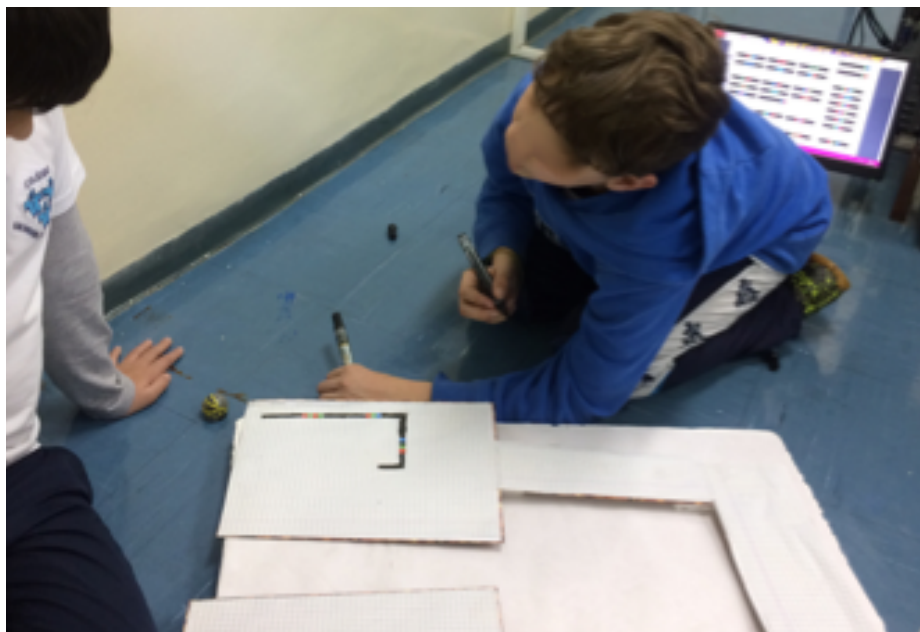


Figura 33: Construção da pista para mini robô.
Fonte a autora.

3.3 Primeiro Bimestre, começando a programar.

A seguir apresentaremos o plano de ensino anual do curso de Robótica Educacional Livre.

As aulas são semanais com duração de 50 (cinquenta) minutos. As turmas com no máximo 16 alunos, são compostas por estudantes do 4º e 5º anos do Ensino Fundamental.

Trata-se de uma disciplina eletiva, ministrada no contra turno das aulas regulares. O cronograma de robótica conta com cerca de 25 semanas letivas. O curso tem início cerca de três semanas após o início as aulas regulares. Neste período os alunos são apresentados ao curso através de visitas monitoradas ao laboratório de robótica, (ambiente de aprendizagem). O encerramento do curso dá se ao final do mês de outubro com a realização da feira de ciências ou mostra cultural, momento em que os projetos desenvolvidos são apresentados à comunidade escolar.

Detalharemos as 12 primeiras semanas de aula, período este, dedicado a apresentação dos conceitos de programação.

3.3.1 Planejamento Anual e Plano de aula do curso de REL para 4º e 5º anos do Ensino Fundamental

	OBJETOS DO CONHECIMENTO
1º SEMESTRE	<p>Neste trimestre serão abordados conhecimentos iniciais de eletricidade, eletrônica e programação. Os alunos terão contato com o instrumental do laboratório, (ferramentas e equipamentos) e componentes eletrônicos. Aprenderão como conectá-los e controlá-los através do microcontrolador Arduino.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conhecer o laboratório de robótica e suas regras de segurança. • Instrumentos de medida. • Noções de energia elétrica. • Condutores e isolantes. • Resistores ôhmicos e foto resistores (LDR). • Circuitos eletrônicos simples, em série e paralelo. • Lógica de programação <i>software</i> S4A. • Arduino e S4A • Montagem de circuitos com sensores eletrônicos. • Sensores eletrônicos (temperatura e luz).
	OBJETOS DO CONHECIMENTO
2º SEMESTRE	<p>O semestre é dedicado a construção do projeto. A definição do projeto a ser construído será definida em conjunto com os alunos, e estes serão responsáveis pela definição dos materiais e ferramentas a serem usados, escolha dos sensores, construção do protótipo, desenvolvimento do circuito eletrônico e da programação.</p>

PLANO DE AULA – Robótica ano XXXX

Robótica Elementar	Professor: xxxxxxxx	4º e 5º anos EF I
-----------------------	---------------------	-------------------

