



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Educação e Humanidades
Faculdade de Formação de Professores

Carlos Henrique Jorge

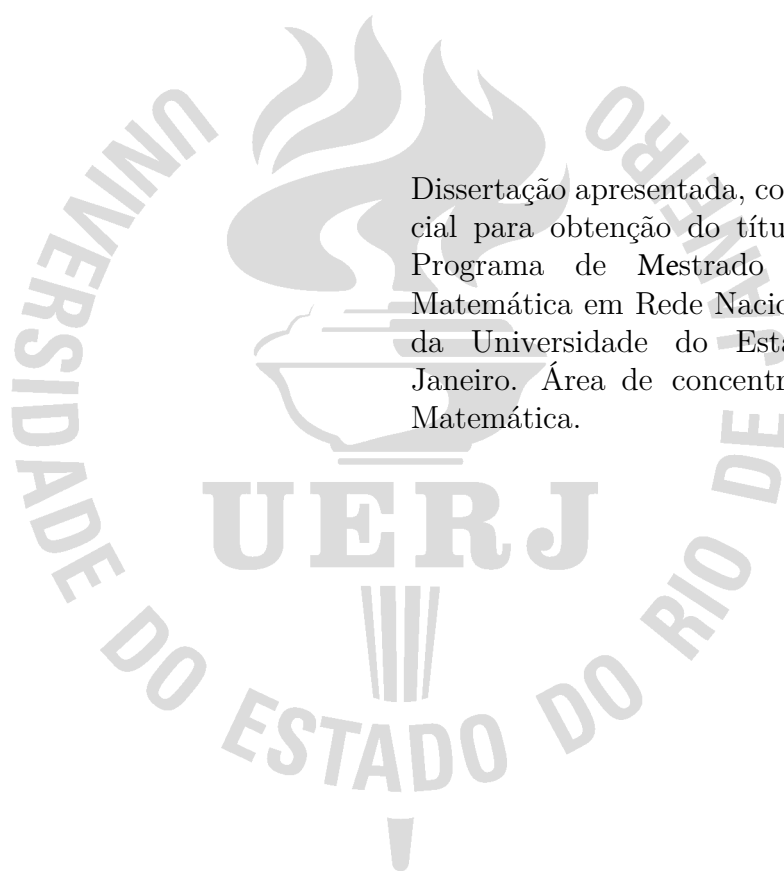
**Uma experiência da Robótica Educacional: a solução do desafio
Rescue Line para os alunos do Ensino Fundamental**

São Gonçalo

2019

Carlos Henrique Jorge

**Uma experiência da Robótica Educacional: a solução do desafio Rescue Line
para os alunos do Ensino Fundamental**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT), da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Ensino de Matemática.

Orientador: Profa. Dra. Marcele Câmara de Souza

Coorientador: Profa. Dra. Priscila Cardoso Petito

São Gonçalo

2019

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CEH/D

J82

Jorge, Carlos Henrique

Uma experiência da Robótica Educacional: a solução do desafio Rescue Line para os alunos do Ensino Fundamental / Carlos Henrique Jorge. – 2019.

109 f.

Orientadora: Profa. Dra. Marcele Câmara de Souza.

Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional (PROFMAT) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de Professores.

1. Robótica - Teses. 2. Matemática - Teses. 3. Tecnologia Educacional - Teses. I. Souza, Marcele Câmara de. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Formação de Professores. III. Título

CDU 007.5

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Carlos Henrique Jorge

**Uma experiência da Robótica Educacional: a solução do desafio Rescue Line
para os alunos do Ensino Fundamental**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT), da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Ensino de Matemática.

Aprovada em 31 de de Janeiro de 2019.

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Marcele Câmara de Souza (Orientador)
Faculdade de Formação de Professores - UERJ

Profa. Dra. Priscila Cardoso Petito (Coorientador)
Faculdade de Formação de Professores - UERJ

Prof. Dr. Abel Rodolfo García Lozano
Faculdade de Formação de Professores - UERJ

Profa Dra. Raquel de Souza Francisco Bravo
Universidade Federal Fluminense

São Gonçalo

2019

DEDICATÓRIA

A Deus, que na sua onipresença sempre iluminou meus caminhos.

A minha família, pela paciência, incentivo e compreensão nos momentos em que a minha ausência e afastamento temporário era mister.

A todo corpo docente e administrativo do Colégio Municipal do Sana e da Escola Municipal João Brazil que nas pequenas palavras de apoio e reconhecimento nutria um sentimento de positividade fortalecendo a nossa proposta de inovar e transformar a maneira de ensinar.

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora Profa. Dra. Marcele Câmara de Souza que aceitou o tema desse trabalho me encorajando a seguir em frente renovando o meu desejo de transformar uma ideia em realidade.

A coorientadora Profa. Dra. Priscila Cardoso Petito que já na disciplina de Tópicos de Matemática tomou ciência desse projeto e teceu comentários positivos e valiosíssimos.

Aos meus colegas professores Raphael Yoshiaki Awata e Marcelo Vieira da Silva da Escola Municipal João Brazil pela parceria na viabilidade e implantação do projeto “Iniciação à linguagem Robótica”.

Aos alunos das escola envolvidas pelo comprometimento, responsabilidade e seriedade dispendidos nas atividades propostas.

Se cerrares a porta a todos os erros,
impedirás a Verdade de entrar.

Rabindranath Tagore

RESUMO

JORGE, Carlos Henrique. *Uma experiência da Robótica Educacional: a solução do desafio Rescue Line para os alunos do Ensino Fundamental*. 2019. 109f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT) – Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2019.

Em um ambiente hostil, onde a presença do ser humano não é aconselhável nem recomendável, um robô deve ser projetado, construído, testado e analisado por estudantes para realizar a tarefa de resgatar vítimas ou bombas sem qualquer auxílio humano. A busca da solução desse desafio elaborado pela Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR) e pelo Torneio Juvenil de Robótica (TJR) possibilita aos alunos o desenvolvimento de habilidades e competências em Matemática através da descrição, execução, reflexão e depuração do problema, sequência definida como ciclo de ações. Essa metodologia se apresenta como um possível ponto de partida para estudar diferentes conceitos Matemáticos. O presente trabalho tem como objetivo apresentar aplicações das tecnologias digitais em conjunto com os princípios da Robótica Educacional gerando resultados qualitativos no processo de ensino/aprendizagem na construção e manipulação de robôs, no desenvolvimento do pensamento lógico, na implementação das ideias em linguagem de programação, e na estratégia para solucionar o problema de *Rescue Line*. Para facilitar a metodologia as atividades foram fragmentadas em situações-problema objetivando a análise e a confecção de rotinas computacionais. Esse estudo contou com experiências preliminares no Colégio Municipal do Sana e na Escola Municipal João Brazil, que serviram de base, incentivo, aprofundamento e aprimoramento visando a participação em competições científicas pelo Colégio Municipal do Sana. A escolha dessa instituição se justifica por possuir laboratório de informática com softwares instalados e número de equipamentos adequados ao quantitativo de alunos envolvidos. Os conteúdos de Matemática aplicados nas atividades seguem a documentação normativa vigente que, além de nortear o que deve ser ensinado, recomenda em seus descritores o uso de tecnologias digitais na educação. Atendendo a sugestão da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), foi empregado um software de geometria dinâmica para descrição e análise das situações-problemas e, como pré-requisito para ambientar e familiarizar o educando no aprendizado de linguagem de programação, foi inserido no contexto de aprendizagem o superlogo 3.0, que é uma linguagem de programação intuitiva. O resultado dessa pesquisa apontou que diferentes conteúdos de matemática associados entre si podem ser explorados na prática pedagógica ofertada pela Robótica Educacional. Mostrou ainda alunos mais atentos, concentrados, motivados e interessados em aprender essa disciplina tendo um robô como objeto de aprendizagem. A proposta contextualizada através de situações-problema elaborados pela OBR e TJR, contribuiu para uma experiência de trabalho em grupo e a troca de conhecimentos.

Palavras-chave: Matemática. Ensino de Matemática. Tecnologias Digitais. Robótica Educacional.

ABSTRACT

JORGE, Carlos Henrique. *An educational robotics experience: the solution of the textit Rescue Line challenge for elementary school students*. 2019. 109f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional - PROFMAT) – Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2019.

In a hostile environment where human presence is neither advisable nor advisable, a robot must be designed, constructed, tested, and analyzed by students to perform the task of rescuing victims or bombs without any human help. The search for the solution of this challenge by the Brazilian Robotics Olympiad (OBR) and the Robotic Junior Tournament (TJR) enables students to develop skills and competences in mathematics through the description, execution, reflection and debugging of the problem. cycle of actions. This methodology presents itself as a possible starting point for studying different mathematical concepts. The present work aims to present applications of digital technologies together with the principles of Educational Robotics generating qualitative results in the teaching / learning process in the construction and manipulation of robots, in the development of logical thinking, in the implementation of ideas in programming language, and the strategy to solve the textit Rescue Line problem. In order to facilitate the methodology, the activities were fragmented in problem situations aiming the analysis and the elaboration of computational routines. This study had preliminary experiences at the Sana Municipal College and the João Brazil Municipal School, which served as a basis, incentive, deepening and improvement aimed at participation in scientific competitions by the Sana Municipal College. The choice of this institution is justified by having a computer lab with software installed and the number of equipment adequate to the number of students involved. The contents of Mathematics applied in the activities follow the current normative documentation that, besides guiding what should be taught, recommends in its descriptors the use of digital technologies in education. In response to the suggestion of the National Curricular Common Base (BNCC), a dynamic geometry software was used to describe and analyze the problem situations and, as a prerequisite to familiarize the learner with the programming language learning, was inserted into the context the superlogo 3.0, which is an intuitive programming language. The result of this research pointed out that different mathematical contents associated with each other can be explored in the pedagogical practice offered by Educational Robotics. It also showed students more attentive, focused, motivated and interested in learning this discipline having a robot as an object of learning. The proposal contextualized through problem situations elaborated by the OBR and TJR, contributed to an experience of group work and the exchange of knowledge.

Keywords: Mathematics. Mathematics Teaching. Digital Technologies. Educational Robotics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Aula de Robótica Educacional	23
Figura 2	- Aula de iniciação à linguagem de programação	24
Figura 3	- Mapa do percurso do robô	25
Figura 4	- Organograma das aulas	26
Figura 5	- Trabalho em grupo - Olimpíada Cultural - Seminário	28
Figura 6	- Fase de continuação da metodologia LEGO [®] Education	40
Figura 7	- Ciclo de ações adaptado com a inclusão de componentes robóticos	42
Figura 8	- O controlador EV3	46
Figura 9	- Os motores grandes (a) e médio (b) do bloco EV3	46
Figura 10	- Sensores do bloco EV3	47
Figura 11	- Eixo estendido	48
Figura 12	- Escrever um programa com o software EV3 é como projetar um trem	51
Figura 13	- Configuração das ações de um bloco mover direção	51
Figura 14	- O produto de números inteiros usando potência e rotações	52
Figura 15	- Bloco <i>esperar</i> no modo sensor ultrassônico	53
Figura 16	- Blocos de controle de fluxo: comutador (1), comentários (2 e 4) e ciclo (3)	55
Figura 17	- Interruptor de ciclo	55
Figura 18	- Blocos de operações de dados	56
Figura 19	- Um fio de dados passa o valor medido no sensor de cor para o bloco <i>Matemática</i> que por sua vez aumenta esse valor em 10 vezes. Por último, outro fio de dados transfere o resultado para a o motor B	57
Figura 20	- Arena de competição da etapa regional/estadual da OBR	62
Figura 21	- Arena de competição TJR	63
Figura 22	- Na borda da linha, o sensor vê tons de cinza	66
Figura 23	- Algoritmo “escrito” na plataforma LEGO [®] Mindstorms [®] EV3	67
Figura 24	- O robô contorna o obstáculo por semiperímetro de retângulo	69
Figura 25	- Método do semiperímetro em geometria dinâmica	70
Figura 26	- Robô com esteiras comumente usado nas competições de robótica	72
Figura 27	- Modelagem geométrica na plataforma LEGO [®] Digital Designe 4.3	72
Figura 28	- Método triangular em geometria dinâmica	73
Figura 29	- Exemplo de um giro de 180° com um único motor gerando um percurso circular com o diâmetro sendo o dobro da distância entre as rodas do robô.	74

Figura 30 - Exemplo de um giro de 180° com dois motores em rotações opostas gerando percurso circular com o diâmetro sendo a distância entre as rodas do robô	76
Figura 31 - O percurso do robô pelo método da semicircunferência. Modelagem geométrica na plataforma LEGO [®]	77
Figura 32 - Representação geométrica da vista aérea do percurso do robô	78
Figura 33 - Captura da tela do software Superlogo 3.0.	80
Figura 34 - Atividades das aulas de aprofundamento	81
Figura 35 - Quadro elaborado com sucata	83
Figura 36 - 1º lugar na OBR 2016 - Regional - Macaé	84
Figura 37 - Atuação no Torneio Juvenil de robótica 2015/2016	86
Figura 38 - Expansão do método On-Off para dois sensores.	93
Figura 39 - Metade da arena do resgate no plano, percurso com 11 pontos críticos.	96
Figura 40 - Bloco <i>Matemática</i> no modo avançado combinado com o sensor de cor.	100
Figura 41 - Bloco <i>Matemática</i> no modo avançado combinado com o sensor ultras- sônico.	100
Figura 42 - Contagem com sensores.	104
Figura 43 - Programação de movimento.	105
Figura 44 - Programação de resgate.	105
Figura 45 - Aulas de Robótica no laboratório de Informática.	106
Figura 46 - Aulas de Robótica no laboratório de Informática.	107
Figura 47 - Certificados de apresentação dos projetos de Robótica Educacional.	108
Figura 48 - Primeiro ano da Robótica no Colégio Municipal do Sana.	109

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Estatística do número de participantes da OBR.	60
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- As metodologias aplicáveis na resolução de situações-problemas.	43
Tabela 2	- Cores associadas aos números na leitura do sensor no modo cor.	49
Tabela 3	- Regra de sinais em Robótica.	53
Tabela 4	- Distribuição da modalidade teórica da OBR.	59
Tabela 5	- Registro das medidas de cada movimento do robô.	71
Tabela 6	- Registro dos resultados das manobras do robô.	78
Tabela 7	- Participação da equipe Sanandroid nos torneios da LEGO [®]	83
Tabela 8	- Participação das equipes do Sana na OBR.	85
Tabela 9	- Participação das equipes do Sana no TJR.	87
Tabela 10	- Método circular em média 31 milésimos mais rápido que o método triangular.	95
Tabela 11	- Avaliação do algoritmo <i>segueLinha</i>	97
Tabela 12	- Leitura do sensor \times fator = Potência.	99

