



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I CAMPINA GRANDE-PB
CENTRO DE CIENCIAS E TECNOLOGIA - CCT
LICENCIATURA EM COMPUTAÇÃO**

FRANCISCO IONEITON DA SILVA

**Análise de kits de Robótica Educacional e
Elaboração de um kit Protótipo de Custo Acessível
Baseado na Plataforma Arduino.**

CAMPINA GRANDE – PB
2012

FRANCISCO IONEITON DA SILVA

**Análise de kits de Robótica Educacional e
Elaboração de um kit Protótipo de Custo Acessível
Baseado na Plataforma Arduino.**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Licenciatura em Computação da Universidade Estadual da Paraíba, em convênio com Escola de Serviço Público do Estado da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Licenciado em Computação.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Scherer

CAMPINA GRANDE – PB
2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL-UEPB

S676r Silva, Francisco Ioneiton da.
Análise de kits de Robótica Educacional e elaboração de um kit protótipo de custo acessível baseado na plataforma Arduino [manuscrito] / Francisco Ioneiton da Silva. – 2012.
33 f.: il. color.

Digitado
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Computação) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2012.

“Orientador: Prof. Dr. Daniel Scherer, Departamento de Computação”.

1.Robótica educacional. 2. Plataforma Arduino. 3.Tecnologia na educação.

I. Título.

21. ed. CDD 629.892

FRANCISCO IONEITON DA SILVA

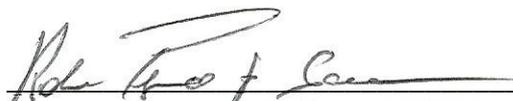
Análise de kits de Robótica Educacional e elaboração de um kit protótipo de custo acessível baseado na plataforma Arduino

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Licenciatura em Computação da Universidade Estadual da Paraíba, em convênio com Escola de Serviço Público do Estado da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Licenciado em Computação.

Aprovada em 12/12/2012.



Prof. Dr. Daniel Scherer / UEPB
Orientador



Prof. Dr. Robson Pequeno de Sousa / UEPB
Examinador



Prof. Dr. Misael Elias de Moraes / UEPB
Examinador

DEDICO

A minha mãe, Maria das Neves da Silva, por seus esforços e empenho para que essa conquista fosse possível.

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo milagre da vida, por tantas oportunidades dadas e pelas vitórias alcançadas ao longo de minha trajetória.

À minha mãe Maria da Neves, pela sua luta e entrega, e educação doada a seus filhos, tornando este momento possível.

Aos meus irmãos Lidiana Ligia, Geiziane de Fátima e Antônio Junio pelo apoio. Aos meus sobrinhos Wedja Nayane, Geovana dos Santos, Gabriel dos Santos, Samuel Batista (Cabeça), Sofia Beatriz e Sonaly Daires que embora não saibam, fizeram parte desta conquista.

A Candice de León minha namorada, companheira que sempre me apoia em momentos difíceis, está sempre a meu lado iluminando minha caminhada com sua alegria.

A meu orientador Dr. Daniel Scherer, pela parceria, companheirismo, paciência e confiança em meu trabalho.

Aos professores do Curso de Licenciatura em Computação da UEPB, em especial, Antônio Carlos, Eduardo Veloso, Robson Pequeno, Eanes Pereira, Paulo Eduardo e Silva e Edson Holanda, pela contribuição ao longo de minha graduação, por meio das disciplinas e principalmente pelos conselhos e amizade.

Aos meus colegas de turma Adonys Barreto, Brunno Marcel, Cristiano Guimaraes, Dielly Vianna, Fernanda Cordeiro, Giancarlo Bruno, Isaac Amorim, Rodrigo Andrade e Yury Ferreira, amigos que guardarei por toda a vida.

“Pouco conhecimento faz com que as pessoas se sintam orgulhosas. Muito conhecimento, que se sintam humildes. É assim que as espigas sem grãos erguem desdenhosamente a cabeça para o Céu, enquanto que as cheias as baixam para a terra, sua mãe”.

(Leonardo da Vinci)

RESUMO

Este trabalho apresenta uma discussão sobre materiais para o uso da robótica na educação, conhecidos como kits de robótica educacional, tais kits mostram-se como a alternativa mais viável para as escolas que desejem utilizar a tecnologia como uma ferramenta de auxílio a aprendizagem. Inúmeras são as vantagens da aplicação da robótica no âmbito educacional, com a robótica, os alunos são desafiados a construir soluções baseadas em conceitos apresentados em sala de aula, enquanto assimilam novos conhecimentos, como lógica de programação. Apesar das vantagens oferecidas pelos kits, estes materiais ainda não estão ao alcance de todas as instituições brasileiras, muito devido a seus custos. Portanto, este trabalho oferece sugestões de kits disponíveis, apontando suas características e observando, a sua adequação a os diferentes níveis de ensino, bem como traz o desenvolvimento de um kit educacional para a plataforma Arduino, visando fornecer uma alternativa de custo acessível para utilização desta plataforma com robótica educacional.

PALAVRAS-CHAVE: Robótica Educacional, Arduino, Robótica de Baixo Custo.

A B S T R A C T

This paper presents a discussion about materials for use robotics in education, known as educational robotics kits. These kits show up as the most viable alternative for schools wishing to use technology as a tool to aid learning. There are some advantages of the application of robotics in education, as students are challenged to build solutions based on concepts presented in the classroom while assimilating new knowledge (eg. as programming logic). Despite the advantages offered by the kits, these materials are not yet available to all Brazilian institutions, much due to their costs. Therefore, this paper offers suggestions kits available, pointing out their features and observing their suitability to different levels of education. The work also includes the development of an educational kit for the Arduino platform, aiming to provide an affordable alternative to the use of this platform with educational robotics.

KEYWORDS: Educational Robotics, Arduino, Low Cost Robotics.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	Resumo da composição dos kits analisados	26
TABELA 2 –	Sugestão de uso dos Kits de robótica para utilização educacional de acordo com os níveis escolares	28
TABELA 3 –	Valores de Luminosidade de um LDR	35
TABELA 4 –	Custos para montagem do kit protótipo	40

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 –	Clepsidra Grega, Robô de Leonardo e o Robô UNIMATE	14
FIGURA 2 –	Robôs baseados na “Síndrome de Frankenstein”, Robôs com influências de Isaac Asimov	16
FIGURA 3 –	A tartaruga amarela (Yellow Turtle) de Seymour Papert	18
FIGURA 4 –	Lego Mindstorms e o Bloco NXT	21
FIGURA 5 –	Arduino UNO	22
FIGURA 6 –	Kits Lynxmotion	23
FIGURA 7 –	Robokit e projetos desenvolvidos com o Robokit	24
FIGURA 8 –	Peças Modelix, Controlador Modelixino e o ModelixSystem	25
FIGURA 9 –	O Kit KDR 5000 Maxwell Bohr	26
FIGURA 10 –	Kits comercial Arduino disponível no mercado	29
FIGURA 11 –	Arduino Duemilanove, Rodas de borracha, terceira roda e mini protoboard .	30
FIGURA 12 –	Kit motores com caixa de redução	31
FIGURA 13 –	Esquema de uma ponte H	31
FIGURA 14 –	CI L293D, esquema de montagem da ponte H com os motores	32
FIGURA 15 –	Sensor Ultrassônico HC-SR04	33
FIGURA 16 –	Esquema de funcionamento do sensor HC-SR04	33
FIGURA 17 –	Equação para o calculo da distancia com sensor HC-SR04	33
FIGURA 18 –	Implementação do Calculo da distancia com sensor HC-SR04	34
FIGURA 19 –	Montagem do sensor em uma Protoboard , Sensor soldado em uma placa universal para fixação no chassi	36
FIGURA 20 –	Correção da trajetória do robô	36
FIGURA 21 –	kit montado	37
FIGURA 22 –	Circuito oval	38
FIGURA 23 –	Diagrama de Blocos	39