Aula 1	
Desenvolvimento da aula	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do curso e do professor aos alunos, dos colegas e da dinâmica das atividades; • Estabelecer as regras de conduta para uso e normas segurança no laboratório; <p>Usar sapatos fechados e calças compridas, para evitar queda acidental de equipamentos nos pés/ pernas. Não comer no laboratório nem trazer bebidas para as bancadas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conhecer os instrumentos de medida a serem usados ao longo do curso (paquímetro, trena, fita métrica.); • Conhecer as ferramentas como martelo, chaves de fenda e <i>philips</i> etc.
Aula 2	
Desenvolvimento da aula	<ul style="list-style-type: none"> • Noções básicas de energia elétrica (a partir do senso comum, para aproximação dos alunos com a ciência); • Investigar com os alunos seus repertórios sobre o tema; • Os perigos da eletricidade; <p>Identificar quais os cuidados necessários ao manusear a energia elétrica, questionar se os alunos já vivenciaram ou os conhecem por meio de informações, TV, internet etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experimentação com materiais condutores e isolantes; Uso de madeira, metais, materiais sintéticos, tecidos diversos, água e água com sal.
Aula 3	
Desenvolvimento da aula	<ul style="list-style-type: none"> • Circuito simples com lâmpada e LED; <p>A partir de experimentos com lâmpadas e LED vamos entender a polaridade de pilhas, baterias e de componentes eletrônicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Associação de lâmpadas em série e paralelo;

	<p><u>Desafio:</u> como ligar várias lâmpadas usando a mesma fonte de energia (pilha/bateria), este conceito será necessário no desenvolvimento dos projetos.</p>
Aula 4	
Desenvolvimento da aula	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecendo o <i>software Scratch for Arduino (S4A)</i>; • Introdução a lógica de programação; Conhecer o <i>layout</i> do <i>software S4A</i>, localização das abas, menus com blocos de comando e área de programação. • Conhecer o menu “aparência” e seus blocos de comando; Uso do comando aparência, para produzir alteração de imagens na tela do computador. <p><u>Desafio:</u> produzir a sensação de movimento com figuras. Exemplo imagem de menina que anda. (Comandos: repita, sempre e espere do <i>software S4A</i>)</p>
Aula 5	
Desenvolvimento da aula	<ul style="list-style-type: none"> • Lógica de programação uso da função “palco”; <p>Uso da função palco e seus blocos de comando para produzir a mudança do plano de fundo na tela do computador, associar a função palco com o menu aparência.</p> <p>Desafio: criar uma história, com dois ou mais personagens. (Comandos: diga, pense, espere, próximo fundo de tela, mude e para o fundo de tela do <i>software S4A</i>).</p>
Aula 6	
Desenvolvimento da aula	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecendo o Arduino; <p>Organizados em duplas os alunos recebem um Arduino para que possam localizar física e visualmente as portas digitais, analógicas, GND (terra) e portas de alimentação.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conectando o Arduino ao computador; <p>Os alunos fazem todo o processo de conexão do microcontrolador com o computador e S4A, para isso usam uma programação pronta em linguagem “C” (<i>firmware</i>) carregada diretamente no Arduino.</p>
Aula 7	

Desenvolvimento da aula	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecendo a base de prototipagem (<i>protoboard</i>), com ela podemos ligar diversos componentes, sem a necessidade de soldas ou conexões complexas, basta encaixar os componentes para observar seu funcionamento; • Criando um pisca – pisca. Com o uso do <i>protoboard</i>, LED coloridos e a função movimento do S4A; <p><u>Desafio:</u> usando LED coloridos crie um semáforo. (Comandos: digital <i>on</i>, digital <i>off</i>, espere e repita do <i>software S4A</i>)</p>
Aula 8	
Desenvolvimento da aula	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecendo o LED RGB (<i>red, green, blue</i>); <p><u>Desafio:</u> criar um pisca-pisca com sequência de 4 cores diferentes, este desafio usa os comandos já trabalhados, porém, em maior número, é necessário ativar simultaneamente duas cores base, para criar uma nova cor rosa/amarelo/violeta que é resultado da mistura de duas cores base.</p>
Aula 9	
Desenvolvimento da aula	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecendo o sensor de luz LDR. <p>Este sensor amplia o conhecimento dos alunos, já que não se restringe apenas a um detector de luz, o LDR pode ser usado também como sensor de passagem ou de presença;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introdução do comando condicional <i>se/senão</i>. <p>(Comandos: digital <i>on</i>, digital <i>off</i>, espere e repita do <i>software S4A</i>)</p>
Aula 10	
Desenvolvimento da aula	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecendo o servo motor. <p>Este tipo de motor pode se movimentar entre 0° e 180° graus com ele é possível criar artefatos robóticos com movimentos simples.</p> <p><u>Desafio:</u> criar uma cancela com servo motor. (Comandos: motor ângulo, espere e repita do <i>software S4A</i>)</p>
Aula 11	
Desenvolvimento da aula	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecendo o sensor de temperatura LM35.