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular.
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.
FEI	Fundação Educacional Inaciana.
FLL	FIRST LEGO League.
FNDE	Fundação Nacional de Desenvolvimento da Educação.
FUNEMAC	Fundação Educacional de Macaé.
FURG	Universidade Federal do Rio Grande.
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica.
LEM	Laboratório de Educação Matemática.
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia.
MEC	Ministério da Educação e Cultura.
OBR	Olimpíada Brasileira de Robótica.
R.e.C	Régua e Compasso.
TJR	Torneio Juvenil de Robótica.
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	15
1	SURGE UMA PROPOSTA	17
1.1	Primeira Experiência	18
1.2	Segunda Experiência	20
1.2.1	<u>A metodologia das aulas em Niterói</u>	22
2	MATRIZES CURRICULARES DA EDUCAÇÃO BÁSICA O USO DAS TECNOLOGIAS E DE SITUAÇÕES-PROBLEMA	29
2.1	A organização curricular e seus elementos constitutivos	29
2.2	O uso das tecnologias como referência curricular	34
2.3	A aprendizagem em espiral e o ciclo de ações em situações- problema	37
3	A PLATAFORMA LEGO® MINDSTORMS® EV3 PROGRAM- MING E AS COMPETIÇÕES	44
3.1	O bloco controlador EV3	44
3.2	Os motores	45
3.3	Os sensores	47
3.3.1	<u>Sensor de toque (a)</u>	48
3.3.2	<u>Sensor de cor (b)</u>	48
3.3.3	<u>Sensor ultrassônico (c)</u>	49
3.4	O ambiente de programação LEGO® Mindstorms® EV3 Pro- gramming	50
3.4.1	<u>A paleta seletora de ação</u>	50
3.4.2	<u>A paleta seletora de controle de fluxo</u>	52
3.4.3	<u>A paleta seletora de operações de dados</u>	56
4	AVANÇOS E CONQUISTAS DA ROBÓTICA EM MACAÉ	58
4.1	O robô seguidor de linha	63
4.1.1	<u>Controlador On-Off com um sensor</u>	64
4.1.2	<u>Controlador On-Off com dois sensores de cor.</u>	67
4.2	Descrição da situação-problema (Matemática no desvio do obs- táculo).	68
4.2.1	<u>A manobra semiperímetro</u>	69
4.2.2	<u>A manobra triangular</u>	71
4.2.3	<u>A manobra semicircunferência</u>	73
4.3	O desenvolvimento das aulas e a atuação nas competições em Macaé	79

CONCLUSÃO	88
REFERÊNCIAS	90
APÊNDICE A – A solução do desafio <i>Rescue Line</i>	93
APÊNDICE B – Sugestões de atividades	98
APÊNDICE C – Projetos	101
ANEXO A – Certificações	108

INTRODUÇÃO

Declaro aberta a feira das ideias. Vinde ver!
Vinde ver! Tenho-as de toda sorte, e todos
os matizes!

Sousa. S.

Este trabalho foi motivado por experiências no ensino aprendizagem da Matemática aplicada na área da Computação e Robótica em duas escolas públicas que leciono: Colégio Municipal do Sana e Escola Municipal João Brazil, localizadas nos municípios de Macaé e Niterói, respectivamente. Ao colocar os alunos diante de um computador para modelar e resolver situações-problema usando o computador, percebeu-se uma mudança de postura nos discentes ao empregar essa ferramenta tecnológica com ênfase em lógica e linguagem de programação associada a Matemática aplicada.

Nessa nova jornada, pretende-se mostrar como é possível, tendo a Robótica Educacional como objeto de aprendizagem, aplicar conceitos matemáticos tanto no projeto e construção de robôs, quanto no controle e automação via software LEGO[®] Mindstorms[®] Programming EV3. Esse recurso, por possuir uma interface gráfica formada por blocos sequenciais executáveis, se qualifica como uma ferramenta tecnológica adequada à iniciação de discentes no estudo de programação computacional.

As atividades aqui propostas, desde o projeto de robô até a formulação, programação e execução das estratégias previstas, coloca o aluno na condição de sujeito na aquisição do conhecimento matemático de forma colaborativa, construído ao longo das etapas e fases do projeto, porque:

A robótica demanda forte integração entre as pessoas presentes em uma sala de aula porque cobre vários campos do conhecimento humano além de incentivar o aluno a abstrair e a desenvolver a experiência do trabalho colaborativo respeitando o grau de cognição do aluno nos aspectos referentes à motricidade, iniciação científica, alfabetização tecnológica, estruturação do raciocínio lógico, empreendedorismo, socialização e reflexão sobre si e seu papel na sociedade (ALMEIDA, 2007).

Para respeitar o grau de cognição do aluno, dando tempo para a acomodação dos novos conhecimentos favorecendo a sua alfabetização tecnológica e a estruturação do raciocínio lógico, optou-se por formular as atividades em situações-problema e (ou) desafios.

No primeiro capítulo, discorre-se sobre o surgimento dessa ideia de utilizar a Robótica Educacional para ensinar Matemática tendo como objeto de aprendizagem um robô que deve ser construído a luz de um projeto bem definido combinado com uma programação adequada.

No segundo capítulo, discute-se como estão organizadas as matrizes curriculares para o ensino de Matemática e sua relação com uso de novas tecnologias e incentivos para aprendizado de programação computacional nas séries finais do ensino fundamental. Apresenta-se os referenciais teóricos que embasam a escolha da forma de ensino por situações-problema, buscando-se semelhanças e afinidades entre os métodos: a aprendizagem em espiral e o ciclo de ações (VALENTE, 2005), a arte de resolver problemas (POLYA, 1995) e a metodologia LEGO (ZOOM, 2010) presentes nas dinâmicas das atividades.

No terceiro capítulo é exibida a plataforma tecnológica da LEGO[®] Mindstorms[®] Programming EV3, linguagem de programação gráfica utilizada na automação de robôs, suas interfaces e elementos constitutivos.

No quarto capítulo apresenta-se a evolução dos projetos de Robótica em Macaé e os avanços dos estudos visando a participação em competições no Brasil. Toma-se conhecimento das regras objetivando a organização das aulas e a melhor maneira de superar as situações-problema geradas pelo desafio. Mostra-se como as aulas são conduzidas, expõe-se as análises de performance e os resultados alcançados.

Na sequência, expõe-se as considerações finais e a conclusão do trabalho.

1 SURGE UMA PROPOSTA

Insanidade é continuar fazendo sempre a mesma coisa e esperar resultados diferentes.

Albert Einstein.

A Robótica Educativa é uma ferramenta pedagógica desenvolvida em ambientes de aprendizagem que reúnem kits de montagem prontos ou que possam ser confeccionados utilizando-se material reciclado. Os kits de montagem usados nessa dissertação contém peças encaixantes, engrenagens, servo-motores e sensores, elementos que darão movimento e orientação no espaço ao robô. A automação e controle, são gerenciados por computadores a partir do uso de linguagens de programação como EV3 programming, NXT programming, Superlogo 3.0, C, C++, Java, Python, dentre outras. As manipulações desses componentes permitem o controle dos protótipos montados dando realismo e significado às ideias desenvolvidas. Neste ambiente, os alunos são motivados a usar a criatividade de forma integrada com outras disciplinas, sobretudo a Matemática, estimulando assim o seu interesse pelo estudo científico. Os conceitos estudados em aula, incluindo as ciências naturais e linguagens, são vivenciados na prática através da programação e construção de maquetes e robôs.

Uma importância significativa para o aprendizado de Matemática usando tecnologia é que o aluno muda a sua condição de expectador, isto é, deixa de assumir uma postura passiva em sala de aula para um comportamento onde a troca de ideias, informações e experiências são estimulados. Assim, nessa perspectiva, o aluno passa a uma condição de sujeito na aquisição do conhecimento. Nota-se, ainda hoje, no sistema escolar brasileiro que o ensino de Matemática está calcado na transmissão/recepção de conhecimentos elaborados. Os conteúdos são em grande parte apresentados acompanhados por extensas listas de exercícios repetitivos, na esperança de que os alunos adquiram apenas habilidade na aplicação de algoritmos escolares específicos. Em sua obra “Escola e Democracia” essa metodologia tradicional é muito bem sintetizada por Saviani que diz:

Eis, pois, a estrutura do método; na lição seguinte começa-se corrigindo os exercícios, porque essa correção é o passo da preparação. Se os alunos fizerem corretamente os exercícios, eles assimilaram o conhecimento anterior, então eu posso passar para o novo. Se eles não fizeram corretamente, então eu preciso dar novos exercícios, é preciso que a aprendizagem se prolongue um pouco mais, que o ensino atente para as razões dessa demora, de tal modo que, finalmente, aquele conhecimento anterior seja de fato assimilado, o que será a condição para se passar para um novo conhecimento (SAVIANI, 2018).

Esse método ainda é muito utilizado hoje em dia, porém é possível agregar outras estratégias de ensino objetivando favorecer o processo de construção do conhecimento. A

aplicação de uma metodologia apenas talvez não seja suficiente para atender as diferentes necessidades cognitivas dos estudantes. O uso de material manipulativo/computacional se apresenta como uma opção, porque possibilita o desenvolvimento do ciclo de ações¹: **descrição, execução, reflexão e depuração**, que estão presentes na busca da solução dos desafios ou situações-problemas via plataforma Mindstorms[®] EV3 Programming.

1.1 Primeira Experiência

Em 2011, no Colégio Municipal do Sana, situado no município de Macaé no estado do Rio de Janeiro, fui convidado pela coordenadora pedagógica Zilda Jorge Costa Machado a assumir a disciplina de Laboratório de Educação Matemática (LEM) recém-criada na rede para atender as demandas curriculares das escolas de tempo integral. Na ocasião, precisava-se criar um conjunto de atividades pedagógicas em consonância com a proposta da rede municipal de ensino cujo objetivo era fortalecer e facilitar o processo de ensino-aprendizagem dessa matéria, que era apontada como uma das que apresentava o mais elevado índice de dificuldades entre os alunos. No cerne da questão estava a prerrogativa de valorizar o raciocínio e o cálculo mental e desconstruir a ideia de que a Matemática escolar é complicada para os alunos.

Dentre as atividades planejadas e implementadas tinha uma em particular que se mostrava, a meu ver, bem interessante por proporcionar aos alunos não só a aquisição de um conhecimento teórico mas a aplicação imediata desse aprendizado num ambiente criado especificamente para esse viés: a linguagem de programação superlogo 3.0 (LOGO). A característica *sui generis* dessa ferramenta construcionista² é que ela favorece uma prática pedagógica que propicia ao aluno, a todo momento, construir e desconstruir conhecimento, elaborar conjecturas, testar, ratificar ou refutar hipóteses, ou seja, o aprendizado acontece de forma interativa e com um dinamismo que é menos alcançado num ambiente escolar convencional (lousa, caderno e livro didático). No LOGO, nada está pronto, tudo deve ser construído a partir de um pixel na tela, por exemplo, um triângulo não é produzido por segmentos de reta tal qual vemos nos softwares de geometria dinâmica como o geogebra ou régua e compasso (R.e.C). É necessário conhecer de antemão elementos e propriedades dessa figura para que ela seja executada por linhas de código.

Para implementar modelagens mais sofisticadas como a simulação de um semáforo em ambiente computacional, necessitava-se de conteúdos combinados de diferentes áreas

¹ Movimento gradual e ascendente que, por sucessivas aproximações, faz com que o aprendiz entenda o processo no decorrer da construção do resultado (VALENTE, 2005).

² Construcionismo é uma teoria proposta por Seymour Papert, e diz respeito à construção do conhecimento baseada na realização de uma ação concreta que resulta em um produto palpável, desenvolvido com o concurso do computador, que seja de interesse de quem o produz.

da Matemática (aritmética, álgebra e geometria) e estruturas de controles presentes na linguagem em questão. Outro exemplo muito interessante foi o projeto: leitor de código de barras, pretendia-se gerar uma imagem similar ao que vemos nas embalagens de produtos vendidos no comércio em geral. O objetivo consistia em criar um modelo computacional funcional simplificado de código de barras baseado no sistema binário. Ambos os projetos foram concebidos nessa escola. Nessas atividades os alunos empregam de forma indissociável conhecimentos matemáticos na computação, de modo que possam interagir com a máquina compreendendo o que está fazendo, de preferência sozinho ou com pouca intervenção do professor, e encontrando a solução de um problema. Sobre a importância dessa descoberta individual, Dante aponta que:

Não devemos dizer ao aluno aquilo que ele pode descobrir por si só. Suas sugestões em pontos críticos devem ser incentivos para mantê-lo interessado em resolver o problema. Ao incentivar os alunos na resolução de um problema, devemos apresentar sugestões e insinuações, mas nunca apontar o caminho a ser seguido. É melhor transformar as informações que porventura forneceríamos em descobertas do aluno orientados por nós. Alguns segundos de prazer da descoberta valem mais do que mil informações que possam ser transmitidas ao aluno (DANTE, 1998).

Seguindo essa tendência, uma metodologia que permite ao discente a busca individual na resolução de um problema de preferência contextualizado pode favorecer a assimilação dos conteúdos curriculares. Para alcançar esses objetivos torna-se necessário possibilitar ao aluno o trabalho em áreas de conhecimento, no caso, matemático-linguístico-computacional, ofertando atividades de caráter investigativo onde distintas áreas do conhecimento dialogam mutuamente. Essa estratégia interdisciplinar está vigente nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica, documento organizado por Moll (2013), que assume o princípio de que:

O ensino deve ir além da descrição e constituir nos estudantes a capacidade de analisar, explicar, prever e intervir, objetivos que são mais facilmente alcançáveis se as disciplinas, integradas em áreas de conhecimento, puderem contribuir cada uma com sua especificidade, para o estudo comum de problemas concretos, ou para o desenvolvimento de projetos de investigação e/ou de ação. Enfatizam que o currículo deve ter tratamento metodológico que evidencie a interdisciplinaridade e a contextualização (MOLL, 2013).

Almejando ofertar aos alunos o estudo da Matemática através de atividades investigativas, interdisciplinar e contextualizada, nos idos de 2014, com o advento do Programa de Robótica Educacional por parte da Subsecretaria de Projetos Especiais, ainda na rede municipal de Macaé, fui convidado pela Subsecretária Luemy Ávila a implementar esse paradigma nas aulas de Matemática em parceria com a Universidade Federal Fluminense e a Universidade Federal do Rio de Janeiro através do programa #inovareaprender que

forneceu um estagiário de engenharia para capacitar os alunos na programação e construção de robôs. Esse programa tinha como objetivo formar autores de novas tecnologias, incentivando o aprendizado em conjunto tendo como base a metodologia do “aprender fazendo”. O Colégio Municipal do Sana passou a integrar o programa #inovareaprender como uma das estações de trabalho para desenvolver práticas de novas tecnologias no ensino e aprendizagem. Assim, procurava-se contextualizar e desenvolver atividades que favoreciam a investigação proporcionando experimentação, análise, intervenção e depuração. O objetivo do Laboratório de Educação Matemática seguia com o seu compromisso de desenvolver e difundir atividades nos quais os alunos aprendiam fazendo uso de sistemas computacionais como ferramenta catalisadora desse processo agregado à Robótica, reforçando a ideia central do método empregado que incentivava os alunos a descobrirem por eles próprios relações e propriedades matemáticas. Os desdobramentos desse projeto fomentou propostas mais elaboradas que requer uma explicação mais detalhada descrevendo as ampliações e outros alcances desse modelo de trabalho. Esses novos rumos e a sequência didática utilizada serão abordados no capítulo 4.