LISTA DE SIGLAS

DC	Direct Current
DIEB	Dicionário Interativo da Educação Brasileira
DSL	Domain Specific Language
IA	Inteligência Artificial
IDE	Integrated Development Environment
LDR	Light Dependent Resistor
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NQC	Not Quite C
PDP10	Programmed Data Processor Model 10
PDP11	Programmed Data Processor Model 11
RIA	Robotics Industries Assosiation
RUR	Robôs Universais de Rossum

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1.	O que é um Robô?	14
2.2.	Robôs na Ficção	15
2.3.	Robótica Educacional	16
3.	METODOLOGIA	18
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1.	Kits de Robótica Educacional	19
4.1.1.	LEGO Mindstorms	21
4.1.2.	Arduino	22
4.1.3.	Lynxmotion	23
4.1.4.	Robokit	23
4.1.5.	Modelix	24
4.1.6.	Maxwell Bohr	25
4.2.	Comparativo	26
4.3.	Protótipo de kit Educacional para a Plataforma Arduino	28
4.3.1.	Motores de Corrente Contínua	30
4.3.2.	Ponte H	31
4.3.3.	Sensor Ultrassônico HC- SR04	32
4.3.4.	Sensor de Luz	34
4.3.5.	Chassi	36
4.3.6.	Software	37
4.3.7.	Testes	38
4.3.8.	Custos para Montagem do Kit Protótipo	39
5.	CONCLUSÕES	40
6.	TRABALHOS FUTUROS	41
7.	REFERÊNCIAS	42

1. INTRODUÇÃO

A robótica é uma das áreas da tecnologia que mais se difunde e se destaca nos últimos anos, principalmente por estar inserida em diferentes setores da vida humana. Este segmento tecnológico deixou de figurar apenas em filmes de ficção científica, e suas aplicações estão cada vez mais próximas da sociedade, dentre estas podemos citar os robôs manipuladores indústria automobilística, robôs usados em tarefas domésticas, robôs enfermeiros como o Robô RX, desenvolvidos pela empresa norte americana McKesson (MCKESSON, 2012) até os robôs exploradores de Marte como o do programa Mars Exploration Rovers (MARSROVERS, 2012).

Outra notável aplicação da robótica está no campo educacional, onde segundo Siebra e Lino (2010), a robótica se apresenta como recurso que auxilia o processo de ensino/aprendizagem, possibilitando os alunos desenvolver raciocínio lógico através de práticas com os objetos criados por eles, Seymour Papert, um dos precursores da robótica educativa, ao criar a linguagem Logo, buscou com ela, proporcionar uma forma de ensino motivadora (SOLOMON e PAPERT 1976, apud SOARES e BORGES, 2011).

O uso da robótica, também proporciona uma melhor assimilação de temas mais complexos como os conceitos de física e matemática, além de estimular a criatividade e cooperação entre os alunos. Em ambientes escolares a robótica possibilita a busca por soluções por intermédio de conceitos computacionais, físicos e mecânicos como exposto por Telles (2010), além de envolver, “processos de elaboração, construção e reconstrução” COMPUTERTOYS , citado por Guedes e Kerber (2010).

A utilização da robótica pode focar-se, em montagem de dispositivos, programação e trabalhar conceitos ligados a matérias curriculares tais como física e matemática, que segundo Siebra e Lino (2010), proporciona o amadurecimento de tais conceitos, devido os alunos estarem pondo-os em pratica. Trabalhando a parte de programação, a robótica torna-se uma ferramenta poderosa na construção do raciocínio lógico dos alunos, para Castilho (2002) a programação de robôs é apoiada pela necessidade dos alunos em formalizar uma solução para um problema por ele diagnosticado. Esta vertente de uso da robótica é muito útil para introdução de conceitos computacionais como criação de algoritmos, segundo Lopes e Fagundes, citado por Filho e Gonçalves (2008) estudos comprovam que atividades de programação, depuração e design causam o enriquecimento dos esquemas significativos com novos esquemas de representação lógico-matemático.

A montagem de estruturas, permite vislumbrar de modo pratico, por parte dos alunos do impacto produzido por suas soluções ao meio que ela interage, as áreas de física e matemática são claramente privilegiadas com esta abordagem, visto que durante a montagem de uma estrutura funcional, tais conceitos são exigidos dos estudantes (SIEBRA e LINO, 2010), com isso a robótica age como facilitadora do processo, educativo promovendo a interdisciplinaridade na realização das atividades.

Para que a robótica seja trabalhada em ambientes educacionais é necessária à aquisição de Kits que podem ser encontrados no mercado. Existe uma grande variedade de Kits produzidos por diferentes empresas que podem ser usados para fins educacionais. Segundo Telles (2010), essas ferramentas ainda não estão ao alcance de algumas escolas, devido a seu custo elevado. Portanto, o presente trabalho objetiva-se em realizar levantamento bibliográfico acerca de seis kits de robótica existentes no mercado atual, analisando os recursos oferecidos, custo de aquisição, avaliar sua adequação aos diferentes níveis de ensino, além de propor um kit de custos acessíveis baseado na plataforma Arduino.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O interesse do homem em criar maquinas obedientes e incansáveis capazes de realizar as mais diversas atividade, advém de tempos mais remotos (Pires, 2002). Os primeiros registros do inicio da construção de mecanismos robóticos datam da Grécia antiga, em Alexandria uma serie de dispositivos de medição do tempo foram inventados, destaca-se dentre eles a *clepsidra* (Figura 1a) ou relógio de água (Brum, 2011).

Heron de Alexandria contemporâneo a Cristo também construíra dispositivos autômatos como a primeira maquina de vender bebidas onde ao colocar-se uma moeda e recebia-se um jato de água, outra de seus inventos consistia numa autômato que se movia para frente e para traz, por intermédio de engrenagens em um sistema movido a energia cinética de grãos de trigo colocados na parte superior do autômato, atribui-se também a seus inventos o primeiro motor a vapor documentado da história Azevedo et al (2010).