	<p>No uso deste sensor é preciso transformar a informação recebida (em bits) para graus Célsius, através de uma operação matemática, comando “operadores” do <i>software</i> S4A. Aqui usaremos a matemática de forma aplicada. (Comandos: se/senão, subtração, divisão e sempre, do <i>software</i> S4A).</p>
<p>Aula 12</p>	
<p>Desenvolvimento da aula</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aula dedicada a definição do projeto a ser desenvolvido. <p>Reflexão sobre o aprendizado (o que eu aprendi?). Os alunos falam sobre os temas abordados nas aulas e como podem ser aplicados em um projeto ou protótipo. Pontos como quais materiais, ferramentas, sensores serão necessários para desenvolver os projetos propostos são abordados. Dependendo do projeto selecionado trabalhamos de forma colaborativa ou em pequenos grupos</p>

Esse capítulo apresentou os dados levantados nesta pesquisa e a análise da prática da autora embasada no referencial teórico. A seguir serão apresentadas as considerações finais e a conclusão deste trabalho.

4 CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÃO

Esta pesquisa parte da questão: A Robótica Educacional Livre pode ser aplicada com alunos de 4º e 5º anos do Ensino Fundamental? Tendo como objetivo refletir sobre as possibilidades do emprego da Robótica Educacional Livre com alunos do 4º e 5º anos do Ensino Fundamental.

Para atingir o fulcro e responder à questão problema desta pesquisa, são objetivos específicos:

- Realizar o levantamento de teses e dissertações sobre robótica na educação brasileira para identificar as práticas pedagógicas desenvolvidas.

- Descrever e refletir sobre uma prática pedagógica com o uso de Robótica Educacional Livre junto a alunos do 4º e 5º anos do Ensino Fundamental.

Os objetivos foram buscados e são sintetizados a seguir:

- a) O levantamento de teses e dissertações sobre a temática, robótica na educação brasileira, resultou em 55 dissertações e teses publicadas a partir de 2003, metade do total, 27 trabalhos, foram publicados nos anos de 2014, 2015 e 2016, o que evidencia que o tema tem chamado a atenção de pesquisadores de forma crescente, mas ainda é uma temática pouco explorada.

O principal foco dos trabalhos publicados está nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, as únicas 03 pesquisas que trataram da Robótica Educacional para alunos do Ensino Fundamental I baseiam-se em plataformas semiestruturadas, mas relacionam-se com este trabalho por apresentar resultados positivos, apontando a necessidade de mais pesquisas na área.

- b) Relato de prática pedagógica com o uso de Robótica Educacional Livre junto a alunos do 4º e 5º anos do Ensino Fundamental.

Destaca-se este relato de prática, pela importância em divulgar possibilidades de desenvolvimento do trabalho com Robótica Educacional Livre, para crianças desta faixa etária, com vistas ao desenvolvimento de competências cognitivas e não cognitivas, com o uso de materiais simples, encontrados facilmente no mercado específico e de custo acessível.

A concepção deste planejamento e sistematização de REL foi possível por meio da reflexão sobre a prática, da fundamentação teórica, que adensa a trajetória da pesquisadora baseada em seu repertório próprio de vida.

Daí a relevância de nas primeiras páginas deste trabalho escrever um memorial com pontos importantes das vivências pessoais e acadêmicas da autora. Destacando suas primeiras aproximações ao ver seu pai consertando todo tipo de eletrodoméstico, ter sido aluna do SESI e da ETEC, onde realizou um projeto de conclusão de curso.

Na graduação participou de cursos que priorizavam o desenvolvimento de projetos, e desenvolveu no TCC da graduação um protótipo usando o microcontrolador Arduino. Todas essas experiências como estudante foram catalisadas e vieram à tona quando foi colocada frente ao desafio de ensinar tecnologia a crianças “de uma forma livre”, para tanto desenvolveu um método que nominou de Robótica Educacional Livre.

Na trajetória de construção desta pesquisa, por meio da reflexão sobre a prática, a autora logrou sistematizar sua própria prática destacando os três eixos que passaram a compor o método que cunhou como Robótica Educacional Livre: a programação de computadores, a metodologia ativa por meio da aprendizagem por projetos e o ambiente de aprendizagem.



Figura 34: Pilares que sustentam a prática da REL.
Fonte: a autora.

A construção de uma metodologia de REL prevê a integração desses três eixos, com foco no protagonismo do aluno, na “escuta” e empoderamento do mesmo, conferindo-lhe voz e participação ativa em seu aprendizado.

Evidencia-se por meio deste estudo, que as atividades educacionais com emprego de RE não devem ser consideradas apenas como uma disciplina isolada, seja ela ministrada dentro ou fora do currículo oficial da escola, mas como um ambiente de aprendizagem complexo, interdisciplinar e amplo, que não seria possível sem o importante papel do professor como mediador no ambiente de aprendizagem; um espaço preparado para receber as aulas de Robótica e onde os alunos se sintam livres para criar e desenvolver seus projetos, propiciando que se tornem protagonistas de seu aprendizado, ou como dito por Papert (PRIOLLI; RAMOS, 1995), um ambiente que resgate o aprendizado em sua fase experimental.