1.2 Segunda Experiência

É notória a dificuldade apresentada pelos discentes em aplicar conceitos matemáticos em diferentes momentos da sua vida escolar e cotidiana. Na disciplina de Educação Física, por exemplo, a obediência aos comandos do treinador no tocante ao posicionamento dos jogadores em campo, ou em quadra, para atender a uma tática favorável, pressupunha o conhecimento de entes geométricos importantes, a saber: paralelismo, ângulos, polígonos, reta, segmento de reta, semirreta, dentre outros. Essas dificuldades foram relatadas pelos professores dessa disciplina - Raphael Yoshiaki Awata e Marcelo Vieira da Silva - no ano de 2015 na Escola Municipal João Brazil na Prefeitura Municipal de Niterói no estado do Rio de Janeiro, onde atuo desde 2004. Esses docentes comentaram na ocasião que a maioria dos estudantes gostava da disciplina Educação Física, mas não demonstravam o mesmo interesse pela Matemática, daí pensarmos numa possibilidade de fazermos uma articulação interdisciplinar para demonstrar a aplicabilidade das informações de uma área de conhecimento na outra, despertando assim no aluno a vontade de aprender conceitos Matemáticos que seriam úteis nas práticas esportivas.

Com a experiência adquirida na área da Robótica Educacional no Colégio Municipal do Sana combinado com a percepção do empenho e rendimento dos alunos nas atividades propostas naquela instituição, sugeri um planejamento e a execução conjuntamente com os colegas professores da disciplina de Educação Física um projeto intitulado “Iniciação à Linguagem Robótica”.

Esse trabalho visava em linhas gerais:

- Apresentar a Matemática de um ponto de vista diferenciado articulando-a com a Linguagem Robótica e a Educação Física com o intuito de motivar alunos numa prática científica;
- Propor a pesquisa, a construção e manipulação de robôs seguidores de linha, desviadores de obstáculos, tomadores de decisões e cumpridores de missões para estudar as diferentes táticas de ataque e defesa do futebol;
- Conhecer e aplicar conceitos de programação computacional, em particular, uma linguagem de programação textual (Superlogo 3.0) e gráfica (LEGO[©] Mindstorms[©] Programming EV3), ambas intuitivas;
- Desafiar o aluno a pensar em soluções para um problema real num campo de missões (situações-problema);
- Unir o aprendizado à prática com ênfase no trabalho em grupo, a cooperação e a pesquisa;
- Estimular a tomada de decisões, definição de ações, diálogo e o respeito a diferentes opiniões;
- Promover a motivação, a colaboração e a constante construção e reconstrução do pensamento;
- Levar o aluno a vivenciar os conteúdos programáticos de forma interdisciplinar;
- Amplificar aspectos ligados ao planejamento e organização de projetos;
- Desenvolver o raciocínio e a lógica na programação computacional, na construção de protótipos e na concepção de maquetes.

Do ponto de vista da Matemática e alinhado com a matriz curricular da rede municipal de Niterói concebida em 2010, através de uma construção coletiva, pretendia-se alcançar os seguintes objetivos específicos nas oficinas-atividades:

- Compreender ponto e reta como conceito primitivo e conceituar segmento de reta, semirreta e ângulo. Identificar posições relativas entre retas. Identificar formas geométricas planas. Classificar os tipos de paralelogramos e trapézios. Analisar razões e proporções;
- Realizar ampliação e redução de figuras. Reconhecer e utilizar o sistema métrico decimal;

- Empregar expressões algébricas para representar regularidades e situações em geral;
- Utilizar os números relativos para se localizar no plano cartesiano. Reconhecer os números decimais e aplicá-los em diferentes situações de medição;
- Identificar diferentes situações nas quais são utilizadas frações;

Com respeito as práticas computacionais, almejava-se iniciação à linguagem robótica, observando se o aluno seria capaz de:

- Executar técnicas de programação computacional;
- Aplicar comandos básicos da linguagem de programação Superlogo 3.0 para construir ambientes de aprendizagens;
- Utilizar conceitos matemáticos na plataforma LEGO[©] Mindstorms[©] EV3 programming.

A metodologia empregada no projeto de “Iniciação à Linguagem Robótica” seguiu os seguintes passos:

- Contextualização: para que serve a peça produzida, como e quando é utilizada;
- Montagem: seguir um manual prévio de construção, estimular continuidades e sugerir construções originais;
- Análise: montar um ambiente de estudo de missões robóticas no Laboratório de Informática ou em sala de aula usando a linguagem de programação Superlogo 3.0. Buscar e solucionar erros de planejamento ou de funcionalidades do robô ou da peça de missão criada;
- Desafios: estimular o pensamento lógico, matemático e científico em busca de soluções imediatas ou mediatas. Incentivar pesquisa para encontrar a melhor solução. Criar uma problemática nova deixando os alunos pensarem numa solução criativa para o uso do protótipo na questão.

1.2.1 A metodologia das aulas em Niterói

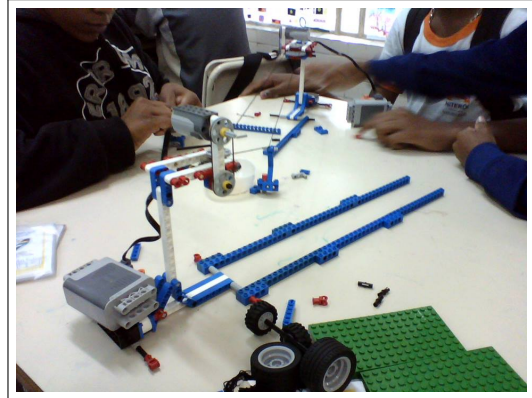
O projeto de “Iniciação à Linguagem Robótica” foi aplicado no contra-turno, uma vez por semana, no período de 13h às 15h com um máximo de 16 alunos por aula. Para introduzir os primeiros conceitos de construção de robô para os alunos selecionados optou-se pela aplicação da metodologia LEGO[©] EDUCATION (ZOOM... , 2010) que utiliza manuais com as etapas detalhadas para a construção das peças robóticas. Nessa fase do

projeto, os discentes tiveram o primeiro contato com os componentes que serão utilizados na montagem do robô além de aprenderem questões sobre as unidades de medidas usadas nos encaixes das peças. As Figuras 1(a), 1(b), 1(c) e 1(d) mostram os alunos nessa dinâmica.

Figura 1 - Aula de Robótica Educacional



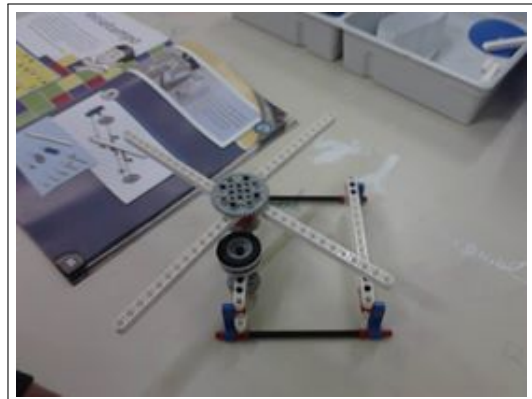
(a) Construção da catapulta.



(b) Iniciando o teleférico.



(c) Finalizando o teleférico.



(d) Construção da catraca.

Fonte: O autor, 2018.

Ainda em 2014, para dar sequência ao projeto tendo em vista a parte de automação das peças construídas que até então eram movimentadas por motor a pilha, foi iniciado o estudo de programação computacional no turno da manhã. Os alunos foram divididos em grupos formando cada grupo uma estação de trabalho com no máximo 4 componentes. Nessas estações cada discente tentaria encontrar a solução computacional para os problemas de cunho matemático proposto nas aulas, como por exemplo:

- Fazer um programa que desenha uma curva aberta simples;
- Fazer um programa que desenha uma curva fechada simples;
- Fazer um programa que coloca quatro círculos no ponto médio de cada lado de um quadrado de tamanho 200 pixels.

Para iniciar os discentes no aprendizado de computação usou-se a linguagem de programação Superlogo 3.0 cujos comandos são em português, de fácil compreensão e intuitiva. As manobras básicas do robô são movimentos em linha ou giros para a esquerda ou para a direita. Os comandos básicos da linguagem Superlogo 3.0 são:

- PF 100: o robô virtual percorre 100 pixels para frente;
- PT 50: o robô virtual percorre 50 pixels para trás;
- PD 90: o robô virtual gira 90 graus para a direita;
- PE 45: o robô virtual gira 45 graus para a esquerda.

As Figuras 2(a), 2(b), 2(c) e 2(d) mostram a organização da sala ambiente onde os alunos buscavam solucionar o problema de forma individual ou coletiva.

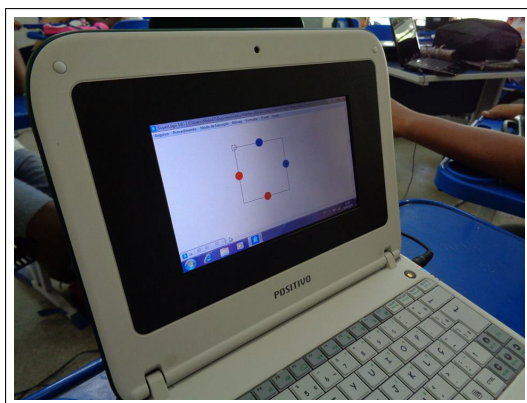
Figura 2 - Aula de iniciação à linguagem de programação



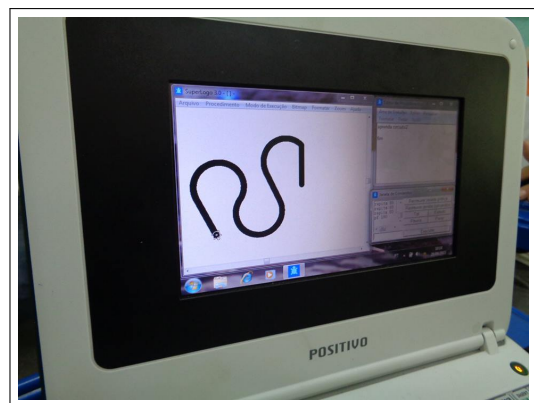
(a) O trabalho coletivo.



(b) As estações de trabalho.



(c) A solução para o problema dos círculos.



(d) Curva aberta simples.

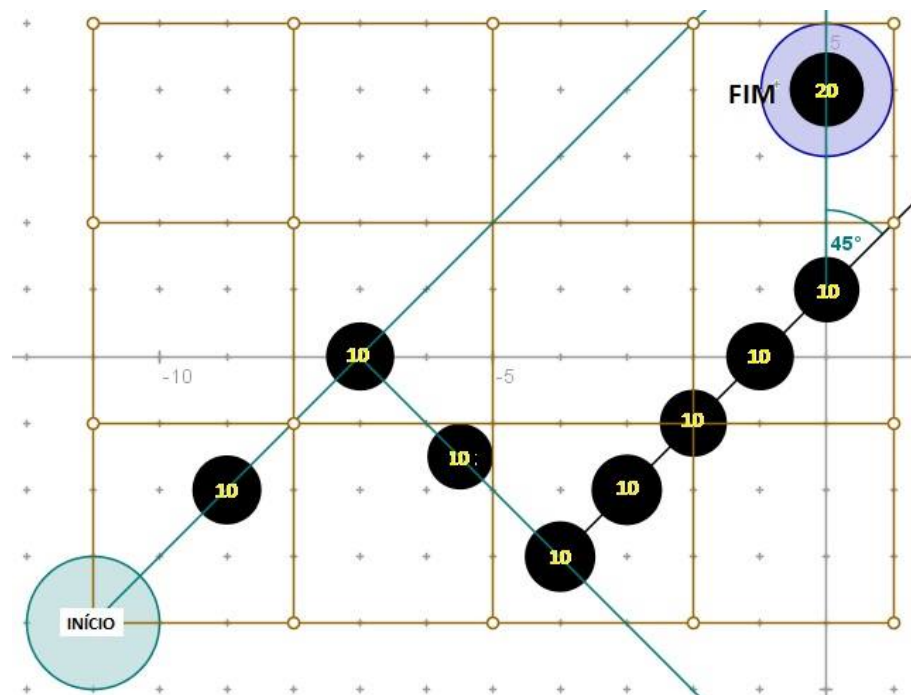
Fonte: O autor, 2018.

Com a apropriação dos conceitos básicos de técnicas de programação passou-se a etapa de conhecer a linguagem de programação LEGO[®] Mindstorms[®] EV3, que é específica para controlar os motores que seriam utilizados na automação das peças robóticas.

Algumas atividades propostas na etapa de programação textual (Superlogo 3.0) foram reaplicadas agora usando a nova linguagem como uma forma de familiarizar o discentes com a plataforma LEGO®.

Era de suma importância, nessa etapa do projeto, testar as programações feitas pelos alunos efetivamente, mas a escola ainda não havia adquirido o controlador do robô, um mini computador com processador Sitara AM1808 da Texas Instruments (núcleo ARM9 de 32-bits). Para que o projeto não fosse descontinuado foi cedido por comodato pelo Colégio Municipal do Sana um bloco controlador NXT-G para que as programações pudessem ser testadas. Um dos problemas que os alunos tinham que resolver considerava o deslocamento de um robô num plano cartesiano com percurso definido e pontuações determinadas ao longo do percurso. O posicionamento dos alvos em diagonal propiciava o estudo do Teorema de Pitágoras ou trigonometria conceitos que certamente seriam usados no cálculo das distâncias para a programação. Com o intuito de usar o computador como uma “máquina de raciocinar” procurando também atender as recomendações para o uso das tecnologias de forma inteligente, estimulava-se a investigação e os testes de programação em linguagem textual. Para auxiliar o aluno na descrição do problema foi distribuído um mapa de orientação para cada equipe, conforme mostra a Figura 3.

Figura 3 - Mapa do percurso do robô



Fonte: O autor, 2018.