Leonardo da Vinci, também desenvolvera estudos que sugeriam a criação de mecanismos robóticos um deles seria a figura de um cavaleiro que se moveria automaticamente (Azevedo et al, 2010), este projeto (Figura 1b) estaria descrito em uma de suas obras o Codex Atlanticus alguns especialistas ao analisar tal documento na altura em que

faltam algumas paginas, deduziram que da Vinci preparava-se para desenvolver um mecanismo com aspecto humano que teria sido projetado entre 1495 e 1497, ficando conhecido como “O Robô de Leonardo” (Pires, 2002).

Em 1738 um androide que tocava flauta, é considerado o primeiro robô funcional da história, criado pelo Francês Jacques de Vaucanson, a ele também é atribuída a criação de um pato mecânico que se alimentava (Azevedo et al, 2010).

Nicola Tesla, e outro grande nome que vislumbrava a criação de maquinas que pudessem realizar trabalhos para os humanos, Tesla chegou a construir um barco que podia ser controlado remotamente, além de se mover para frente e para traz o barco também poderia submergir e emergir (Pires, 2002).

Em 1950 Joseph F. Engelberger, considerado pai da robótica constrói o Unimate (Figura 1c) o primeiro robô industrial, posteriormente, o Unimate seria adquirido pela General Motors entrando em atividade na linha de montagem de New Jersey em 1961.

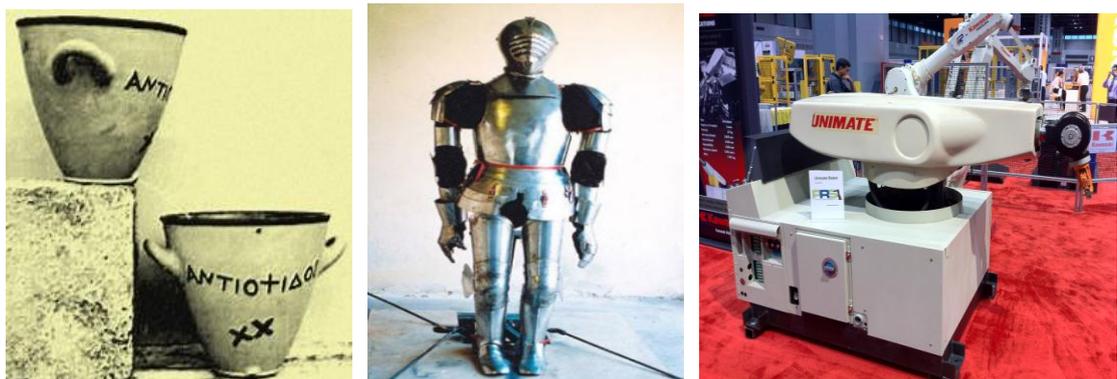


Figura 1: Clepsidra Grega (a)¹, o Robô de Leonardo (b)² e o Robô UNIMATE (c)³

2.1. O que é um Robô?

O termo Robô que deriva da palavra tcheca “Robotnik” (servo) que fora introduzido em 1921 pelo Tcheco Karel Capek, em uma peça chamada Robôs Universais de Rossum R.U.R. (Azevedo et al, 2010). De acordo com a R.I.A, Robotics Industries Assosiation, uma associação comercial Norte Americana fundada em 1973, os robôs são definidos como manipuladores reprogramáveis projetados para mover objetos (materiais, partes, ferramentas

¹ http://2.bp.blogspot.com/_eV4MF6IzTQ8/SWjbPG7LzZI/AAAAAAAAAAr4/jsrw96SMFU/s1600-h/clepsidra.jpg

² <http://www.leonardo-da-vinci-biography.com/da-vinci-robotic.html>

³ <http://blog.robotiq.com/bid/29054/Automate-2011-Robot-Roundup>

ou dispositivos especializados) por meio de movimentos variáveis programados para desempenhar uma variedade de tarefas (R.I.A, 2012).

Joseph F. Engelberger, expressa seu entendimento do que seria um robô na seguinte frase *“I can’t define a robot, but i know one when i see one”* (Eu não consigo definir um robô, mas conheço um quando o vejo) (Brum, 2011).

Ainda segundo Brum (2011), com a união de diversos tipos de dispositivos robóticos surge a Robótica, que como definida por Martins (2006) é ciência que estuda tais dispositivos robóticos e sua interação com o mundo real, com pouca ou nenhuma intervenção humana.

2.2. Robôs na Ficção

Histórias sobre mecanismos robóticos povoaram o imaginário do homem desde a antiguidade, na mitologia Grega, a historia do escultor Pigmalião da ilha de Chipre, mostra que ao esculpir uma estatua de uma mulher, Pigmalião acaba se apaixonando por sua criação, a deusa Afrodite, vendo então a paixão entre criador e criatura deu vida a estatua chamando-a de Galatéia (Azevedo et al, 2010). Outro mito grego conta a história de Vulcano ou Hefestos, onde ele cria servos de metal para trabalharem em sua oficina que ficava na boca de um vulcão.

Nem sempre os robôs eram bem vistos e bem retratados nos contos de ficção, fato que acabou criando uma impressão de que estes dispositivos um dia dominariam a humanidade. Esta afirmação nos remete ao romance de ficção científica Frankenstein, escrito em 1818 por Mary Shelley, esta obra narra a historia de um homem artificial, feito por um cientista suíço, porém a criação acaba se votando contra seu criador matando sua esposa e seu irmão (CALIF, 2004 apud ASIMOV, 2004 p.8). Outras obras enfatizam o caráter maléfico dos robôs, retratados como inimigos da humanidade, Calif (2004, apud ASIMOV, 2004 p.9) classifica esta ideia como *“síndrome de Frankenstein”* em alusão a obra de Mary Shelley podemos citar como exemplos desta vertente os robôs (Figura 2a), T-800 do filme O Exterminador do Futuro (*“Terminator”*) de James Cameron, os robôs Cylons da serie Battlestar Galactica, Ed-209 do filme Robocop as sentinelas da trilogia Matrix e o ABC Robot do filme The Judge Dreed.

Porém Isaac Isimov, contrariava esta visão e descrevia em seus contos, robôs que auxiliavam o homem em suas tarefas e o protegia os humanos algo que viesse a fazer mal a humanidade, Asimov lançou cerca de 500 publicações com temáticas que envolviam robôs

(AZEVEDO et al, 2010). Ele também descreveu em um pequeno conto intitulado Runarond de 1941, que faz parte da coleção Eu Robô (Asimov, 2004) as três leis da robótica, que dizem:

1ª Lei - Um Robô não pode ferir um humano, ou através de omissão permitir que um humano seja ferido.

2ª Lei – Um robô deve obedecer às ordens dadas por seres humanos exceto quando estas entram em conflito com a primeira lei.

3ª Lei – Um robô deve proteger sua existência desde que tal proteção não entre em conflito com a primeira e a segunda Lei.

A perspectiva de Asimov, de robôs obedientes e protetores, influenciou outras obras da ficção científica, diretores de series de televisão e de cinema como George Lucas aderiram as ideias de Asimov na criação de seus personagens robóticos (Figura 2b), como exemplo o robô B-9 da serie Perdidos no Espaço, os robôs R2D2 e C3PO da serie de filmes Star Wars, o robô Bishop do filme Aliens O Resgate dirigido por James Cameron (que também aborda a “*síndrome de Frankenstein*” em outros filmes como O Exterminador do Futuro), I.A de Steven Spielberg e Wall-e dos estúdios Disney.