Longe de esgotar o tema, o relato da prática busca contribuir com a robótica educacional junto ao Ensino Fundamental e, em especial, aos educadores que iniciam essa empreitada, não como um trajeto ideal, mas como um dos possíveis a serem percorridos.

Para próximos estudos, elencaremos alguns temas: olhar atento às novas tecnologias, de forma a trazê-las para a escola para que atendam as demandas da sociedade, estudos que incentivem e auxiliem o uso das TIC por professores, novas propostas de integração das TIC nos currículos regulares, e acima de tudo, novas pesquisas, que mostrem outros olhares e aplicações sobre o tema e viabilizem a alfabetização científica dos estudantes.

Como objetivo a longo prazo, fruto deste e de outros trabalhos da autora, (e de demais pesquisadores), é importante adensar os conceitos de REL, para que ela faça parte integrante dos currículos regulares e seja “aceita pelos pares”.

Destaco que uma das grandes vantagens ou ganhos de ter participado de disciplinas do mestrado na PUC-SP, foi a possibilidade de falar sobre a minha prática a pessoas que estivessem dispostas a ouvir o novo, que muitas vezes estivessem distantes do lugar comum da RE composta por *kits* didáticos e identificar o quão desafiadora é a minha prática e, perceber-me como uma profissional reflexiva, que nunca se colocou na posição de detentora do conhecimento frente aos alunos.

Por muitas vezes ao falar da minha prática para outros professores ouvia questionamentos, sobre como era possível manter um curso como o meu. Qual a minha formação para conseguir tal feito, e como eu sabia antecipadamente que a proposta de projetos vinda dos alunos daria certo. E a resposta imediata e que causava espanto: “eu não sei, (se o projeto vai dar certo), mas sempre dá certo. A vezes, é preciso fazer alterações ao longo do caminho, mas nunca desisti de um projeto, pois o aprendizado está no caminho percorrido, e não no produto apresentado”.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOWICZ, M. **Currículo e avaliação**: Uma articulação necessária; textos e contextos. Recife-PE: Bagaço, 2006.

ASIMOV, I. **Eu Robô**. 1969. Disponível em: http://www.planonacionaldeleitura.gov.pt/clubedeleituras/upload/e_livros/clle000024.pdf (acesso em agosto de 2016).

BARBOSA E SILVA, R. **Abordagem crítica de robótica educacional**: Álvaro Vieira Pinto e Estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Programa de Pós-graduação em Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2012. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/388> (acesso em novembro de 2016).

BLIKSTEIN, P. **O Pensamento Computacional e a Reinvenção do Computador na Educação**. 2008. Disponível em: <http://bit.ly/1IXIbNn> (acesso em novembro de 2016).

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Ed.1994.

CAVALCANTE, M. A. O Ensino de uma NOVA FÍSICA e o Exercício da Cidadania **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 21, Dezembro, 1999, pp. 550-551. Disponível em: http://www.ufpa.br/ensinofts/artigos2/v21_550.pdf (acesso em novembro de 2016)

CASTILHO, M. I. Robótica na educação: com que objetivos. In: **XI Desafio de Robôs**. Disponível em: <http://www.pucrs.br/eventos/desafio/mariaines.php#historia> (acesso em agosto de 2016).

CÉSAR, D. R. **Potencialidades e limites da robótica pedagógica livre no processo de (re)construção de conceitos científico-tecnológicos a partir do desenvolvimento de artefatos robóticos**. 2009. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/16044> (acesso em novembro de 2016)

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006.

COUTO, G. M.; SILVA, M.G.M. Educação e Pensamento Computacional: Estudo de Caso Sobre a e-Estônia. In: **Anais 22º Congresso Internacional ABEd de Educação a Distância**. Lindóia. 2016, pp. 1-10. Disponível em: <http://www.abed.org.br/congresso2016/trabalhos/263.pdf> (Acesso em janeiro de 2017).

D'ABREU, J. V. V. Como usar a robótica pedagógica aplicada ao currículo. Anais do **1º Congresso sobre práticas inovadoras na educação em um mundo impulsionado pela tecnologia**, 2012. Disponível em: http://inovaeduca.com.br/images/2012/Arquivos/Joao_Villhete_IE3-26-09-12.pdf (Acesso em agosto de 2016)

DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICAS DA FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE ROBÓTICA. Disponível em: <http://www.worldrobotics.org> (Acesso em agosto de 2016).

EPOGLOU, A. ; MARCONDES, M. E. R. . Leitura de Mundo e Curiosidade Epistemológica: Uma Análise de duas sequências Didáticas de Ciências para Crianças do Primeiro Ano. In: Anais do **III Congresso Nacional de Formação de Professores e XIII Congresso Estadual Paulista sobre Formação de Educadores**, Águas de Lindoia. Bauru: Editora da Unesp, 2016. v. 1. pp. 1-12.