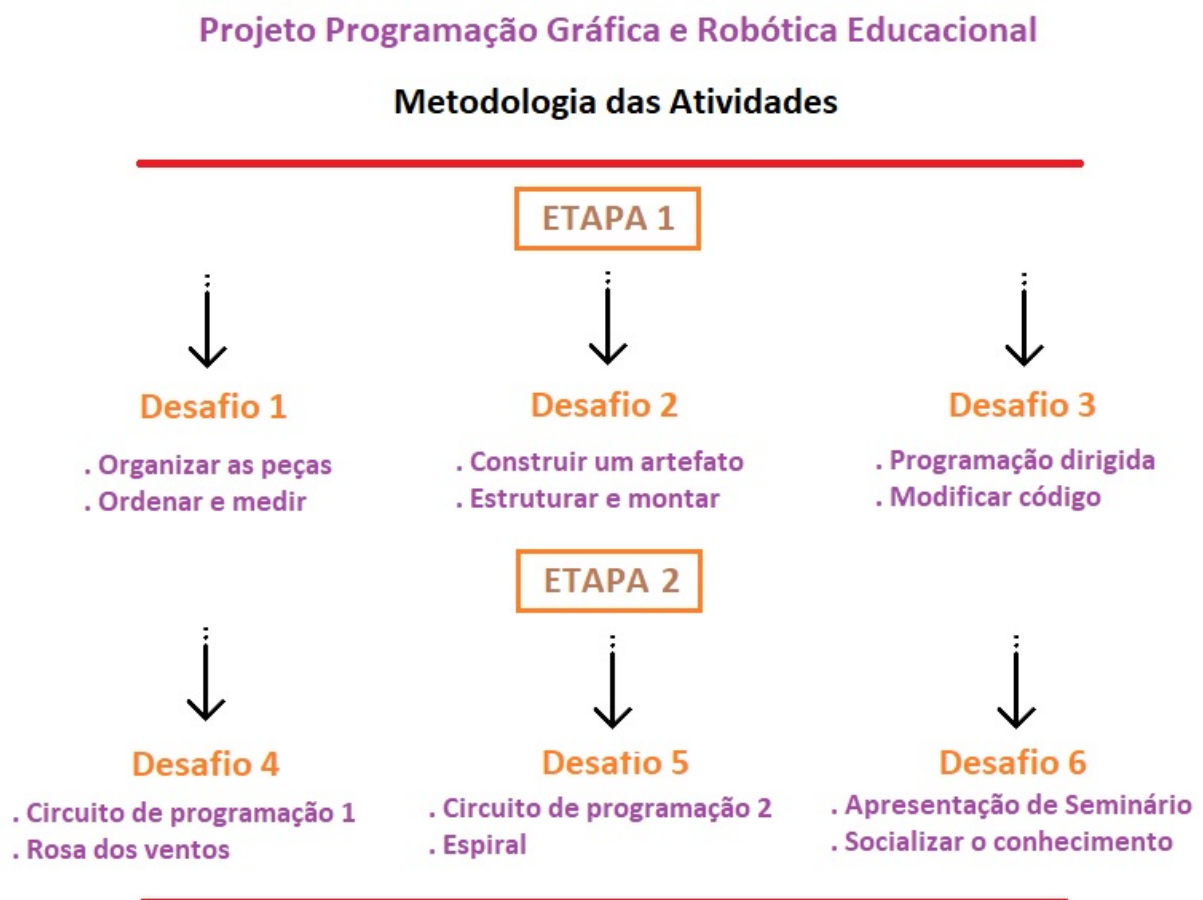
O projeto “Iniciação à Linguagem Robótica” foi apresentado na I Amostra Acadêmica Científica de Niterói: Educação, Ciência, Tecnologia e Inovação, realizada nos dias 21 e 22 de outubro de 2015, organizado pela Secretaria Municipal de Ciência e Tecnologia.

Em novembro do mesmo ano, ocorreu a III Amostra de Projetos Educacionais Instituintes realizado pela Superintendência de Desenvolvimento de Ensino de Niterói, onde também foi apresentado esse trabalho (Anexo A).

No início do ano letivo de 2016, recebi o convite da assessora de Mídias e Novas Tecnologias da Fundação Municipal de Educação de Niterói, Profa. Carla Sena, para proferir um relato de experiência no I Seminário de Educação e Tecnologia realizado pela Secretaria Municipal de Educação em parceria com a Fundação Municipal de Educação. Para atender a essa solicitação e procurando dar sequência ao projeto de Iniciação à Linguagem Robótica com ênfase na programação gráfica, foi desenvolvido o projeto “Programação Gráfica e Robótica Educacional” que visava aplicar num robô real o conhecimento obtido na primeira experiência.

Ainda sem poder contar com o bloco controlador, renovou-se a parceria com o Colégio Municipal do Sana que estendeu o empréstimo do bloco controlador LEGO® Mindstorms® NXT. O esquema a seguir, Figura 4, explicita como se deu o planejamento, organização, execução e socialização das aulas.

Figura 4 - Organograma das aulas



O objetivo de cada aula permitia colocar o aluno diante de uma situação-problema contextualizada na forma de desafios. A metodologia foi dividida em duas etapas. No desafio 1 as equipes com até quatro integrantes tinham que arrumar as peças de LEGO[®] nos compartimentos aplicando as noções de espaço e forma, Figura 5(a). No desafio 2, Figura 5(b), as equipes tinham que construir uma peça robótica que seria acoplada ao robô dando alguma funcionalidade a ele, por exemplo, uma garra. No desafio 3, as equipes tinham que completar ou modificar um programa apresentado pelo professor, Figura 5(c). No desafio 4, cada equipe tinha que implementar um programa que fizesse o robô deslocar-se num circuito orientado pre-determinado, Figura 5(d). No desafio 5, cada equipe tinha que implantar um código que fizesse o robô percorrer uma trajetória em espiral, Figura 5(e). E finalmente o desafio 6 consistia na preparação de aula pelas equipes versando sobre qualquer etapa do projeto, Figura 5(f). As aulas foram desenvolvidas no turno, contra-turno e em projetos internos da escola. A experiência realizada em Niterói sofreu descontinuidade por conta da não aquisição dos componentes necessários por parte da gestão escolar. Entretanto, as atividades desenvolvidas serviram para ratificar o poder pedagógico que a Robótica Educacional pode proporcionar no que tange a oferta de uma educação tecnológica interdisciplinar. Mediante isso, renova-se a motivação para aplicar essa metodologia de modo mais abrangente, o que será apresentado detalhadamente no capítulo 4.

O projeto “Programação Gráfica e Robótica Educacional” foi apresentado no I Seminário de Educação Tecnológica de Niterói, realizado pela Secretaria Municipal de Educação Ciência e Tecnologia em parceria com a Fundação Municipal de Educação no dia 30 de junho de 2016 (Anexo A).

Figura 5 - Trabalho em grupo - Olimpíada Cultural - Seminário



(a) Desafio 1



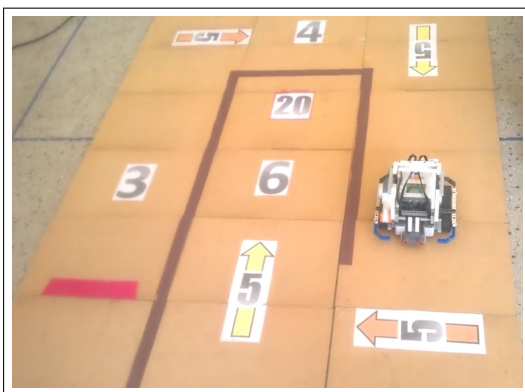
(b) Desafio 2



(c) Desafio 3



(d) Desafio 4



(e) Desafio 5



(f) Desafio 6

Fonte: O autor, 2018.

2 MATRIZES CURRICULARES DA EDUCAÇÃO BÁSICA O USO DAS TECNOLOGIAS E DE SITUAÇÕES-PROBLEMA

O currículo é um elo entre a declaração de princípios gerais e sua tradução operacional, entre a teoria educacional e a prática pedagógica, entre o planejamento e a ação, entre o que é prescrito e o que realmente sucede nas salas de aula.

César Coll

2.1 A organização curricular e seus elementos constitutivos

Quando se pensa em currículo escolar o que vem em mente é uma extensa lista de conteúdos a serem transmitidos para os alunos organizados em ordem crescentes por grau de complexidade. Sabe-se que existe um vínculo entre a aprendizagem escolar e o currículo que para muito além de uma simples lista voltada para orientar os educandos, deve estar também organizado para orientar a ação docente. Conceituar currículo não é uma tarefa das mais fáceis haja vista as diferentes concepções envolvidas. O professor dentro dessa perspectiva de orientação curricular deve estar atento aos diversos ângulos de concepções para o currículo concebido. Colocando o currículo numa linha crítica de pensamento, a obra “Currículo, Cultura e Sociedade”, Moreira e Silva (1994) alerta para a estreita relação de poder guiadas por questões sociológicas, políticas e epistemológicas:

O currículo não é um elemento inocente e neutro de transmissão desinteressada do conhecimento social. O currículo está implicado em relações de poder, o currículo transmite visões sociais particulares e interessadas, o currículo produz identidades individuais e sociais particulares (MOREIRA; SILVA, 1994).

A luz dessas concepções, mesmo que de forma oculta, todo professor no exercício de sua função é um formador de opinião, estimula ideias, “transmite visões particulares e interessadas”. O seu discurso tem poder formativo, a maneira como conduz a sua ação pedagógica pode influenciar a formação de um cidadão crítico, com plena consciência dos seus direitos e deveres, apto a contribuir para uma sociedade mais justa e igualitária ou um cidadão passivo, preso as amarras da ignorância, sem cultura e conhecimento suficientes para nem, no mínimo, entender as relações sociais a sua volta. Afinal o professor, diante de uma classe de alunos, é o principal responsável por transformar o que está prescrito nas diversas bases e orientações curriculares em efetivo aprendizado tendo como “intenção” a

formação de cidadão apto a exercer o seu papel na sociedade moderna.

Ainda sobre a dificuldade de definir currículo, Coll (1996) evita o debate do que venha a ser currículo preferindo focar numa abordagem voltada para entender a função que o currículo deve desempenhar na estrutura escolar. Para elucidar melhor essa questão, tem-se que analisar a gênese da aquisição do conhecimento cultural por parte das crianças. Nas sociedades primitivas, as crianças aprendiam conceitos, desenvolviam habilidades, praticavam valores, adquiriam costumes através da participação das atividades com os adultos, quando não, por observação ou imitação. Já nas sociedades mais desenvolvidas, tanto cientificamente quanto tecnologicamente, apresentando uma organização multifacetada, o desenvolvimento e conseqüente aprendizado das crianças vão além do estar junto observando ou imitando. Nessa sociedade, as atividades educativas são diferentes e não basta apenas o convívio com os adultos, há que proporcionar a instrução em instituições próprias - como a escola - e é na organização das instruções a serem transmitidas que o currículo assume a sua função e importância. Sendo assim, entende-se que seja necessário organizar atividades que exerçam o papel de instruir as crianças de uma maneira específica complementando aquelas que não podem ser ofertadas pelos adultos da maneira habitual. Nessa especificidade instrucional com um fim concreto as atividades devem ser pensadas, estruturadas e executadas tendo como referência um plano de ação. Por sua vez, um plano de ação deve alicerçar um projeto educacional, o que no âmbito escolar se conhece por Plano Político Pedagógico (PPP). Portanto, pode-se considerar como função primordial do currículo, explicitar as intenções e o plano de ação do projeto, porque:

O currículo é um guia para os encarregados de seu desenvolvimento, um instrumento útil para orientar a prática pedagógica, uma ajuda para o professor. Por esta função, não pode limitar-se a enunciar uma série de intenções, princípios e orientações gerais que, por excessivamente distantes da realidade das salas de aula, sejam de escassa ou nula ajuda para os professores. (COLL, 1996).

Para Coll (1996) o currículo tem maior chance de êxito nas suas funções se seus componentes forem organizados de forma a proporcionar e dar informações sobre:

1. *O que ensinar*: divididos em dois blocos: conteúdos e objetivos;
2. *Quando ensinar*: a maneira de ordenar e dar a seqüência aos conteúdos e objetivos;
3. *Como ensinar*: a maneira de estruturar o ensino/aprendizagem das quais participam os alunos;
4. *Que, como e quando avaliar*: as intenções do ensino, cuja a avaliação se faz necessária para ratificar ou retificar as ações pedagógicas.

No documento “Referencial Curricular 2010: uma construção coletiva” elaborado pela Prefeitura Municipal de Niterói, através da Secretaria Municipal de Educação, a visão de currículo está associada a de um componente necessário para atender as demandas educativas dos discentes que procuram a escola demonstrando um grande apelo para as questões da formação cidadã. Essa evidência pode ser comprovada na organização dos seus eixos temáticos, quando deixa explícito as habilidades e práticas cidadãs que os alunos devem desenvolver ao longo dos anos de escolaridade. Os eixos são organizados em: ***Linguagens, Tempo e Espaço*** e ***Ciências e Desenvolvimento Sustentável***, a Matemática está incluída nesse último. No documento, especificamente no eixo em que a Matemática se encontra, já começam a aparecer algumas sugestões metodológicas para o uso de tecnologias como a do uso de programas computacionais para a resolução de equações e inequações, sem citar algum exemplo, e softwares de geometria dinâmica (geogebra e régua e compasso). Prega que as intenções educacionais mediante o cumprimento da sua referência curricular seja aberta e flexível, de tal maneira que possa atender as especificidades e características de cada indivíduo, respeitando as diferenças e procurando favorecer à diversidade cultural. Dessa forma abre um precedente pois:

Oportunizam-se sistemas abertos de educação que possibilitem a aprendizagem como um processo realizado pelo próprio estudante através das relações com o meio, construindo-se uma escola aberta e acolhedora à diversidade, que permite a adequação e a adaptação do currículo às necessidades educacionais apresentadas (RC, 2010).

Um sistema educacional que concebe o currículo como um documento aberto e sujeito a variações e complementações visando atender cada aluno como um ser único nas suas particulares, permite que o professor tenha liberdade para encadear suas ações pedagógicas de maneira que possa favorecer o exercício consciente da cidadania. Na sua obra “Currículos e Programas no Brasil”, Moreira (1995) descreve que um dos objetivos da política educacional já no governo Sarney, prescrito no documento *Educação para todos* (1985) era a universalização da escolarização se comprometendo com a construção da democracia e da justiça social. Nesse contexto, o conteúdo curricular assume um papel de destaque importante na formação da criança, pois:

Quando os conteúdos não são relacionados à realidade familiar das crianças, o único produto que se obtém é a má aquisição de conhecimento, o que não ajuda o aluno a alcançar melhores condições de vida e a se preparar para a prática consciente da cidadania (MOREIRA, 1995).

Posto que o currículo não direciona sua aplicação de forma despreziosa, e que o professor pode escolher quais caminhos seguir para atender as demandas conteudistas dos sujeitos envolvidos no processo de ensino/aprendizagem a luz do exercício pleno da

cidadania. Há que se considerar as maneiras como a concretização das intenções educativas são alcançadas através das suas vias de acesso. Segundo Romiszowski³ (1981) citado por Coll (1996) essas vias podem referir-se as intenções educativas de acordo com três elementos:

- A. Os resultados esperados da aprendizagem;
- B. Os conteúdos envolvidos nessa aprendizagem;
- C. As próprias atividades de aprendizagem em si.

A via de acesso **A** preconiza que toda a estruturação do ensino/aprendizagem com respeito a escolha de conteúdos e atividades fins deve partir dos resultados que os alunos vão alcançar como consequência da sua participação.

A via de acesso **B** pressupõe que toda a estruturação do ensino/aprendizagem parte de uma seleção dos conteúdos de ensino que agregam maior valor formativo, cabendo aos discentes assimilarem as matérias associadas a esses conteúdos organizados.

A via de acesso **C** considera que toda a estruturação do ensino/aprendizagem deve partir das atividades pedagógicas sem a definição explícita do *que ensinar* e das metas de aprendizagens que possa alcançar. Pode-se planejar atividades com potencial educacional intrínseco estimulando e favorecendo a participação dos alunos. Certamente é o modo de ensino característico dos currículos abertos.