Figura 2: Robôs baseados na “*Síndrome de Frankenstein*”(a), Robôs com influências de Isaac Asimov (b)

2.3. Robótica Educacional

A Robótica educacional também conhecida como robótica pedagógica, consiste na utilização de recursos computacionais e mecânicos, no processo de aquisição de conhecimento em ambientes educacionais (D’ABREU, 2002 apud PEREIRA, 2008 p.30). Segundo Miranda et al (2007), a robótica educacional caracteriza-se como uma atividade desafiadora, que por meio do esforço do educando, viabiliza a busca por soluções para os problemas propostos.

Seymour Papert, um matemático Estadunidense nascido na África do Sul, diretor do grupo Epistemologia e Aprendizado do Massachusetts Institute of Technology (MIT), segundo Brasão (2007), Papert iniciou os trabalhos com robótica e educação, no MIT no final da década de 1960, onde desenvolveu a linguagem de programação LOGO, ele também criou uma tartaruga robótica conhecida como “Yellow Turtle” (Figura 3), que tinha como objetivo expandir as capacidades da linguagem LOGO, esta tartaruga respondia a comandos de andar e girar e deixava um rastro de caneta por onde passava (PEREIRA, 2008).

O uso da linguagem LOGO, inicialmente se restringia às universidades e laboratórios devido à sua implementação ter se dado em computadores de grande porte como o PDP11 e o PDP10, fato que mudaria com a chegada dos microcomputadores nas décadas seguintes (CHELLA, 2002) recentemente em pesquisa divulgada pelo índice TIOBE (programming community index) apontou as 50 linguagens de programação mais utilizadas no mundo, a linguagem LOGO ocupa a 30ª posição frente a linguagens como ActionScript e Prolog (TIOBE, 2012).

Papert ainda seria responsável pelo projeto LEGO-LOGO, na década de 1980 que tinha como objetivo, inserir sensores, motores e engrenagens aos blocos encaixáveis da empresa LEGO (PEREIRA, 2008), esta iniciativa foi a base para os kits da linha de robótica educativa LEGO Mindstorms.

Kits educacionais, são usados para efetivar o trabalho com a robótica educacional, estas plataformas permitem a montagem e a programação de robôs em ambientes escolares. De acordo com o Dicionário Interativo da Educação Brasileira (DIEB, 2012), várias empresas produzem kits de robótica educacional, que incluem projetos e orientações para uso em sala de aula, segundo Brum (2011), estes kits têm a finalidade de facilitar e viabilizar o trabalho de construção e programação de robôs para um público iniciante, desta forma, os princípios levantados por Papert são evidenciados e tornam-se a base da robótica educacional, em relação à construção do conhecimento baseada na criação e montagem de dispositivos robóticos.

A Robótica educacional estimula a criatividade dos alunos por ser uma atividade dinâmica e interativa, além de servir como motivadora para o ensino tradicional (GOMES, 2007 apud GUEDES e KERBER, 2010) a robótica educacional também proporciona um aprendizado lúdico e motivador, sua utilização tem como objetivo principal o processo de elaboração e construção do pensamento do aluno, como debatido por Castilho (2002), o

produto final torna-se não tão importante, mas sim o caminho feito até o aluno alcançar um determinado fim.



Figura 3: A tartaruga amarela (Yellow Turtle) de Seymour Papert
Fonte: <http://logothings.wikispaces.com/home>

Outra característica inerente a robótica educacional é a interdisciplinaridade, onde vários conceitos ligados a diferentes áreas do conhecimento como física e matemática interagem com novos conceitos como programação e construção de algoritmos. É notório também, que a elaboração de sistemas robotizados incentiva a reflexão sobre as implicações que os projetos podem gerar em âmbito social, cultural, político e ambiental (DIEB, 2012).

3. METODOLOGIA

Realizou-se inicialmente um levantamento bibliográfico, acerca de robótica educacional e dos dispositivos utilizados por este segmento, após esta etapa, foram selecionados seis Kits de robótica educacional, e através de informações, disponibilizadas em web sites dos seus fabricantes e obtidas diretamente por comunicação via correio eletrônico, objetivou-se apontar possibilidades de implantação e adequação às necessidades pedagógicas de escolas que almejam inserir a robótica em suas atividades curriculares. A escolha dos kits se deu pela proposta educacional apresentada pelo fabricante, bem como alguns kits já serem utilizados por escolas.

Em um segundo momento, é abordada a criação de um protótipo de robô com custo acessível baseado na plataforma Arduino e componentes que podem ser facilmente encontrados em lojas de eletrônica ou aproveitados de material de sucata. Adotou-se a metodologia de prototipagem, por esta permitir que a partir de experiências com o produto em

desenvolvimento, se observe seu comportamento no contexto sugerido, diagnostique possíveis problemas e se formule soluções para versões posteriores.

As etapas do processo de desenvolvimento foram as seguintes:

- Definição das funcionalidades do robô;
- Escolha dos componentes e projeto do chassi;
- Aquisição dos componentes;
- Montagem do kit;
- Testes;

Para a programação do kit, utilizou-se a linguagem nativa do Arduino.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Kits de Robótica Educacional

Kits de robótica educativa são ferramentas que foram desenvolvidas com a finalidade de viabilizar o uso de tecnologias em favor da educação. Com este recurso é possível unir, conceitos tecnológicos como cibernética as matérias curriculares a fim de oferecer melhoria no processo ensino/aprendizagem.

Os kits educacionais disponíveis no mercado possuem componentes similares a de robôs de maior porte. Azevedo et al (2010) expõe que os robôs são compostos por peças como: controlador, sensor, atuador, engrenagens, eixos, manipuladores, fonte de energia, fiação e estrutura. Ainda segundo Azevedo et al (2010), para a programação de robôs, pode ser usada uma linguagem proprietária desenvolvida para o kit ou usar linguagens tradicionais como C. No que diz respeito às linguagens proprietárias, estas pode ser baseadas em gráficos e ícones ou podem ser baseadas em texto (AZEVEDO et al, 2010).

Além desses critérios, é necessário verificar a existência de materiais impressos que auxiliem o uso do produto, tais como: manual do usuário, documentação técnica e materiais de apoio pedagógico para suporte ao professor; que por sua vez são algumas das vantagens oriundas do uso de kits educacionais (MIRANDA e SUANNO, 2009).

Para uma melhor compreensão e de forma a estabelecer critérios para avaliar a adequação pedagógica de cada modelo, os componentes dos kits serão classificados nos seguintes conjuntos:

Peças de hardware:

- **Componentes estruturais:** São as partes que compõem a estrutura física dos kits, este conjunto engloba manipuladores (braços e garras), rodas, e bases de fixação para outras partes.
- **Componentes eletrônicos:** Possibilitam a adição de recursos de movimento (motores) e permitem a interação do robô com o meio (dispositivos de som, dispositivos visuais e sensores).
- **Unidade programável:** Os microcontroladores estão inseridos nesta categoria, esta é a parte central de um robô, que permite incorporar um programa a ser executado.