EVANGELISTA, G. R; SALES, S. R. Desajustes Contemporâneos: Um levantamento bibliográfico Sobre Currículo e Tecnologias Digitais. **Revista E-Curriculum**, vol. 14, nº3, 2016, pp. 1107-1129 Disponível em: <http://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/23095/20687> (Acesso em novembro de 2016).

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1987. Disponível em: <http://forumeja.org.br/files/PedagogiadoOprimido.pdf> (Acesso em agosto de 2016).

_____. **Educação e Mudança**. São Paulo: Paz e Terra. 1979.

GONÇALVES, P. C. **Protótipo de um robô móvel de baixo custo para uso educacional**. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Estadual de Maringá. (Dissertação). 2007. Disponível em: <http://www.din.uem.br/~mestrado/diss/2007/goncalves.pdf> (Acesso em setembro de 2016).

HALFPAP, D. M. **Um modelo de consciência para aplicação em artefatos inteligentes**. Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina (Tese) 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/102604/221613.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Acesso em agosto de 2016).

INTERNATIONAL FEDERATION OF ROBOTICS (IFR). History of industrial robots: from the first installation until today. **Milestones of Technology and Commercialization**. Frankfurt: IFR International Federation of Robotics, 2012. Disponível em: <http://www.ifr.org>, 2012. (Acesso em agosto de 2016).

LOPES, D. Q.; FAGUNDES, L. C. As construções microgenéticas e o design em robótica educacional. **RENOTE**, vol. 4, nº 2, dezembro, 2006, pp 1-10. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/14150/8085> (Acesso em setembro de 2016).

MARTINS, A. **O que é robótica**. São Paulo: Editora Brasiliense, 2007.

MENEZES, E. T.; SANTOS, T. H. dos. Verbetes professor mediador. **Dicionário Interativo da Educação Brasileira** - Educabrazil. São Paulo: Midiamix, 2001. Disponível em: <http://www.educabrazil.com.br/professor-mediador/> (Acesso em setembro 2016).

_____. Verbetes robótica educacional. **Dicionário Interativo da Educação Brasileira** - Educabrazil. São Paulo: Midiamix, 2015. Disponível em: <http://www.educabrazil.com.br/robotica-educacional/> (Acesso em agosto de 2016).

MORÁN, J. M. Mudando. A educação com metodologias ativas. In SOUZA, C. A. e MORALES, O. E. T. (orgs.). **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**. Vol. II PG: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/moran/wpcontent/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf (Acesso em novembro de 2016)

MORELATO, L. A. **Construção de GoGo Boards e avaliação de seu uso para a aprendizagem**. (relatório de pesquisa), 2008. Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP. Disponível em: <http://www.ft.unicamp.br/liag/robotica/downloads/a1.pdf> (Acesso em novembro de 2016).

MOURA, D. G. Metodologias ativas de Aprendizagem e os Desafios Educacionais da Atualidade; **XI Encontro Nacional de Dirigentes de**

Graduação das IES Particulares: Novos Arranjos Acadêmicos para Aprendizagem Eficaz. Curitiba-PR, 2014. Disponível em: http://www.tecnologiadeprojetos.com.br/banco_objetos/%7B7CCFE7623FC4-41BCBEF39031C777BA01%7D_Metodologias%20Ativas%20de%20Aprendizagem%20%20Palestra%20Curitiba%20%20final%20SET%202014.pdf (Acesso em dezembro de 2016).

NUNES, A. S. Formação de professores e letramento digital: (novos) papéis de educador, escola e cursos de licenciatura. **Salão do Conhecimento**, v. 1, n. 1, 2015. Disponível em: <https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/6735/5505> (Acesso em novembro de 2016).

ORTOLAN, I. T. **Robótica educacional:** uma experiência construtiva. Universidade Federal de Santa Catarina (Dissertação). 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/85322/201832.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Acesso em setembro de 2016).

PAPERT, S. **A máquina das crianças:** repensando a escola na era da informática. Porto Alegre, Artes Médicas, 1994.

_____. **Logo: computadores e educação.** São Paulo: Editora Brasiliense, 1985.

PRIOLLI, G ; RAMOS, E. **Seymour Papert e Paulo Freire:** uma conversa sobre informática, ensino e aprendizagem. TV PUC-SP São Paulo,1995. 62". Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=BejbAwuEBGs&t=1537s&ab_channel=AlexandreAssemanydaGuia. (Acesso em agosto de 2016).

SANTANA, M. R. P. **Em busca de novas possibilidades pedagógicas:** a Introdução da Robótica no Currículo Escolar. Universidade Federal da Bahia. (Dissertação) 2004. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp061007.pdf> (Acesso em setembro de 2016).

SCHÖN, D. A. **Educando o profissional reflexivo:** um novo design para o ensino e aprendizagem. Porto Alegre: Artmed. 2000.

SILVA, A. F. **RoboEduc:** Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional. Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Tese) 2009. Disponível em <http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/handle/123456789/15128> (Acesso em setembro de 2016).