Não faz parte do escopo desse trabalho discorrer sobre fundamentações acerca de comparações ou escolha de uma via de acesso em detrimento da outra. Mesmo porque, acredita-se que o professor tenha autonomia para decidir qual a melhor estratégia pedagógica poderá usar em decorrência das particularidades dos seus alunos, espaço e tempo. No entanto, presume-se que nas relações envolvendo sistemas educacionais, currículos, professor e aluno, o bom senso deva prevalecer. E para que esse bom senso prevaleça há de se dar liberdade para o planejamento pedagógico e, portanto, a via de acesso **C** deva ser a mais adequada para embasar essa pesquisa devido as características interdisciplinares da Robótica Educacional. Para auxiliar na formulação do seu projeto de atividades de aprendizagem o professor pode valer-se dos seguintes princípios elaborados por Rath (1973), estabelecendo que, em condições de igualdade, uma atividade tem preferência sobre outra se:

1. Permitir ao aluno que tome decisões razoáveis quanto ao modo de desenvolvê-la e verificar as consequências da sua escolha;
2. Atribuir ao aluno um papel ativo em sua realização;

³ Romiszowski, A. J. 1981. Designing instructional systems. New York/London, Kogan Page.

3. Exigir do aluno uma pesquisa de ideias, processos intelectuais, acontecimentos ou fenômenos de ordem pessoal ou social e estimulá-lo a comprometer-se com a mesma;
4. Obrigar o aluno a interagir com sua realidade;
5. Puder ser realizada por alunos de diversos níveis de capacidade e com interesses diferentes;
6. Obrigar o aluno a examinar num novo contexto uma ideia, conceito, lei etc., que já conhece;
7. Obrigar o aluno a examinar ideias ou acontecimentos que normalmente são aceitos sem discussão pela sociedade;
8. Colocar o aluno e o educador numa posição de sucesso, fracasso ou crítica;
9. Obrigar o aluno a reconsiderar e revisar seus esforços iniciais;
10. Obrigar o aluno a aplicar e dominar regras significativas, normas ou disciplinas;
11. Oferecer ao aluno a possibilidade de planejá-la com outros, participar do seu desenvolvimento e comparar os resultados obtidos;
12. For relevante para os propósitos e interesses explícitos dos alunos (RATHS, 1973 apud COLL, 1996).

A Secretaria Municipal de Educação de Macaé, por intermédio da Subsecretaria de Ensino Fundamental entregou no fim de 2012 o documento intitulado “Caderno de Orientações Curriculares” (COC). Esse Documento, assim como o elaborado pela Rede Municipal de Niterói, enfatiza que tratou-se de uma construção coletiva envolvendo o corpo docente e orientadores da rede, aberto a ampliações e complementações e de maneira alguma está acabado. Portanto, fica garantido por esse documento que o professor está livre para sugerir inclusões tendo como objetivo adequar as suas intenções pedagógicas as diretrizes estabelecidas pelo COC. O documento lista conteúdos a serem desenvolvidos assim como as práticas que levam à aquisição de competências baseados em guias ou referenciais curriculares tais como o “Guia do Livro Didático 2012”, os “Parâmetros Curriculares Nacionais” (PCN) e a “Matriz de Referência de Matemática para o 5º ano e o 9º ano” constante no “Programa de Desenvolvimento da Educação” (PDE/PROVA BRASIL). Baseado nos referenciais citados, o COC é organizado em eixos temáticos: ***Espaço e Forma, Grandezas e Medidas, Números e Operações/Álgebra e Funções e Tratamento da Informação***. Tem a intenção de contemplar os conteúdos curriculares distribuindo-os ao longo de quatro anos numa perspectiva de ensino em espiral, aprofundando os níveis de abordagem respeitando a evolução cognitiva dos discentes. Ao longo

do documento, e em vários momentos, deixa transparente a preferência de uma estratégia de ensino/aprendizagem calcada na resolução de situações-problema haja vista que:

As atividades desenvolvidas proporcionam ao aluno o desenvolvimento de atitudes de investigação matemática através da resolução de *situações-problema* que os levem a *olhar, falar, tocar, ler e escrever em Matemática*, levando-os a melhor compreensão do mundo que os cerca e o ao pensamento com autonomia (COC, 2012).

O COC, diferentemente da “Referencial Curricular” da rede municipal de Niterói, não deixa evidente na sua prescrição sugestões metodológicas para o uso de tecnologias, apesar de ter citado o documento *Guia do Livro Didático 2012* onde consta a importância da utilização de novas tecnologias de computação e de informação como uma prática favorável a construção de um conjunto de competências mínimas. O COC propõe um *fazer* pedagógico diferenciado, em encontros de formação continuada, oportunizando aos docentes percorrer novos caminhos do processo de ensino/aprendizagem pelo paradigma do Laboratório de Educação Matemática (LEM). Nesse projeto, além do uso de material manipulável como estratégia de ensino aparece a primeira menção ao uso de computadores e tecnologias.

2.2 O uso das tecnologias como referência curricular

Hoje a tecnologia está tão inserida no cotidiano das pessoas que seria inconcebível retroagir e não poder usufruir dos seus benefícios. Podemos citar o acesso a caixas eletrônicos dos bancos sem o uso de cartão magnético através de leitura biométrica, a facilidade da identificação do eleitor na urna eleitoral também pela tecnologia da biometria, dispositivos de navegação veicular (GPS) usando a internet em tempo real para orientar os motoristas quanto a presença de engarrafamento nos diversos trajetos rodoviários. Outra invenção muito recente, como a impressora 3D, traz o realismo da tridimensionalidade com aplicações em diversas áreas do conhecimento como Medicina, Arquitetura, Engenharia e até na Educação. Na Medicina, cirurgias já podem ser realizadas com próteses utilizando essa tecnologia, assim como fraturas podem ser reduzidas a partir do uso do Cortex um exoesqueleto que funciona como o gesso, mas com a vantagem de ser muito mais leve, fino e ventilado (EXAME, 2018). Na educação, a lista para a aplicação da impressora 3D é extensa podendo ser usada para criar modelos topográficos de regiões, modelos de planetas e galáxias, células, reprodução de animais, sólidos geométricos, fractais etc.

Criar novas tecnologias exige pesquisa, necessita do esforço de profissionais nas diferentes áreas do conhecimento com competência e habilidade conquistada com estudo e dedicação. A formação das gerações futuras passam por instituições que devem incorporar nas suas diretrizes e bases essas concepções. Não há como negar que a escola enquanto

instituição inserida na sociedade exercendo o papel de formadora de indivíduos para que possam “exercer plenamente sua cidadania, participando dos processos de transformação e construção da realidade, deve estar aberta e incorporar novos hábitos, comportamentos, percepções e demandas ”(PCN, 1998), possa ficar a margem e ignorar tais mudanças.

No âmbito das redes municipais de Niterói e Macaé constatou-se após a análise de suas matrizes curriculares, que o uso da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) é recomendada de forma muito tímida para turmas do 8º ano ou é mencionada como uma possível forma de ação mediante a participação de cursos de formação continuada. Já os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) apresentam orientações pedagógicas bem consistentes, gerais e específicas destacando a importância dos recursos tecnológicos na sociedade contemporânea e na educação. Nesse documento, a TIC é definida como:

Recursos tecnológicos que permitem o trânsito de informações, que podem ser os diferentes meios de comunicação (jornalismo impresso, rádio e televisão), os livros, os computadores etc. Apenas uma parte diz respeito a meios eletrônicos, que surgiram no final do século XIX e que se tornaram publicamente reconhecidos no início do século XX, com as primeiras transmissões radiofônicas e de televisão, na década de 20. Os meios eletrônicos incluem as tecnologias mais tradicionais, como rádio, televisão, gravação de áudio e vídeo, além de sistemas multimídias, redes telemáticas, robótica e outros (PCN, 1998).

O termo robótica já aparece no final dessa citação como um dos meios eletrônicos que pode servir de recurso para inserção da tecnologia no processo de ensino/aprendizagem. O PCN reserva em suas páginas (142 - 146), espaço para discussão sobre as potencialidades desses meios eletrônicos dando ênfase para o uso do computador. Sendo um dispositivo a serviço da educação destaca que pode ser utilizado como ferramenta ou instrumento de mediação. Como ferramenta permite obter resultados rápidos e eficientes utilizando-se plotadores gráficos, já como instrumento mediador permite o desenvolvimento de atividades mentais ou troca de informações entre pessoas de diferentes lugares pela internet. O PCN alerta para o uso adequado do computador no que tange a oportunidade aos discentes de realização de tarefas, atividades ou trabalhos que realmente acarretem a transformação da informação em conhecimento. O fato da aula ser mediada pelo computador não significa necessariamente que se está fazendo bom uso dele, pois:

A incorporação de computadores no ensino não deve ser apenas a informatização dos processos de ensino já existentes, pois não se trata de aula com “efeitos especiais”. O computador permite criar ambientes de aprendizagem que fazem surgir novas formas de pensar e aprender (PCN, 1998).

A Robótica sendo um ramo da tecnologia que se ocupa de projetar e construir robôs repletos de componentes mecânicos, eletrônicos, elétricos, sistemas de controles e sensores ligados ao computador, necessita de profissionais que tenham domínio de conhecimento para atuar num mundo cada vez mais repletos de máquinas autônomas controladas por

algoritmos escritos em diferentes linguagens de programação. Quanto mais precoce e contínuo for o acesso dos alunos a essa tecnologia melhor será o seu desempenho ao longo da sua vida acadêmica. A Robótica na modalidade educacional é um excelente recurso pedagógico para iniciar os discentes nessa empreitada porque permite o estudo de linguagens de programação para automatizar protótipos para fazer análises, testes e investigações. Sobre o chamado IHC (interação homem-computador) tendo a linguagem de programação como meio de comunicação homem - máquina, o PCN (1998) recomenda que:

Por meio da linguagem de programação, o aluno pode refletir sobre o resultado de suas ações e aprender criando novas soluções. É o aluno que passa informações ao computador, e, para isso, ele deve utilizar conteúdos e estratégias para programar o que o computador deve executar. Na construção de um programa é possível ao aluno propor e coordenar uma variedade de conteúdos e formas lógicas (o grau de complexidade varia em função do domínio do usuário), propor questões, formular problemas, definir objetivos, antecipar possíveis respostas, levantar hipóteses, buscar informações, desenhar experimentos, testar pertinência e validar respostas obtidas. Permite realizar situações concretas, pela aplicação de conceitos da mecânica, eletrônica, robótica etc (PCN, 1998).

Ao proporcionar aos discentes acesso a tecnologia de ponta trazendo para a escola um fazer pedagógico inovador diminui-se a distância entre as características atuais dos estudantes, que anseiam por processos dinâmicos uma vez que nasceram na era digital, e a escola que ainda transmite o conhecimento de forma tradicional porque, segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica:

Essa distância necessita ser superada, mediante aproximação dos recursos tecnológicos de informação e comunicação, estimulando a criação de novos métodos didático-pedagógicos, para que tais recursos e métodos sejam inseridos no cotidiano escolar. Isto porque o conhecimento científico, nos tempos atuais, exige da escola o exercício da compreensão, valorização da ciência e da tecnologia desde a infância e ao longo de toda a vida, em busca da ampliação do domínio do conhecimento científico: uma das condições para o exercício da cidadania (MOLL, 2013).

Diante de todas as considerações, orientações e recomendações das diferentes matrizes curriculares acerca do uso das tecnologias e das bases teóricas e metodológicas da estruturação de um currículo, ainda não ficou explícito o “como ensinar”. A maneira como as atividades pedagógicas deverão ser conduzidas a ponto de fazer o melhor uso dessas tecnologias, sobretudo quando se usa um computador como um dos componentes mediadores do processo de aquisição e construção do conhecimento. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) será o documento norteador dos conteúdos envolvidos nessa dissertação enquanto a fundamentação metodológica será exposta a seguir.

2.3 A aprendizagem em espiral e o ciclo de ações em situações-problema

O argumento que justifica o uso da Robótica como objeto de aprendizagem está apoiado numa perspectiva de resolução de problemas, o que possibilita uma maneira de organizar o ensino abarcando mais que particularidades metodológicas, pois engloba toda uma conduta acerca do que é ensinar e, como decorrência, o que é aprender. Por esse motivo a escolha dessa proposta, objetivando estender o conceito de resolução de problemas como metodologia elementar ou conjunto de orientações didáticas.

A metodologia de resolução de problemas consiste na apresentação e no defrontamento do que é chamado de situação-problema. Pode-se conceituar *problema* como uma determinada questão ou assunto que requer uma solução, isto é, trata-se de situações que não são resolvidas de maneira claramente perceptível e que demandam a quem esteja resolvendo o problema, que utilize estruturalmente e organizadamente os seus conhecimentos em busca da solução. Nessa perspectiva metodológica considera-se como problema todo contexto, discurso ou situação que seja passível de problematização.

Enfrentar e resolver uma situação-problema não quer dizer apenas o entendimento do que é exigido, empregar técnicas ou maneiras adequadas na direção de encontrar a resposta exata, mas, sobretudo, ter uma postura investigativa diante do problema em aberto, do obstáculo a ser transposto e até mesmo da resposta encontrada. Para Laville; Dionne⁴ (1999), citada por Gasparello (2006):

Chegar a possíveis explicações ou soluções para um problema pode significar não apenas aquisição de novos conhecimentos, mas, também, favorecer uma determinada intervenção. Um problema é sempre uma falta de conhecimento (GASPARELLO, 2006).

De fato, sendo um problema uma falta de conhecimento e sendo o conhecimento uma consequência do processamento de informações que podem ser transmitidas aos alunos não somente pelo professor, mas também, com o avanço da tecnologia, acessadas por diversas mídias, incluindo a internet, é imprescindível considerar que toda essa gama de informações se transformem em efetivo conhecimento a ponto de gerar mudanças cognitivas. Portanto, deve-se pensar na melhor maneira de resolver um problema e de como obter e processar as informações para alcançar esse fim. Entende-se que a melhor maneira de resolver um problema possa ser a maneira que o aluno saiba resolver. Porém, não se trata aqui de simplesmente chegar ao produto do problema, que é sua resposta, mas dar condições para que o aprendiz possa pelo processo de resolução, adquirir capacidade de escolher a estratégia mais adequada. Um aluno que apenas observa a resolução de um problema

⁴ LAVILLE; DIONNE, A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Tradução: Heloisa Monteiro e Francisco Settineri. Porto Alegre: Artes Médicas Sul; Belo Horizonte: UFMG, 1999. 337 p.

a partir da explicação do professor sem experimentar todas as nuances que envolvem a solução de um problema como atitude, a pesquisa, investigação, teste de hipóteses, diálogos com os seus pares, manipulação de materiais, acesso a tecnologias, certamente terá a sua capacidade de interpretar o problema tolhida, agindo como um aplicador de fórmulas. O modo como o professor conduz uma aula pode influenciar sobremaneira a conduta do aluno. Nas palavras de Polya (1995):

Um professor de Matemática tem, assim, uma grande oportunidade. Se ele preenche o tempo que lhe é concebido a exercitar seus alunos em operações rotineiras, aniquila o interesse e tolhe o desenvolvimento intelectual dos estudantes, desperdiçando, dessa maneira, a sua oportunidade. Mas se ele desafia a curiosidade dos alunos, apresentando-lhes problemas compatíveis com os conhecimentos destes e auxiliando-os por meio de indagações estimulantes, poderá inculcar-lhes o gosto pelo raciocínio independente e proporcionar-lhes certos meios para alcançar este objetivo. (POLYA, 1995).