Software:

- **Linguagem de programação textual:** Este tipo de linguagem abrange tanto as línguas tradicionais (Delphi, Java ou C), como linguagens proprietárias, como a utilizada nos produtos Arduino (ARDUINO, 2012).
- **Linguagem de programação gráfica:** Linguagens cuja construção de programas, baseia-se em arrastar e soltar os ícones e outros elementos gráficos, como exemplo temos a interface do Lego Mindstorms (LEGO MINDSTORMS, 2012).

Material de Apoio:

- **Material de apoio pedagógico:** Material de apoio ao professor, tradicionalmente contendo exemplos de projetos que podem ser desenvolvido com cada kit.
- **Manual do Usuário:** Material tradicional que mostra a relação de peças disponíveis no Kit, bem como as instruções para instalação e manipulação do software.
- **Documentação técnica:** Material que abrange de dados técnicos, geralmente destinado a permitir a construção de componentes extras ou inserir implementações mais avançada como a criação de bibliotecas.

Os componentes listados anteriormente são à base da maioria dos kits disponíveis no mercado, estes materiais diferem entre si: no número e tipo de peças que acompanham o kit; se possui uma linguagem proprietária ou utiliza uma linguagem tradicional; o tipo de programação (visual ou textual); e o material de suporte que o acompanha. Segundo Miranda (2006) outro fator determinante na escolha de Kits é o custo visto que, modelos importados

possuem um custo elevado em relação à maioria dos kits nacionais. Por outro lado alguns kits brasileiros possuem certas limitações de hardware e software.

4.1.1. LEGO Mindstorms

O Lego Mindstorms (Figura 4a), são produtos que possuem componentes estruturais do tipo LEGO TECHNIC, sensores (cor, toque, ultrassom, entre outros) e três servo motores, além de cabos para conexões (LEGO MINDSTORMS, 2012), este kit traz como material de apoio, o guia do usuário com instruções para montagem de robôs, e uma introdução ao hardware e software (BRUM, 2011), um CD contendo o software para programação de robôs NXT (LEGO MINDSTORMS, 2012).

De acordo com (LEGO MINDSTORMS, 2012), o kit pode ser montado de quatro modos diferentes, mas isso não impede o aluno de construir suas próprias estruturas, e com controlador programável NXT 2,0 (fig. 4b), programar de seus robôs. As peças do Mindstorms são plásticas e encaixáveis, a interface de programação NXT é baseada em blocos visuais do tipo drag-and-drop (LEGO MINDSTORMS, 2012), O Mindstorms também possibilita a programação de modo textual por meio da linguagem NQC (Not Quit C). O que o torna um produto, que pode ser usado tanto para ensino de crianças, como no nível fundamental, e até mesmo no ensino técnico. Um dos fatores que podem dificultar a sua implementação é o seu custo, (Lego Mindstorms custa em torno de R\$ 1999,99 no mercado brasileiro). Lego Mindstorms é representada no Brasil pelo grupo M CASSAB (MCASSAB, 2012).



Figura 4: Lego Mindstorms (a), Bloco NXT (b).
Fonte: <http://mindstorms.lego.com/>

4.1.2. Arduíno

O Arduino é uma plataforma de hardware de código aberto, projetado para computação física (ARDUINO, 2012), é baseado em uma placa com entradas e saídas digitais e analógicas (FONSECA et al, 2010), que através de seu microcontrolador Atmega permite a criação de modelos independentes ou controlados por meio de um computador. De acordo com site oficial, o Arduino possui um ambiente de programação que utiliza uma linguagem própria baseada em Wiring, que se assemelha a C / C ++.

Está atualmente na versão UNO (Figura 5), o Arduino não possui peças estruturais, componentes eletrônicos ou material impresso, no entanto, o seu site contém informações técnicas sobre o seu funcionamento e também exemplos de programação, permitindo a integração de itens como motores de corrente contínua (DC), motores de passo e servo motores, o Arduino possui bibliotecas que facilitam a manipulação de boa parte destes componentes, como visto em (ARDUINO, 2012), a plataforma Arduino também é compatível com um conjunto de sensores, os quais também podem ser adquiridos separadamente. O Arduino é uma ferramenta muito poderosa, mas torna-se complexo para determinados contextos, tais como a educação básica, por exigir conhecimentos de eletrônica (FONSECA et al, 2010).

Uma grande vantagem do Arduino é a sua flexibilidade de utilização, que pode variar de protótipos simples a projetos de nível profissional (ARDUINO, 2012), o Arduino custa em média R\$ 75,00 um de seus representantes no Brasil citado em seu site é a Robocore (ROBOCORE, 2012).

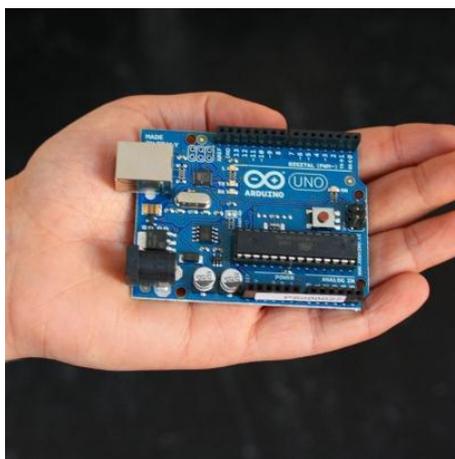


Figura 5: Arduino UNO
Fonte: <http://www.arduino.cc>

4.1.3. Lynxmotion

A Lynxmotion produz kits de robótica educacional desde 1995, com um catálogo variado onde todos os modelos possuem eletrônica pré-montada, como descrito pelo site da empresa (LYNXMOTION, 2012). Alguns modelos são controlados pela linguagem BASIC (LYNXMOTION, 2012).

A empresa fabrica seus kits com foco em escolas de ensino médio, nível superior e hobbyists (ALIATRON, 2012). Segundo Lynxmotion (2012), suas peças são construídos em alumínio anodizado, além disso, os kits não requerem parafusos para montagem, rebites e alguns fechos de nylon são usados.

A fim de reduzir o custo do kit, a empresa fornece o material de apoio apenas em modo online (LYNXMOTION, 2012). No Brasil, os produtos Lynxmotion (Figura 6) são distribuídos pela Anacom Eletrônica (ANANCON, 2012). Este Kit oferece uma grande facilidade para o trabalho pedagógico devido as sua peças estruturais serem fixas, as atividades centram-se no desenvolvimento de soluções com o uso do kit.