SILVA, M. G. M. Na cultura digital, a escola e o currículo não podem estar desassociados. In: MEC, **Portal do Professor**, Edição 117 - Cultura Digital na Escola, 2015. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/conteudoJornal.html?idConteudo=3989> (Acesso em novembro de 2016).

SILVA, M. C. **Construção de Dispositivo de Auxílio à Caminhada de Usuários da Bengala Branca**. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Trabalho de Conclusão de Curso, 2014.

VALENTE, J. A. **O processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação**. Instituto de Artes da Universidade Estadual de Campinas. (Tese) 2005. Disponível em: https://gednteregional.wikispaces.com/file/view/ciclo_e_espiral.pdf (Acesso em setembro de 2016).

_____ Integração do Pensamento Computacional no Currículo da Educação Básica: Diferentes Estratégias Usadas e Questões de Formação de Professores e Avaliação de Aluno. In: **E-Curriculum**, vol.14, n.3, 2016, pp. 864-897. Disponível em: <http://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/29051> (Acesso em janeiro de 2017).

VIEIRA PINTO, A. **Sete lições sobre educação de adultos**. São Paulo: Cortez, 2010.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in society: The development of higher psychological processes**. Cambridge: Harvard University Press, 1978.

APÊNDICE 1

Planilha com os 55 trabalhos acadêmicos localizados com a temática Robótica educacional.

	Ano	TIPO	TÍTULO	AUTOR	IES
1	2003	Dissertação	ROBÓTICA EDUCACIONAL: UMA EXPERIÊNCIA CONSTRUTIVISTA	Ortolan, Ivonete Terezinha	Universidade Federal de Santa Catarina
2	2004	Dissertação	EM BUSCA DE NOVAS POSSIBILIDADES PEDAGÓGICAS: A INTRODUÇÃO DA ROBÓTICA NO CURRÍCULO ESCOLAR.	Santana, Maria Do Rosário Paim De	Universidade Federal da Bahia
3	2004	Dissertação	A ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO FUNDAMENTAL	Zilli, Silvana do Rocio	Universidade Federal de Santa Catarina
4	2005	Dissertação	ROBÓTICA E AS TRANSFORMAÇÕES GEOMÉTRICAS: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO COM ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL	Accioli, Rosangela Menga	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
5	2007	Dissertação	A CONSTRUÇÃO DA PRÁTICA PEDAGÓGICA DO PROFESSOR: O USO DO LEGO/ROBÓTICA NA SALA DE AULA	Labegalini, Aliete Ceschin	Pontifícia Universidade Católica do Paraná
6	2007	Dissertação	PROTÓTIPO DE UM ROBÔ MÓVEL DE BAIXO CUSTO PARA USO EDUCACIONAL	Gonçalves, Paulo Cesar	Universidade Estadual de Maringá
7	2008	Dissertação	ROBOEDUC: ESPECIFICAÇÃO DE UM SOFTWARE EDUCACIONAL PARA ENSINO DA ROBÓTICA ÀS CRIANÇAS COMO UMA FERRAMENTA DE INCLUSÃO DIGITAL	Castro, Viviane Gurgel de	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
8	2009	Dissertação	ATRIBUIÇÃO DE SENTIDO E INCORPORAÇÃO DE RECURSOS TECNOLÓGICOS ÀS PRÁTICAS DOCENTES, À LUZ DOS CONCEITOS DE HANNAH ARENDT: AS FRONTEIRAS DO NOVO	Dominguez, Hamilton Piva	Universidade de São Paulo

9	2009	Tese	ROBOEDUC: UMA METODOLOGIA DE APRENDIZADO COM ROBÓTICA EDUCACIONAL	Silva, Alzira Ferreira da	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
10	2009	Dissertação	ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO CENÁRIO INVESTIGATIVO NAS AULAS DE MATEMÁTICA	Maliuk, Karina Disconsi	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
11	2009	Dissertação	POTENCIALIDADES E LIMITES DA ROBÓTICA PEDAGÓGICA LIVRE NO PROCESSO DE (RE)CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICOS A PARTIR DO DESENVOLVIMENTO DE ARTEFATOS ROBÓTICOS	Cesar, Danilo Rodrigues	Universidade Federal da Bahia
12	2010	Dissertação	ROBÓTICA EDUCACIONAL E SUAS RELAÇÕES COM O LUDISMO: POR UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	Santos, Marcelo Fernandes	Universidade Federal de Goiás
13	2010	Dissertação	ROBÓTICA EDUCACIONAL: SOCIALIZANDO E PRODUZINDO CONHECIMENTOS MATEMÁTICOS	Moraes, Maritza Costa	Universidade Federal do Rio Grande
14	2010	Dissertação	POTENCIALIZANDO A CRIATIVIDADE E A SOCIALIZAÇÃO: UM ARCABOUÇO PARA O USO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL EM DIFERENTES REALIDADES EDUCACIONAIS	Braz, Lilian Gonçalves	Universidade Federal do Rio Grande
15	2010	Dissertação	ROBÓTICA E EDUCAÇÃO: UMA POSSIBILIDADE DE INSERÇÃO SÓCIO-DIGITAL	Silva, Akynara Aglae Rodrigues Santos da	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
16	2011	Dissertação	CURRÍCULO, TECNOLOGIAS E ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA	Campos, Flavio Rodrigues	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
17	2011	Dissertação	DESENVOLVIMENTO DA FLUÊNCIA TECNOLÓGICA EM PROGRAMA EDUCACIONAL DE ROBÓTICA PEDAGÓGICA	Neves Júnior, Othon da Rocha	Universidade Federal de Santa Catarina
18	2011	Dissertação	EDUCAÇÃO E ROBÓTICA EDUCACIONAL NA ESCOLA PÚBLICA: AS ARTES DO FAZER	Barbosa, Fernando da Costa	Universidade Federal de Uberlândia
19	2011	Dissertação	ROBÓTICA EDUCACIONAL E RESOLUÇÃO DE PROBLEMA: UMA ABORDAGEM MICROGENÉTICA DA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO	Cabral, Cristiane Pelisolli	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