Logo, estando diante de uma situação-problema com pouca ou nenhuma preparação acerca de estratégias, o discente terá dificuldade em buscar a sua cognoscência, ou seja, a capacidade de conhecer e assimilar o saber.

Algumas estratégias podem ajudar tanto ao professor que é o transmissor da informação quanto ao aluno, ser pensante que deve processar a informação até o ponto em que o que foi transmitido seja de fato transformado em conhecimento através de sucessivas interações mentais. Na obra “A arte de resolver problemas: um novo aspecto do método matemático”, Polya (1995) lista uma sequência de ações que visam corroborar para que os alunos adquiram a capacidade de resolver problemas de forma autônoma. Dependendo do nível de conhecimento prévio do discente o professor assume um papel fundamental na mediação entre, o que se sabe e aquilo que precisa ser construído, sem jamais revelar de forma direta a resposta. Em síntese essas ações preconiza que:

1. O professor deve saber dosar aquilo que é tarefa do aluno e o que é de sua alçada realizar. Não pode ajudar nem demais e nem de menos, deve saber discernir adequadamente o momento em que a parcela do trabalho é de pura e exclusividade do aluno realizar;
2. O professor deve evitar ser repetitivo nas orientações aos alunos. Deve saber alternar as indagações e buscar abordagens diferentes sempre buscando provocar operações mentais nos discentes;
3. É de suma importância focar as indagações acerca de identificação de incógnitas, levantamento de dados, condicionantes, etc. Esses elementos são aplicações de cunho geral podendo ser aritmético, algébrico, geométrico, lógico ou computacional;

4. O bom senso deve prevalecer sempre que nenhuma pista for dada ao discente para iniciar a interpretação do problema. Naturalmente o aluno irá buscar situações-problema semelhantes que já tenha resolvido com êxito ou maneiras conhecidas que ao menos tem vínculo de afinidade;
5. A medida que o professor desencadeia uma sequência adequada de indagações fazendo com que o aluno pratique as generalizações e o bom senso poderá desenvolver, no discente, a capacidade de resolver novos problemas de forma independente porque experiências passadas agregam significado e valor para situações semelhantes.

O conjunto dessas ações, ainda segundo Polya (1995), pode ser agrupadas no que ele chamou de *as quatro fases de trabalho* cuja finalidade é nortear professor e aluno num diálogo contínuo cujo produto final seja a solução do problema, e cujas etapas desse processo contemplem:

- A. A compreensão do problema;
- B. O estabelecimento de um plano;
- C. A execução do plano;
- D. O retrospecto.

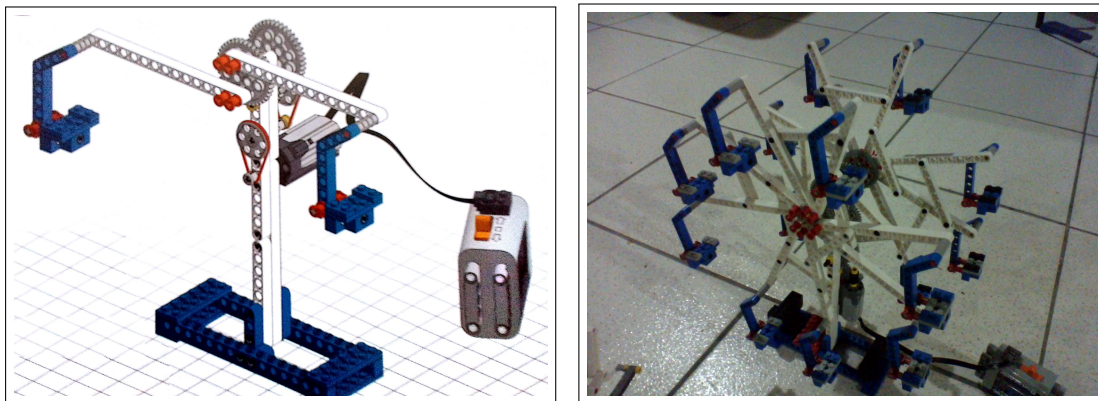
As quatro fases apresentadas como princípios norteadores na resolução de uma situação-problema guardam semelhanças ou afinidades com a metodologia LEGO[®] Education fundamentada nos estudos de Seymour Papert citado por Feitosa (2013) que visava em linhas gerais desenvolver nas crianças a capacidade de “fazer” e “pensar” tendo como elemento mediador um computador. Hoje, estudos de Valente (2005) apontam que somente a interação com o computador não garante o alcance de resultados satisfatórios, sendo necessário a interlocução do professor. Os quatro momentos desse paradigma de aprendizagem são:

1. Contextualização;
2. Construção;
3. Análise;
4. Continuação.

Na fase de contextualização acontece a ambientação, momento em que é apresentado aos alunos o propósito do trabalho e a temática, quais conhecimentos prévios são necessários e em que contexto será executada. Na fase de construção o discente exercita

operações mentais oriundas da manipulação de objetos concretos. A medida que constrói, interage simultaneamente com o professor e com os seus colegas ouvindo diferentes opiniões e ideias acerca do problema proposto. Na fase da análise os estudantes verificam se o artefato construído atende aos propósitos para o qual foi construído, estabelecendo conexões com os conhecimentos antigos e os novos oriundos da ratificação ou retificação de sua observação nos testes. O erro nesse processo não é encarado como algo negativo, muito pelo contrário, evidencia apenas que o projeto necessita de ajustes, antes da iniciação da etapa seguinte. Na fase de continuação, o professor pode solicitar que seja feita uma alteração no protótipo para atender a alguma nova condição. Por exemplo, na construção de uma roda gigante com quatro assentos pode-se apresentar um novo problema onde o número de acentos tenha que ser aumentado. A reconstrução do protótipo pode exigir do aluno a aplicação de novos conhecimentos, novas análises, contribuindo para um contínuo estado de motivação e aprendizagem cíclica. A Figura 6(a) mostra a proposta de construção da roda gigante com dois assentos, enquanto a Figura 6(b) apresenta a roda gigante modificada como tarefa de continuação. Constata-se que novos conhecimentos tiveram que ser empregados nessa fase devido as novas exigências estruturais do problema, como peso e massa.

Figura 6 - Fase de continuação da metodologia LEGO[©]Education



(a) A roda gigante, construção proposta com dois assentos.

(b) A roda gigante ampliada para 16 assentos.

Fonte: Figura (a): Revista LEGO ZOOM - 2010. Figura (b): O autor, 2018.

O ensino/aprendizagem via Robótica Educacional usando a tecnologia LEGO[©] Mindstorms[©] EV3 possibilita o uso do computador como um elemento de apoio ao raciocínio que pode complementar as metodologias de Polya (1995) e da própria LEGO[©] Education (FEITOSA, 2013). É perfeitamente natural que diante de uma situação-problema, seja de Matemática ou Robótica, o aluno busque conteúdos, estratégias e contextualizações para compreender e começar a traçar um plano de ação. As metodologias apresentadas anteriormente são genéricas e não há qualquer restrição para que não sejam

utilizadas simultaneamente, muito pelo contrário. É perfeitamente plausível que diante de um problema “matemático-constructivo”, um robô seguidor de linha, por exemplo, o discente tenha que combinar metodologias. A partir das concepções, pesquisas e estudos de Valente (2005) sobre o uso inteligente do computador, propõe-se uma maneira de incluir a ferramenta computacional como um importante auxiliador no processo de operações mentais.

Esse autor aponta que não faz sentido usar o computador como uma máquina de passar informações seja de modo textual, por jogos ou exercícios-e-prática. O que ocorre nesses casos é a simples mudança de ambiente, o que não favorece o desenvolvimento de competências e habilidades para a inserção dos estudantes no mundo atual, em constantes mudanças e transformações. O computador deve possibilitar a construção do conhecimento através da criação, manipulação e tratamento da informação, colocando o aluno como um sujeito ativo. Muitos softwares podem ser utilizados com essa finalidade, desde que haja a interação aluno-computador através do paradigma do ciclo de ações que trata-se de um processo contínuo e permanente de tratamento da informação objetivando aquisição e construção de conhecimentos realizando sucessivas tarefas. O ciclo de ações proposto por Valente (2005) considera quatro etapas bem definidas:

- **Descrição**

Etapa em que mediante a colocação de uma situação-problema o aluno deve descrever uma ideia usando uma linguagem de programação adequada a um propósito;

- **Execução**

Etapa em que o projeto de programação é executado exclusivamente da maneira que foi planejado. Diferentemente do que ocorre com a linguagem de programação Superlogo 3.0, onde o resultado aparece na tela do computador, na linguagem EV3 programming, salvo em raríssimas situações, a execução é transferida para um outro objeto de aprendizagem que pode ser um motor, sensor ou o próprio robô;

- **Reflexão**

Etapa em que o aluno verifica se o plano está correto. Ou seja, se o que foi solicitado via programação está condizente com a resposta dada pelo computador ou componente robótico;

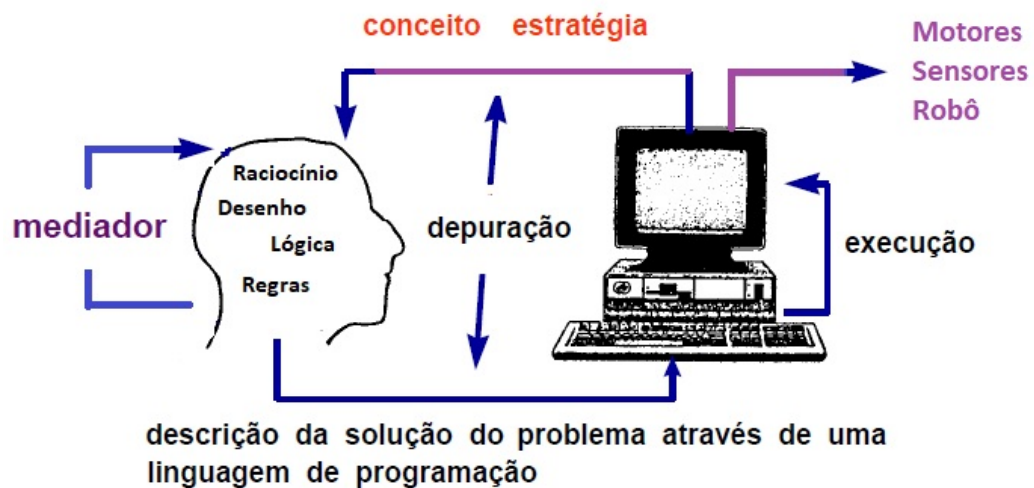
- **Depuração**

Etapa em que, caso tenha percebido procedimento estranho ao esperado, o aluno possa interferir realizando correções a nível de programação, estruturação mecânica, comunicação entre componentes ou aquisição de novos conhecimentos.

A Figura 7 mostra um diagrama que sintetiza as ações realizadas pelo aluno na interação com o computador e a Robótica. O professor, na função de agente da aprendizagem

Valente (2005), deve auxiliar o aprendiz durante a etapas do ciclo, seja no fornecimento de novas informações, troca de ideias, verificação de erros de sintaxe e semântica na programação, esclarecimento de conceitos, refinamento de estratégias, enfim, deve se comportar como um mediador nesse processo.

Figura 7 - Ciclo de ações adaptado com a inclusão de componentes robóticos



Fonte: A espiral de aprendizagem - José Armando Valente - 2005.

O ciclo de ações enquanto etapas explícitas de uma metodologia para o uso da tecnologia (computador - Robótica) para o ensino demonstra, através do diagrama, que tem começo, meio e fim. Ou seja, começa numa *descrição* e finaliza numa *depuração*. Porém, no processo de *depuração* o aluno pode precisar voltar ao computador para continuar seu raciocínio. Assim, de tempos em tempos, o aprendiz, numa interação cíclica, sempre volta ao espaço ambiente da *descrição*. Em suas palestras de apresentação do ciclo, Valente (2005), recebeu críticas sobre a comprovação do método. Estudiosos da Educação alegaram que não tem sentido que algo fechado num processo repetitivo possa gerar avanços na aquisição de conhecimento que são operações mentais crescentes. O ponto chave dessa questão é que no momento em que a *reflexão* possibilita uma *depuração* das informações obtidas na *execução*, originando um retorno ao ponto de partida do ciclo de ações, essa nova *descrição* não é exatamente igual a anterior, pois certamente carrega em si novos elementos oriundos de todas as análises colocando o aprendiz num patamar mais elevado na construção do conhecimento. Ocorre que o ciclo de ações é executado várias vezes, é o “ciclo do ciclo”, onde a cada interação com o computador e a análise do efeito que a programação gera no robô pode levar ao aluno a uma segunda intervenção, que por sua vez pode levar a uma terceira. Essa sequência cíclica crescente com incrementos de conhecimento e definida como “espiral crescente de conhecimento” ou espiral de aprendizagem (VALENTE, 2005).

A Tabela 1 procura sintetizar as ações teóricas e metodológicas que fundamentam esse trabalho. Diante de uma situação-problema da Robótica Educacional, em particular do desafio *Rescue Line* (Apêndice A), os alunos irão se deparar com inúmeras maneiras de solucionar o problema. Parte da solução pode ser exclusivamente de cunho matemático, ou pode ser apenas uma questão mecânica, estrutural de construção ou ainda um item de automação que tem mais a ver com estrutura de dados ou programação. Para cada ação há uma orientação mais adequada um *modus operandi* de pensar e agir.

Tabela 1 - As metodologias aplicáveis na resolução de situações-problemas

Robótica Educacional		
Matemática	Mecânica	Automação
Compreender o problema	Contextualizar	Descrever
Elaborar um plano	Construir	Executar
Executar o plano	Analisar	Refletir
Verificar os resultados	Continuar	Depurar

Fonte: O autor, 2018.

3 A PLATAFORMA LEGO[®] MINDSTORMS[®] EV3 PROGRAMMING E AS COMPETIÇÕES

Inteligência artificial é uma forma de conhecimento não natural, utilizando-se principalmente meios computacionais para sua produção. É uma área da ciência da computação e engenharia da computação que busca a produção de dispositivos e métodos computacionais que possibilita por meio de simulações serem produzidos conhecimentos a partir da solução de problemas por computadores. A solução de um problema resolvido pelo computador é armazenada numa base de dados, chamada enciclopédia, de forma que essa enciclopédia seja o conjunto de soluções encontradas, ou seja, o conjunto de conhecimentos armazenados que são, nesse caso, a “inteligência” daquele computador.

José A.N.G. Manzano

3.1 O bloco controlador EV3

Neste capítulo será abordado os principais elementos necessários para a construção e automação dos robôs: os componentes mecânicos utilizados para a movimentação e as peças sensoriais para a orientação no espaço. Discorre-se sobre aspectos relativos ao funcionamento de cada componente e de como tirar proveito do melhor uso deles. Na sequência, aborda-se a maneira como cada objeto supracitado pode ser controlado pelo computador através da construção de programas usando a linguagem de programação apropriada. Os tipos de conexões entre máquina e o bloco lógico, assim como as características que compõem todo o conjunto robótico necessários para os projetos de cada escola é aqui esmiuçado. Na Escola Municipal João Brazil, conforme visto no primeiro capítulo, um conhecimento limitado do que será exposto aqui foi utilizado devido as particularidades do projeto dessa instituição e pelo fato da não aquisição dos equipamentos necessários para a continuidade. Já em Macaé, a perspectiva da participação em competições científicas de Robótica, exige a exploração mais aprofundada dos materiais justificando o seu estudo.