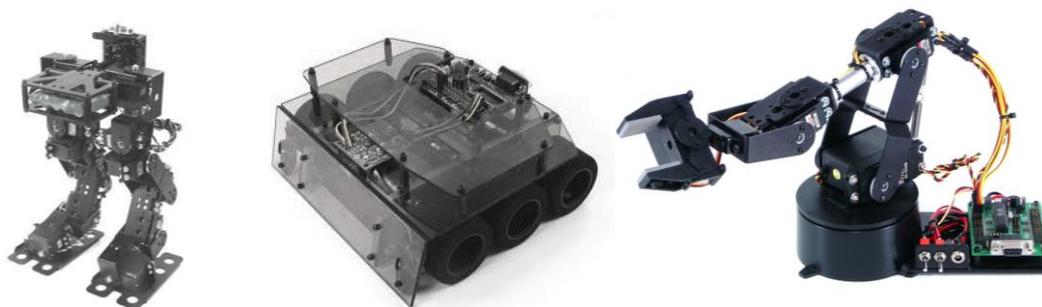


Figura 6: Kits Lynxmotion
Fonte: <http://www.lynxmotion.com>

4.1.4. Robokit

Kit com finalidade educacional criado pela ImPLY® em parceria com o curso de Licenciatura em Computação da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), conforme descrito no site da empresa ImPLY (2012). O kit foi desenvolvido para que escolas possam ter acesso à robótica educacional.

De acordo com o blog Robokit Online (2012), este produto é focado na educação básica, o Robokit (Figura 7a) possui um controlador independente, que não requer um computador para programá-lo, através deste controlador os alunos podem acionar motores, LEDs e som. De acordo com ImPLY (2012) o Robokit pode ser usado em projetos como a

representação de áreas urbanas (maquetes) em desenvolvimento de jogos e outros inventos (Figura 7b). É composto por quatro LEDs, dois motores contínuos (DC), um motor de passo e um sensor. O Robokit permite o uso de recursos de programação, tais como a criação de procedimentos e comandos de repetição através de um teclado colorido, o kit acompanha, um manual contendo um guia de atividades educativas a serem desenvolvidas. A venda do produto é feita através da empresa Imply.



Figura 7: Robokit (a), projetos desenvolvidos com o Robokit (b)
 Fonte: <http://www.imply.com.br/not2007/img-robokit/albumrobokit.htm>

4.1.5. Modelix

A Modelix é uma empresa do Grupo Leomar Equipamentos Náuticos, que desenvolve produtos para usuários individuais, bem como para instituições escolares (LEOMAR, 2012). Seus materiais de Robótica educativa são baseados em pequenas barras de metal que se conectam por meio de parafusos, o kit também acompanha engrenagens, polias, rodas, peças elétricas, motores e sensores. Além desses componentes, outras peças Modelix podem ser usadas para a expansão do kit (MODELIX, 2012). Segundo Modelix (2012) o seu controlador Modelixino 2.8 (Figura 8b) é de código aberto e pode ser programado através de uma interface de blocos visuais (Figura 8c).

Algumas escolas brasileiras já utilizam os produtos Modelix (Figura 8a), no site da empresa, é possível ter acesso a uma lista de escolas que adotam estes kits. Os produtos Modelix incluem o material de apoio para professores, contendo exemplos de aula, e apostilas para os alunos utilizarem o kit. No que se refere ao custo dos seus produtos, existe uma variação de acordo com o kit, por exemplo, o kit F 1.1 o investimento para os turmas de 1º ao 5º ano com 20 estudantes é de R\$ 8,980.00 (MODELIX, 2012) a aquisição pode ser feita pelo e-mail vendas@modelix.com.br.

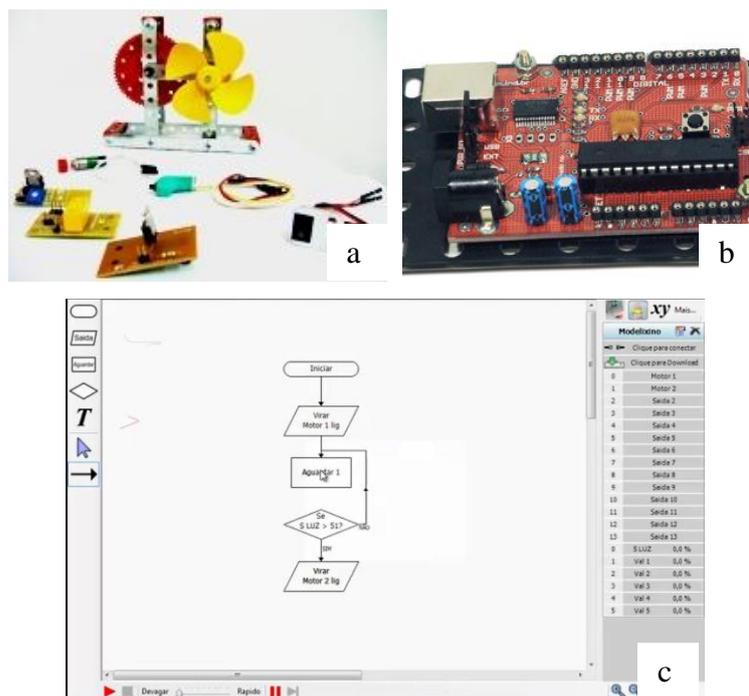


Figura 8: Peças Modelix (a), Controlador Modelixino (b) e o ModelixSystem (c).
Fonte: <http://www.leomar.com.br>

4.1.6. Maxwell Bohr

São produtos desenvolvidos para fins educacionais, os kits Maxwell Bohr não acompanham peças estruturais (MAXWELL BOHR, 2012). O kit KDR5000 traz módulos para interação com o meio ambiente, como sensores (temperatura, luz, toque, vibração, peso e distância), motores DC e motores de passo, display LCD, teclado, Buzzer (áudio), entre outros. O MEC1000 é outro produto desenvolvido para fins de didáticos, estes dispositivos podem ser utilizados para a prática de atividades que envolvem eletrônica, mecânica e programação, como pode ser visto no web site da Maxwell Bohr.

O KDR5000 (Figura 9), foi concebido para ser parte do material da escola, enquanto o MEC1000 é uma versão mais simples do KDR5000 que foi desenvolvida para compor o material do aluno. De acordo com o manual técnico dos kits, os produtos Maxwell Bohr utilizam uma biblioteca de controle que é responsável por enviar instruções para o Kit, os programas podem ser escritos nas linguagens Delphi, C ++, C # devido à biblioteca ter sido desenvolvida para essas linguagens. Seu material de apoio é composto por um livro e o manual do usuário, o seu manual técnico pode ser facilmente encontrado no site da empresa (MAXWELL BOHR, 2012). Com relação à aquisição, não há nenhum registro no site da empresa sobre seus fornecedores, ou a forma de adquirir os produtos Maxwell Bohr.