20	2011	Dissertação	PROTÓTIPO DE UM ROBÔ MÓVEL INTERDISCIPLINAR DE BAIXO CUSTO PARA USO EDUCACIONAL EM CURSOS SUPERIORES DE ENGENHARIA E COMPUTAÇÃO	Silva, Sérgio Ricardo Xavier da	Universidade Federal da Bahia
21	2011	Dissertação	EVOLUÇÃO, AVALIAÇÃO E VALIDAÇÃO DO SOFTWARE ROBOEDUC	Barros, Renata Pitta	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
22	2012	Tese	PLATAFORMA ROBÓTICA DE BAIXÍSSIMO CUSTO PARA ROBÓTICA EDUCACIONAL	Aroca, Rafael Vidal	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
23	2013	Tese	ROBÓTICA PEDAGÓGICA LIVRE: UMA ALTERNATIVA METODOLÓGICA PARA A EMANCIPAÇÃO SOCIODIGITAL E A DEMOCRATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO	César, Danilo Rodrigues	Universidade Federal da Bahia
24	2013	Dissertação	ROBÓTICA NA SALA DE AULA DE MATEMÁTICA: OS ESTUDANTES APRENDEM MATEMÁTICA?	Martins, Elisa Friedrich	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
25	2013	Dissertação	A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA METODOLÓGICA NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM: UMA EXPERIÊNCIA COM A SEGUNDA LEI DE NEWTON NA SÉRIE FINAL DO ENSINO FUNDAMENTAL	Zanatta, Ronnie Petter Pereira	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
26	2013	Dissertação	APRENDIZAGEM DE CONCEITOS FÍSICOS RELACIONADOS COM CIRCUITOS ELÉTRICOS EM REGIME DE CORRENTE ALTERNADA COM USO DA PLACA ARDUINO	Dröse Neto, Breno	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
27	2013	Dissertação	UMA PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA O ENSINO DE FÍSICA USANDO ROBÓTICA DE BAIXÍSSIMO CUSTO	Araujo, Alessandro Vinicius Pereira Rolim de	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
28	2013	Dissertação	ABORDAGEM CRÍTICA DE ROBÓTICA EDUCACIONAL: ÁLVARO VIEIRA PINTO E ESTUDOS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE	Silva, Rodrigo Barbosa e	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

29	2014	Dissertação	UTILIZAÇÃO DE CONCEITOS BÁSICOS DE MATEMÁTICA E EXPERIMENTOS DE ROBÓTICA PARA A COMPREENSÃO DE FENÔMENOS FÍSICOS	Nascimento, Gilmar José do	Universidade Federal de Goiás
30	2014	Tese	CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA À LUZ DA TEORIA ANTROPOLÓGICA DO DIDÁTICO: O CASO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL	Schivani, Milton	Universidade de São Paulo
31	2014	Dissertação	ROBÓTICA EDUCACIONAL APLICADA AO ENSINO DE QUÍMICA: COLABORAÇÃO E APRENDIZAGEM	Pereira Júnior, Carlos Antônio	Universidade Federal de Goiás
32	2014	Dissertação	ARDUINO COMO UMA FERRAMENTA MEDIADORA NO ENSINO DE FÍSICA	Rodrigues, Rafael Frank de	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
33	2014	Dissertação	ARDUINO: UMA FERRAMENTA PARA AQUISIÇÃO DE DADOS, CONTROLE E AUTOMAÇÃO DE EXPERIMENTOS DE ÓPTICA EM LABORATÓRIO DIDÁTICO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO	Santos, Elio Molisani Ferreira	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
34	2014	Dissertação	O USO DE ARDUINO NA CRIAÇÃO DE KIT PARA OFICINAS DE ROBÓTICA DE BAIXO CUSTO PARA ESCOLAS PÚBLICAS	Fabri Junior, Luiz Ariovaldo	Universidade Estadual de Campinas
35	2014	Dissertação	A UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL COM A PLATAFORMA ARDUINO: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA	Luciano, Ana Paula Giacomassi	Universidade Estadual de Maringá
36	2014	Dissertação	ATIVIDADES COM ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA AS AULAS DE MATEMÁTICA DO 6. AO 9. ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL: UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA LEGO® ZOOM EDUCATION	Rodrigues, Willian dos Santos	Universidade Estadual Paulista
37	2014	Dissertação	A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO MEIO PARA A APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL	Gomes, Patrícia Nádia Nascimento	Universidade Federal de Lavras
38	2014	Dissertação	A ROBÓTICA COMO AUXÍLIO À APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA: PERCEPÇÕES DE UMA PROFESSORA DO ENSINO FUNDAMENTAL PÚBLICO	Rodarte, Ana Paula Meneses	Universidade Federal de Lavras