Uma das características mais importantes que define um robô é que ele processa

comandos e gera movimentos. Os componentes eletrônicos de um computador quando inseridos na construção de robôs permitem o processamento dos algoritmos escritos gerando movimentos que são definidos nesses comandos. O tijolo EV3, ou controlador EV3, ou bloco EV3 ou simplesmente EV3, é um pequeno computador que controla os motores e sensores de um robô, permitindo que ele se mova por si só. Por exemplo, ao construir um robô podemos fazer com que ele se afaste automaticamente de um objeto em seu caminho acionando um sensor que informa ao bloco controlador que um objeto está próximo, o EV3 então aciona os motores para afastar o robô.

O robô é capaz de implementar essas ações devido ao uso de um programa que usa uma lista de ações executáveis, geralmente uma de cada vez. Convida-se os alunos, nos desafios adiante, a escrever os programas em um computador com o software de programação LEGO[®] Mindstorms[®] EV3. Depois de concluir a criação de um programa, envia-se os dados ao tijolo EV3 através de cabo USB, bluetooth ou wi-fi tornando o robô pronto para executar as tarefas que foi programado para realizar.

O tijolo EV3, mostrado na Figura 8, atua como o cérebro do robô. Da mesma maneira que o nosso cérebro diz ao nosso corpo o que fazer, o EV3 instrui um robô sobre como se deve comportar. A diferença entre o nosso cérebro e o bloco EV3 é que o nosso cérebro elabora as ações e comanda sua execução, enquanto o tijolo EV3 só interpreta os programas escritos. O bloco EV3 possui quatro portas de saída de dados, identificadas pelas letras A, B, C e D, localizadas na parte superior do equipamento, para conexão de motores grandes ou médios, Figura 9(a) e Figura 9(b), e quatro portas de conexão com sensores, Figuras 10(a), 10(b) e 10(c), para transferência dos algoritmos controladores desses dispositivos, localizados na parte inferior do equipamento (portas 1, 2, 3 e 4).

3.2 Os motores

Os motores do EV3 são máquinas, de característica eletromecânica, projetadas para realizar movimentos proporcionais a um comando, ou seja, recebem um sinal de controle que verifica a posição atual para controlar o seu movimento indo para a posição desejada com velocidade monitorada. Em outras palavras, o motor EV3 quando acionado eletricamente converte movimento curto em outro maior e mais intenso sempre controlado pela programação inserida no bloco.

Nas atividades propostas nesse trabalho, os alunos serão instruídos a programarem os motores EV3, mostrados nas Figuras 9(a) e 9(b), para executar os movimentos a fim de solucionar as situações-problema.

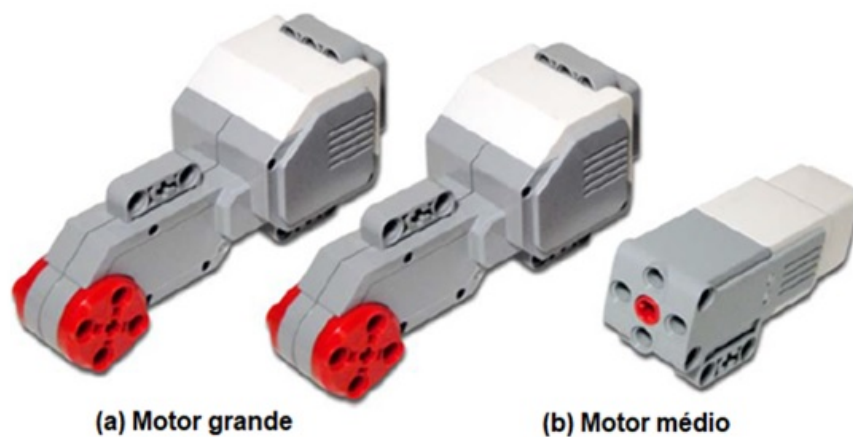
Conforme descrito antes, o tijolo EV3 é o cérebro do robô, e os motores são como músculos. Assim como os nossos músculos geram todos os nossos movimentos do corpo, analogamente os motores vão poder gerenciar todas as ações do robô como dirigir, andar,

Figura 8 - O controlador EV3



Fonte: LEGO[®] Mindstorms[®] Programming
EV3 - Eun Junk Park - 2014.

Figura 9 - Os motores grandes (a) e médio (b) do bloco EV3



Fonte: LEGO[®] Mindstorms[®] Programming EV3 - Eun Junk Park -
2014.

levantar, girar e assim por diante.

Como se vê na Figura 9(a) e Figura 9(b), os motores grandes e médios têm aparências e funções diferentes. O motor grande é maior do que o motor médio, e o tamanho de cada um representa a força do motor. Além disso, os dois motores movem em direções diferentes: o movimento do motor grande é paralelo com o corpo do motor, sendo por esse fato comumente usado para controlar rodas enquanto o movimento do motor médio é perpendicular ao corpo do motor, mais adequado a trações mais leves. Nada impede que as funções sejam trocadas, tudo vai depender do objetivo a ser alcançado pelo aluno definido no seu projeto do robô auxiliado pelas metodologias de “*compreensão*”, Polya (1995) “*contextualização*”, Feitosa (2013) ou “*descrição*” Valente (2005) do problema.

3.3 Os sensores

Sensores são componentes elétricos que funcionam como dispositivos de entrada que servem para medir um estímulo externo ao sistema em que ele estiver (o seu ambiente) (KARVINEN; TERO, 2014).

Nesse trabalho, conjuntamente com o EV3, usa-se um sensor de toque, um sensor de cor e um sensor ultrassônico para capturar informações ao redor do robô, para em seguida, fazê-lo tomar as decisões acertadas, além de torná-los interativos. Em outras palavras, o robô será capaz de decidir a sua ação com base nas entradas, captando as informações do seu entorno. Por exemplo, considere que o robô seja do tipo veículo com um sensor ultrassônico acoplado, certamente poderá detectar até que ponto um objeto está na sua frente. Com base nos dados do sensor, o robô poderá tocar um som quando ficar mais perto de um objeto, comumente chamado de obstáculo no linguajar dos praticantes de Robótica.

Figura 10 - Sensores do bloco EV3



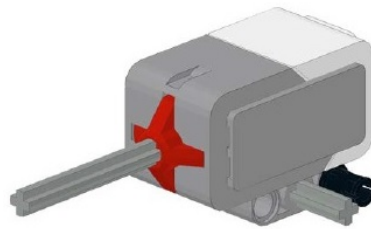
Fonte: Disponível em <<http://averof.xyz/assets/ev-ig-sensors.jpeg>>.

Acesso em 03 out. 2018.

3.3.1 Sensor de toque (a)

Como a maioria dos sensores EV3, o sensor de toque, Figura 11, pode ser anexado ao seu robô para evitar ou detectar objetos a sua frente. Esta funcionalidade poderá ser usada pelos alunos quando forem *descrever*, *executar*, *refletir* e *depurar* a manobra de desvio de um obstáculo como um dos problemas do desafio *Rescue Line* da Olimpíada Brasileira de Robótica ou do desafio - Resgate de Alto Risco - do Torneio Juvenil de Robótica. O sensor de toque opera em dois estágios lógicos, ou seja, apenas duas posições: ligado ou desligado. Assim, a saída de um sensor de toque é zero (para liberado) ou um (para pressionado). Embora seja simples pressionar o botão para ativá-lo, pode-se estender mecanicamente seu alcance inserindo um eixo no botão vermelho no sensor de toque, como mostrado na Figura 11, objetivando melhorias funcionais no projeto do robô. Foi essa a estratégia usada pelos alunos para distinguir o objeto-alvo do obstáculo na solução do desafio.

Figura 11 - Eixo estendido



Fonte: Learning LEGO[©]
Mindstorms[©] EV3 -
Gary Garber - 2015.

3.3.2 Sensor de cor (b)

O sensor de cor é um dispositivo capaz de detectar a cor de uma superfície quando essa está localizada a aproximadamente 1 cm (0,4 polegadas) do seu alcance numa posição perpendicular ao sensor (GARBER, 2015). Além da detecção de cor, este componente também é capaz de medir a luminosidade do ambiente e a intensidade da luz refletida, função essa muito usada na tarefa de fazer o robô seguir uma linha no chão, que veremos mais adiante. Para que a aferição seja a mais correta possível, recomenda-se posicionar o sensor a uma distância de cinco milímetros acima da superfície (GARBER, 2015).

A cor capturada pelo sensor é exibida como um número que varia de 0 a 7 conforme Tabela 2:

Tabela 2 - Cores associadas aos números na leitura do sensor no modo cor

Cores	Numeração
Ausência de cor	0
Preto	1
Azul	2
Verde	3
Amarelo	4
Vermelho	5
Branco	6
Marrom	7

Fonte: LEGO[®] Mindstorms[®] EV3 Discovery Book - Laurens Valk - 2014.

O sensor de cor usado no modo reflexão retorna valores numéricos limitados de 0 a 100, dependendo do posicionamento do sensor em relação a superfície. A leitura reflexiva de numeração 100 indica a presença de uma cor clara, provavelmente branca ou prata. Já um retorno reflexivo zero ou próximo disso indica que a cor é escura, possivelmente preta. A intensidade da luz refletida pode retornar valores inconsistentes caso o sensor esteja muito longe da superfície explorada, portanto, o brilho da reflexão deve ser tão grande quanto possível. Não discorre-se sobre o funcionamento da captura de luz ambiente pois este modo não será usado neste projeto.

3.3.3 Sensor ultrassônico (c)

O sensor ultrassônico é um dispositivo que emite ondas sonoras de alta frequência (acima da faixa da audição humana). O sensor mede o tempo que a onda sonora leva para alcançar um anteparo – objeto detectado - refletir e retornar ao ponto de origem.

Há uma distância mínima de posicionamento do sensor para que se possa detectar o objeto alvo. Distâncias muito próximas contribuem para que a leitura seja borrada ou embaçada, retornando valores errôneos e inconsistentes com as aferições pretendidas no experimento. Segundo Garber (2015) a distância mínima e máxima, do anteparo são, respectivamente, 3 cm e 250 cm. Por exemplo, ao colocar o seu sensor ultrassônico na frente do robô, podemos programá-lo para parar a uma certa distância de uma parede. Esse sensor pode ser essencial na detecção do obstáculo no planejamento do desvio que será visto posteriormente.

3.4 O ambiente de programação LEGO[®] Mindstorms[®] EV3 Programming

Para controlar o bloco EV3 e dar “vida” ao robô é necessário um software de programação especificamente projetado para o conjunto LEGO[®] MINDSTORMS[®] EV3 com seus sensores e motores, disponível gratuitamente em <https://www.lego.com/en-us/mindstorms/downloads/download-software>.

O software EV3 é um ambiente de programação baseado em ícones ou blocos de comandos. Uma analogia interessante abordando como se deve escrever as instruções para o robô com o software EV3 pode ser encontrada em Park (2014). Esse autor considera que a construção de uma sequência lógica de programação EV3 se assemelha à ação de projetar um trem.

Como é de conhecimento, um trem é um veículo que corre em uma direção nos trilhos, podendo ser longo ou curto, dependendo do que está carregando. Em alguns trens, existem vagões que carregam bagagens, tem vagões que transportam pessoas e tem vagões que carregam comida ou combustível. O que se quer dizer aqui é que cada bloco de programação (vagão) pode conter diferentes objetos funcionais cada um executando a função que foi destinada a fazer. O primeiro vagão é o componente principal responsável por puxar e fazer funcionar todo conjunto interligado a ele. Existem conjuntos de blocos que já contêm certos comandos, assim como vagões diferentes no trem carregam cargas diferentes.

A tarefa do aluno nesse ambiente de aprendizagem é unir em sequência lógica os blocos programáveis na interface LEGO[®] Mindstorms[®] EV3, da mesma forma que os vagões são interligados num trem tendo um deles como condutor. Deve-se também definir os comandos para cada bloco, o mesmo que escolher qual carga vai em que vagão de trem. A Figura 12 mostra a correspondência vagão/bloco de comando:

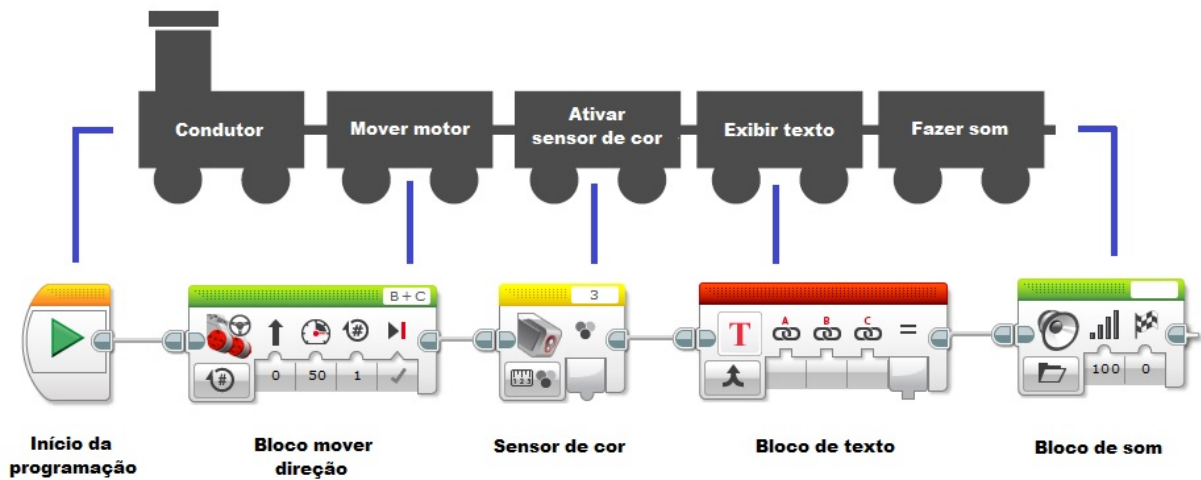
Os ícones ou blocos de programação do LEGO[®] MINDSTORMS[®] EV3 são organizados no software de acordo com suas funcionalidades. Nessa dissertação, utilizou-se com mais frequência os seletores de ação, controle de fluxo, sensores, operações de dados e meus blocos (procedimentos).

3.4.1 A paleta seletora de ação

A paleta de ação reúne todos os ícones que realizam um procedimento ou uma atividade visível no robô. O bloco *mover direção*, por exemplo, é responsável por conduzir o robô em suas manobras nos desafios de salvamento em linha que será objeto de estudo dos alunos. Com esse bloco programável pode-se controlar dois motores simultaneamente permitindo manobras de frente, ré e curvas.