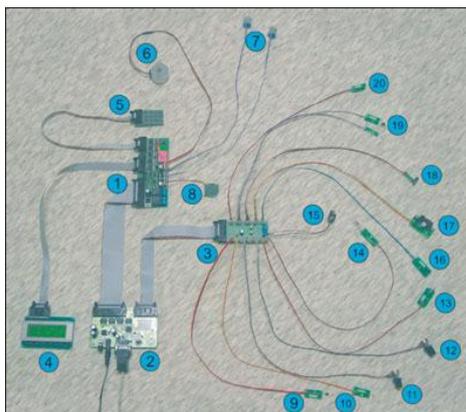


Figura 9: O Kit KDR 5000 Maxwell Bohr
Fonte: <http://www.maxwellbohr.com.br>

4.2. Comparativo

Esta seção traz uma síntese dos kits e seus componentes, apresentada na tabela 1. A seguinte notação será adotada para a demonstração dos dados, o caractere (X) é usado para expor o componente presente no kit, já o caractere (-), será utilizado para demonstrar que o componente não é parte do kit.

Tabela 1: Resumo da composição dos Kits analisados

		LEGO	Arduino	Lynxmotion	Robokit	Modelix	Maxwell Bohr
Hardware	Estrutura	X	-	X	-	X	-
	Eletrônica	X	-	X	X	X	X
	Programação	X	X	X	X	X	X
Software	Textual	X	X	X	-	-	X
	Gráfico	X	X	-	X	X	-
Material de Apoio	Manual do Usuário	X	X	X	X	X	X
	Documentação Técnica	X	X	X	-	-	X
	Material Pedagógico de apoio	-	-	-	X	X	-
	Custos	R\$ 1.999,99	R\$ 75,00	-	-	R\$ 8.980,00	-

Com base nas informações, dispostas na seção IV deste trabalho e nos critérios listados para a classificação dos kits podemos inferir que, os kits apresentados neste trabalho, apesar de terem sido concebidos para o uso da robótica educacional, atendem parcialmente as necessidades das escolas brasileiras. Onde, para se obter resultados com a robótica, é preciso que os kits além, incluir os componentes necessários para a montagem e programação de robôs, forneçam também o material de apoio para que tanto alunos como professores, tenham um melhor aproveitamento deste recurso.

Mediante essa discussão, verifica-se que os produtos Modelix, apresentam a melhor relação custo benefício dos kits analisadas, além disto, seu diferencial esta na proposta de uso pedagógico, como a elaborada para o kit F1.1 que atende a turmas de até 20 alunos do ensino fundamental, e trás conteúdo completo para um ano letivo do curso de Robótica (LEOMAR, 2012), o que justifica o investimento aparentemente alto.

O kit Lego Mindstorms, custa cerca de um quarto do kit Modelix, mas não oferece suporte ao mesmo número de alunos, que o F 1.1 da Modelix, e não tem um material pedagógico associado ao kit. No entanto, apesar do alto custo, os kits Lego apresentam boa qualidade, além de serem produtos muito versáteis, este kit pode ser utilizado no nível fundamental devido a suas peças serem facilmente acopláveis e plásticas e por ter uma interface de programação baseada em ícones, ideal para a introdução de conceitos de programação neste nível de ensino, mas também pode ser usado no ensino médio, por ser um kit que atende a projetos mais complexos.

O Robokit tem melhor adaptabilidade ao ensino fundamental, por ser um kit extremamente simples de ser programado, onde por meio de um teclado, com botões e figuras coloridos, os alunos criam e executam seus algoritmos, facilitando a compreensão da lógica de programação. Apesar de não possuir, componentes estruturais, o Robokit pode ser usado, por exemplo, em projetos como o desenvolvimento de jogos e criação de maquetes, assim como o kit Modelix, o Robokit possui material educativo para auxiliar o desenvolvimento das atividades em sala de aula.

Maxwell Bohr e Arduino são produtos de uso semelhante, ambas as interfaces de programação, utilizam uma linguagem textual. Arduino possui sua própria linguagem, enquanto o kit Maxwell Bohr usa a linguagens como Delphi, C e C #. O fato dos Kits Maxwell Bohr utilizarem essas linguagens torna o kit familiar a estudantes de níveis técnico e superior. No entanto, uso destes kits é mais complexo do que os kits Modelix, Lego Mindstorms e Robokit, devido, em alguns casos exigirem conhecimento de eletrônica,

ratificando uma melhor adaptação destes produtos para os níveis de ensino, médio, técnico e superior.

O Arduino é uma plataforma, e muito versátil, com ele pode-se trabalhar não apenas com robótica, mas também com questões de automação. Apesar de não fornecer material impresso, manuais, guias e tutoriais são facilmente encontrados na internet, no entanto, apenas com o Arduino não é possível desenvolver todas as possibilidades da robótica educacional, pois apenas a programação de dispositivos seria explorada, tornando necessária a aquisição de outros componentes (sensores, motores, chassis etc). Por outro lado, os kits Maxwell Bohr são compostos por um conjunto de componentes eletrônicos, eliminando a preocupação de encontrar componentes que sejam compatíveis com o kit.

Os produtos Lynxmotion, assim como Maxwell Bohr e Arduino, se adequam melhor aos níveis médio e técnico, apesar de não exigirem conhecimentos em eletrônica como Arduino, e por ter a estrutura dos kits fixa a programação que é feita em alguns modelos pela linguagem BASIC, torna estes produtos complexos no contexto do ensino fundamental.

Resumidamente, as sugestões propostas neste estão ilustradas a seguir.

Tabela 2: Sugestão de uso dos Kits de robótica para utilização educacional de acordo com os níveis escolares

Nível fundamental	Nível médio/técnico	Nível superior
LEGO	LEGO	LEGO
Modelix	Arduino	Arduino
Robokit	Maxwell Bohr	Lynxmotion
	Lynxmotion	

4.3. Protótipo de Kit Educacional para a Plataforma Arduino

A plataforma Arduino por não ter sido concebida exclusivamente para robótica educacional, não oferece oficialmente um kit desenvolvido para essa natureza, porém no mercado nacional, são comercializados kits para Arduino compostos por componentes eletrônicos e separados por níveis que vão do iniciante como o kit disponível no site da empresa Multilogica (Figura 10) (MULTILOGICA, 2012), até o nível avançado. Estes kits não permitem, desenvolver atividades com robótica em sala devido a complexidade, da exigência de conhecimentos em eletrônica básica, embora reduzidos em sua composição estes produtos podem chegar a custar até R\$ 199,99.

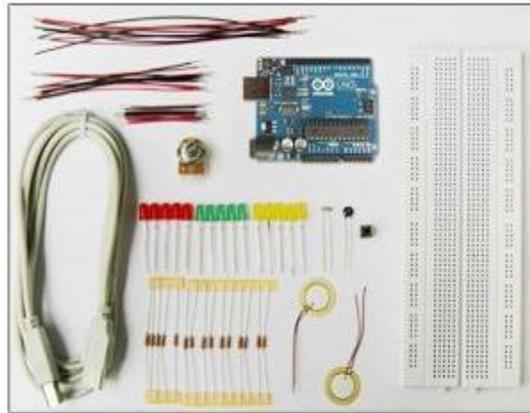
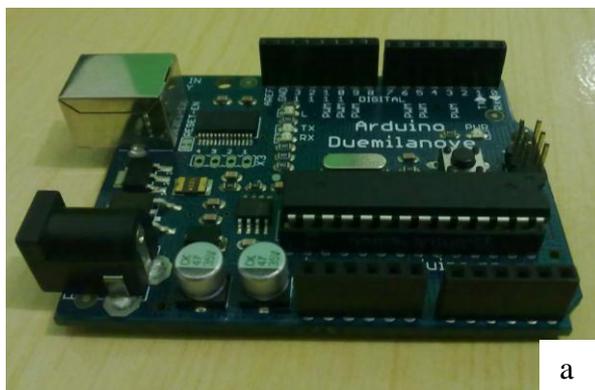


Figura 10: Kits comercial Arduino disponível no mercado
 Fonte: <http://www.multilogicashop.com>

Esta seção apresenta um protótipo de um kit educacional para a plataforma Arduino, com o objetivo de fornecer uma solução de custos acessíveis que possa ser utilizada em diversos níveis de ensino.