39	2014	Dissertação	O ENSINO DE FUNÇÕES LINEARES: UMA ABORDAGEM CONSTRUTIVISTA/CONSTRUCIONISTA POR MEIO DO KIT LEGO(®) MINDSTORMS	Silva, Abrahão de Almeida	Universidade Federal de Goiás
40	2015	Dissertação	EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE FÍSICA EM NÍVEL MÉDIO USANDO A PLACA ARDUINO-UNO	Fetzner Filho, Gilberto	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
41	2015	Dissertação	ROBÓTICA EDUCACIONAL NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA: desafios e possibilidades, um estudo de caso, superando desafios de aprendizagem	Guarenti, Rosimeri Gonzaga	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense
42	2015	Dissertação	CURRÍCULO, TECNOLOGIAS E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UMA ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DA ROBÓTICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES	Stroeymeyte, Tatiana Souza da Luz	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
43	2015	Dissertação	CURRÍCULO, TECNOLOGIAS E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UMA ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DA ROBÓTICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES	Da Luz, Tatiana Souza	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
44	2015	Dissertação	ROBÓTICA EDUCACIONAL E RACIOCÍNIO PROPORCIONAL: UMA DISCUSSÃO À LUZ DA TEORIA DA RELAÇÃO COM O SABER	Oliveira, Edvanilson Santos de	Universidade Estadual da Paraíba
45	2015	Dissertação	ROBÓTICA EDUCATIVA: UM RECURSO PARA O ESTUDO DE GEOMETRIA PLANA NO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	Wildner, Maria Claudete Schorr	Centro Universitário UNIVATES
46	2015	Dissertação	ROBÓTICA EDUCATIVA COM CRIANÇAS/JOVENS: PROCESSOS SOCIOCOGNITIVOS	Callegari, Jean Hugo	Universidade de Caxias do Sul
47	2015	Dissertação	UM SISTEMA DE RECONHECIMENTO DE OBJETOS INCORPORADO A UM ROBÔ HUMANOIDE APLICADO NA EDUCAÇÃO	Pinto, Adam Henrique Moreira	Universidade de São Paulo

48	2015	Dissertação	DUINOBLOCKS: DESENHO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM AMBIENTE DE PROGRAMAÇÃO VISUAL PARA ROBÓTICA EDUCACIONAL	Rodrigues, Rafael Macaccheri Lago de Sá	Universidade Federal do Rio de Janeiro
49	2015	Dissertação	UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA OFICINAS DE ROBÓTICA EDUCACIONAL ORIENTADA A ALUNOS COM ALTAS HABILIDADES/SUPERDOTAÇÃO	Gomes, Maurício Ribeiro	Universidade Federal do Rio de Janeiro
50	2016	Dissertação	LEGO® EDUCATION: UM RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM SOBRE OS ARTRÓPODES QUELICERADOS	Almeida, Felipe de Lima	Universidade Estadual da Paraíba
51	2016	Dissertação	ROBÓTICA EDUCACIONAL APLICADA AO ENSINO DE FÍSICA	Fornaza, Roseli	Universidade de Caxias do Sul
52	2016	Dissertação	DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIA PARA USO DO SCRATCH FOR ARDUINO NO ENSINO MÉDIO	Baião, Emerson Rodrigo	Universidade Estadual de Campinas
53	2016	Tese	REDE DE APRENDIZAGEM EM ROBÓTICA: UMA PERSPECTIVA EDUCATIVA DE TRABALHO COM JOVENS	Barbosa, Fernando da Costa	Universidade Federal de Uberlândia
54	2016	Dissertação	ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE FÍSICA	Rabelo, Ana Paula Stoppa	Universidade Federal de Goiás
55	2016	Dissertação	ROBÓTICA EDUCACIONAL: UMA PERSPECTIVA DE ENSINO E APRENDIZAGEM BASEADA NO MODELO CONSTRUCIONISTA	Moreira, Leonardo Rocha	Universidade de Fortaleza