De acordo com o seu projeto de programação, o aluno pode escolher, entre três

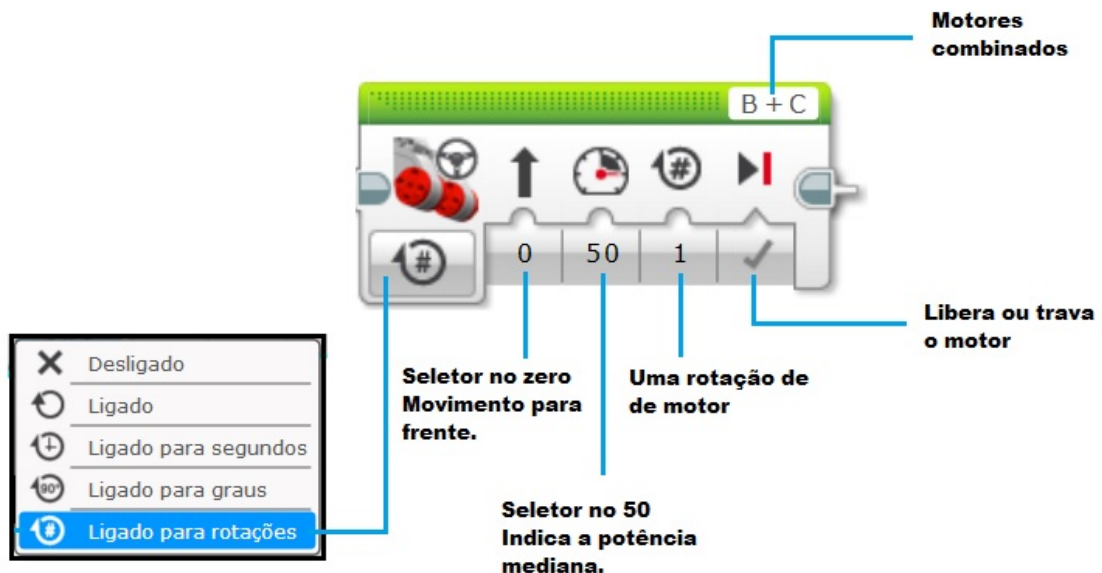
Figura 12 - Escrever um programa com o software EV3 é como projetar um trem



Fonte: Exploring LEGO® MINDSTORMS® EV3. - Eun Jung (EJ) Park - 2014.

modos de controle, aquele que melhor se adequa ao tipo de funcionalidade e eficácia que pretende-se alcançar. Os motores do robô podem ser controlados por rotações, graus ou tempo. Na figura 13, tem-se um bloco mover direção com suas configurações.

Figura 13 - Configuração das ações de um bloco mover direção



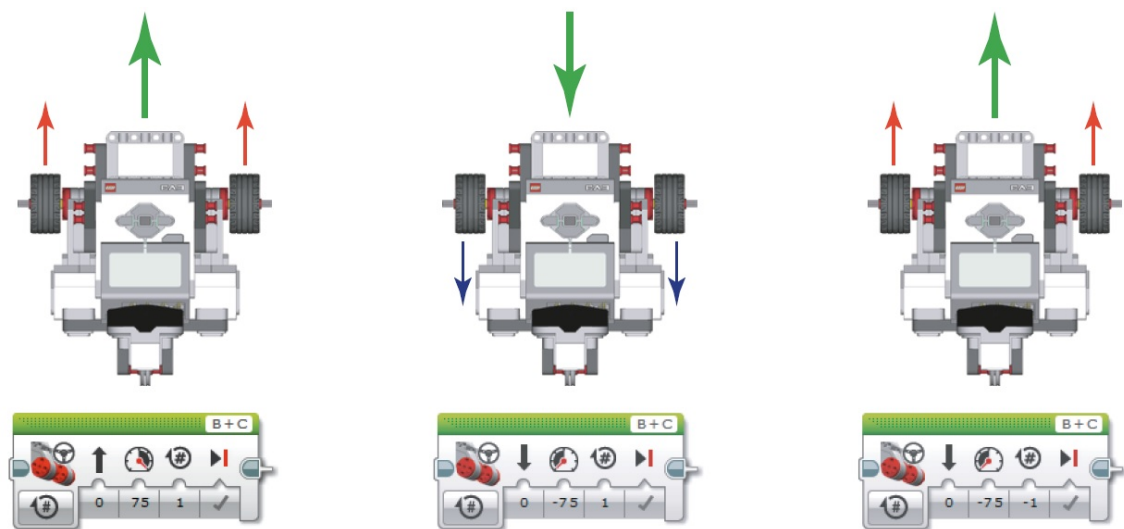
Fonte: O autor, 2018.

Além de explorar os conceitos de medidas no modo de seleção de movimento por tempo (segundos), ângulo (graus) e rotações (número de voltas), esse bloco permite de forma correlata trabalhar e dar sentido prático a operações com números relativos. Uma abordagem pontual desse tema se justifica porque verifica-se ainda erros cometidos pe-

los discentes que demonstram dificuldades no aprendizado de conceitos e operações com números negativos. A ausência de mecanismos que associem as operações com alguma situação concreta onde se possa evidenciar sua aplicação através de exemplos fáceis pode ser o motivo dessa dificuldade (CNEM, 2014).

Sendo assim, o bloco *mover direção* pode elucidar as dúvidas a respeito das regras de sinais, associando a observação do resultado das ações combinadas da potência do motor e do número de rotações utilizadas no movimento para estudar o produto de números inteiros e concluir os seus padrões, Figura 14. Inicialmente escolhe-se uma das direções para assumir um valor positivo (para frente) e a outra, negativo (para trás).

Figura 14 - O produto de números inteiros usando potência e rotações



Fonte: The LEGO® MINDSTORMS® Discovery Book - Laurens Valk - 2014.

Numa perspectiva de construção de conhecimento contrapondo-se a uma simples memorização por transmissão de informação o discente consegue no ambiente de aprendizagem da programação computacional e do experimento concreto dar significado ao conteúdo curricular ao colocar em prática o ciclo de ações. Como consequência, a tabela 3, das regras de sinais da multiplicação de números inteiros, que geralmente é transmitida pelo professor, pode ser elaborada pelo aluno como fruto de conjecturas que ele propôs.

De forma análoga, o discente pode *refletir* sobre o efeito mecânico que as mesmas operações realizadas acima repercutem no robô quanto a giros e curvas.

3.4.2 A paleta seletora de controle de fluxo

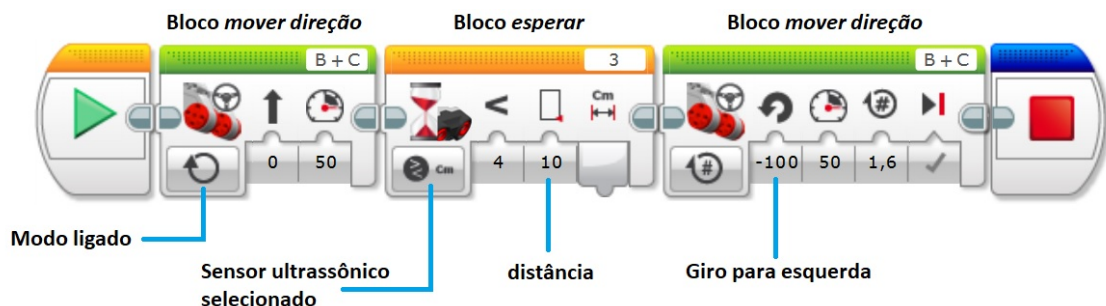
Aqui se encontram todos os blocos que permitem a aplicação de técnicas de programação para controlar as tomadas de decisão do robô, de acordo com a ordem e o fluxo

Tabela 3 - Regra de sinais em Robótica

Potência	Rotação	Sentido	Sinal
+75	+1	Para frente	+
+75	-1	Para trás	-
-75	+1	Para trás	-
-75	-1	Para frente	+

Fonte: O autor, 2018.

desejado no programa EV3. Pode-se iniciar ou pausar uma ação com o bloco *esperar ou aguardar*, repetir um conjunto de ações *loop ou ciclo*, comandos condicionais *switch* ou *comutação* e a criação de blocos próprios facilitando a repetição de rotinas (aproveitamento de códigos). A Figura 15 mostra o encadeamento de um bloco *esperar* com dois blocos de ação *mover direção*.

Figura 15 - Bloco *esperar* no modo sensor ultrassônico

Fonte: O autor, 2018.

Nessa sequência de programação temos dois blocos já conhecidos (*mover direção*) ligados num controle de fluxo do tipo *esperar*. Sua função é servir de condição de parada para o bloco que o antecede, no caso, um bloco de ação do tipo *mover direção* no modo ligado. Percebe-se que no bloco *esperar* o sensor ultrassônico foi selecionado e está associado a condição menor do que 10 *cm*. Em seguida, tem-se um outro bloco cuja função é fazer o robô girar 90° para a esquerda. Em testes empíricos os alunos constataram que 1,6 rotações em ambas as rodas em sentidos opostos, causam o efeito de um giro de 90° em torno do próprio eixo. Um estudo mais detalhado do movimento circular de um robô e sua relação com o conceito matemático de comprimento da circunferência será abordado mais à frente objetivando o desenvolvimento de um algoritmo para curvas.

Comumente os discentes ainda confundem o movimento de giro do motor (medido em graus) com o efeito de girar o robô, também em graus. Por exemplo, um giro da roda em 180° não causa o giro do robô em 180°. Sendo assim, pelo menos nos primeiros contatos

com a Robótica Educacional, para evitar esse raciocínio incorreto, usa-se o movimento de motor no modo rotação e propõe-se o cálculo da calibração de movimento circular em torno do próprio eixo, empiricamente. Define-se então por calibração de rodas o resultado do experimento de descobrir a relação entre o número de giros do motor e o ângulo de giro do robô. Analisando o comportamento do robô os alunos chegaram a conclusão de que 1,6 rotações correspondem a 90° com a seleção do modo de direção em potência 100. Na verdade, qualquer valor de potência que acarrete movimento no robô serve, exceto possivelmente valores abaixo de 10, que devido a fatores físicos - atrito, massa e centro de gravidade - podem influenciar na precisão da manobra. A potência em 100, além de evitar influências externas, garante a realização do movimento em menor tempo. Concluindo, a programação descrita na Figura 15 faz o robô mover-se para frente até encontrar um obstáculo parando a 10 *cm* desse. Em seguida, faz um giro de 90° para a esquerda e imobiliza-se, encerrando a tarefa.

No desafio *Rescue Line* onde o robô deve seguir um percurso orientado por uma linha preta no chão, piso ou arena, a certeza de que haverá um ou mais obstáculos durante o trajeto, obriga os alunos a pensarem numa forma de programar uma “inteligência” no robô, fazendo com que ele perceba esse obstáculo e desvie dele, tão logo o encontre. Essa situação-problema é um ótimo exemplo para mostrar um algoritmo de utilização dos outros componentes da paleta de controle de fluxo. A figura 16 ilustra a programação desse algoritmo.

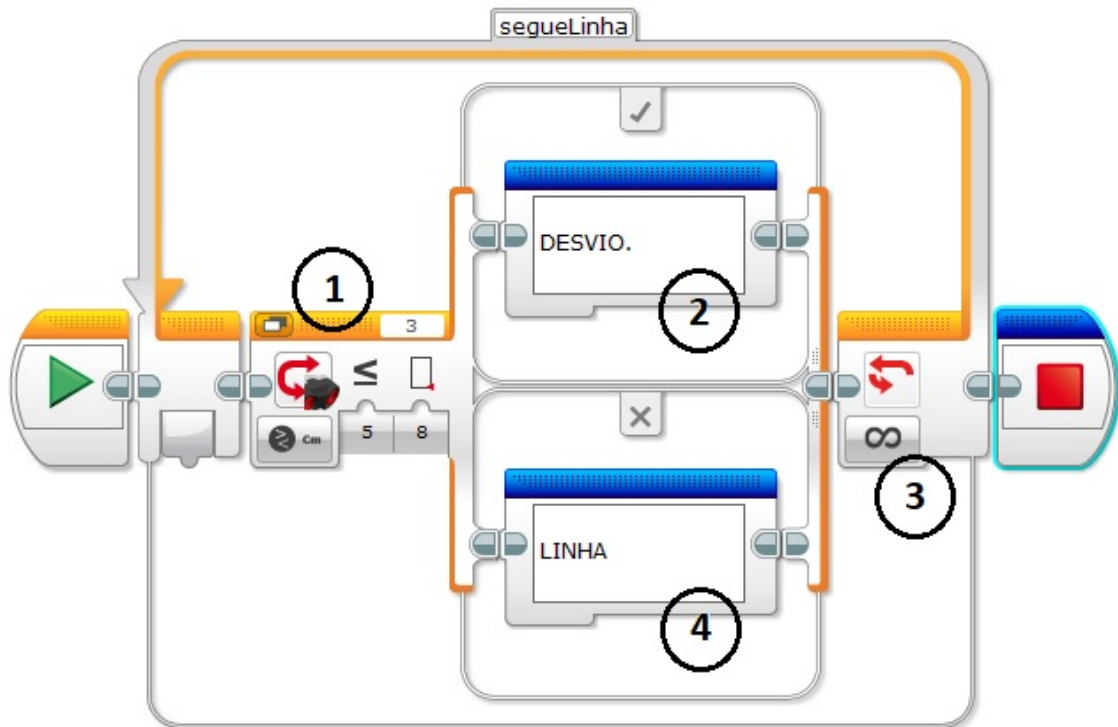
O controle de fluxo denominado *comutador* (1) funciona como um *if-then-else*⁵. Nesse caso a condição, conforme mostra a Figura 16, usa o sensor ultrassônico para comparar a distância do robô ao obstáculo (menor do que ou igual a 8). Caso essa condição seja satisfeita o fluxo do programa executa a programação *desvio* (2) do contrário executa a programação *linha* (4). Ambas as programações foram colocadas em bloco de comentário para futura implementação a cargo do aluno. Para que o robô permaneça em curso até encontrar o obstáculo, foi colocado encapsulando o *comutador* um bloco denominado *ciclo* (3) que tem a mesma funcionalidade que um *repeat...until* ou *while...do*⁶. Dessa maneira, o robô seguirá uma linha preta infinitamente e desviará de um obstáculo caso ele apareça.

Obviamente é de se esperar que em algum momento o robô pare de seguir a linha e passe a executar alguma outra tarefa relacionada com a missão para à qual foi designado

⁵ É, na Ciência da Computação, uma estrutura de desvio do fluxo de controle presente em linguagens de programação que realiza diferentes computações ou ações dependendo se a seleção (ou condição) é verdadeira ou falsa. Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Estrutura_de_seleção. Acesso em 07 janeiro 2019.

⁶ É, na Ciência da Computação, uma estrutura de repetição também conhecida como laço (loop) utilizada para executar, repetidamente, uma instrução ou bloco de instrução enquanto determinada condição estiver sendo satisfeita. Fonte: <https://tableless.com.br/java-estruturas-de-repeticao/>. Acesso em 07 janeiro 2019.

Figura 16 - Blocos de controle de fluxo: comutador (1), comentários (2 e 4) e ciclo (3)



Fonte: O autor, 2018.

a fazer. Nos desafios de resgate, uma vítima ou uma bomba deve ser resgatada, essa ação exigirá a troca da programação de seguir linha pela programação de resgate. Nesse caso o último componente da paleta de controle de fluxo deverá ser usado, o bloco “*interruptor de ciclo*”, Figura 17. Nesse exemplo, SL significa seguir linha, ou seja, quando esse bloco for executado ele irá interromper essa rotina.

Figura 17 - Interruptor de ciclo



Fonte: O autor, 2018.