Optou-se pela plataforma Arduino pela sua robustez e versatilidade, além de ter uma gama de componentes que podem ser agregados facilmente à placa e ampliando suas capacidades. A versão da placa utilizada neste trabalho foi a Arduino Duemilanove (Figura 11a).

A construção do kit baseia-se em um robô móvel composto por duas rodas frontais de borracha extraídas de um brinquedo (Figura 11b), uma terceira roda traseira (roda “boba”) modelo ball caster da Pololu (Figura 11c) dois motores de corrente contínua com caixa de redução, que são controlados por meio de uma ponte H, um sensor ultrassônico modelo HC-SR04 e um sensor de luz que permite o robô seguir uma linha de cor escura em uma superfície clara, estes componentes foram conectados por meio de uma mini Protoboard (Figura 11d) fixada na frente do Chassi superior .



a



b

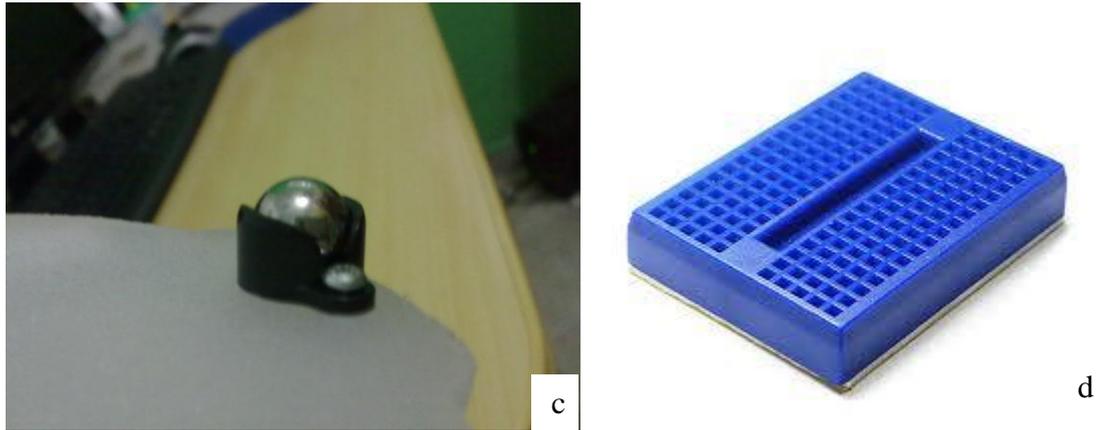


Figura 11: Arduino Duemilanove (a), Rodas de borracha (b), terceira roda (c) e mini protoboard (d).
 Fonte: Figuras (a, b e c) Autoria própria, figura mini protoboard <http://elec Freaks.com>

4.3.1. Motores de corrente contínua

Os motores adotados no projeto são motores do tipo DC ou motores de corrente contínua, que como sua nomenclatura sugere funcionam com fluxo de corrente elétrica contínua. Estes motores se baseiam em princípios como atração e repulsão de polos magnéticos, além de fluxo magnético e de indução de tensão elétrica⁴. Jones et al apud Gippo et al (2009) afirma que este tipo de motor é comum em robôs moveis, devido a alimentação destes robôs se darem por meio de baterias.

Motores do tipo DC, como descrito por Gippo et al (2009), giram a uma velocidade muito alta mas fornecem um torque baixo. Para inverter esta relação estes motores devem ser ligados a uma caixa de redução, que consiste em um conjunto de engrenagens combinadas a fim de aumentar o torque do motor e reduzir sua velocidade de giro. Alguns motores DC são vendidos com caixas de redução acopladas. Os motores escolhidos para este projeto foram os motores duplos da Tamiya (Figura 12) que possuem caixa de redução.

⁴ <http://nilsonmori.blogspot.com.br/2011/05/principio-basico-de-funcionamento-de-um.html>



Figura 12: Kit motores com caixa de redução
Fonte: Aatoria Própria

Este conjunto de motores, dependendo de sua montagem pode operar de forma conjunta ou separadamente, cada um dos motores opera com uma tensão de 3 volts e sua corrente pode variar de 150mA a 2100mA (ROBOCORE, 2012).

4.3.2. Ponte H

Para o acionamento e controle dos motores DC a partir de sinais gerados por um microcontrolador, utiliza-se um circuito conhecido como ponte H (Figura 13) para controlar o sentido da corrente que passa pelos motores, invertendo-se a corrente inverte-se com isso o sentido da rotação dos motores, este controle é feito por meio de quatro chaves, posicionadas ao lado do motor, esta configuração lembra o formato da letra H daí então o nome do circuito (GIPPO et al, 2009).

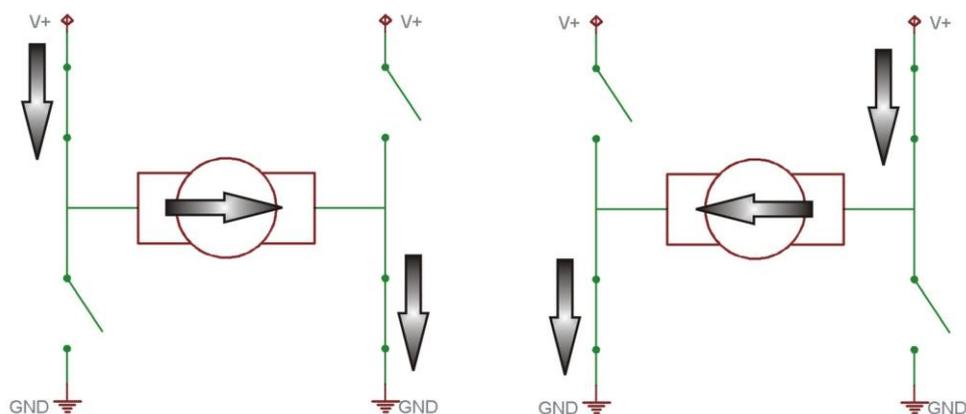


Figura 13: Esquema de uma ponte H
Fonte: (PATSKO, 2006 apud GIPPO et al, 2009).

A ponte H também atua como circuito protetor para o microcontrolador, visto que as portas digitais do Arduino fornecem até 40 mA (ARDUNO, 2012), enquanto motores DC consomem valores superiores a este. Os motores adotados neste projeto chegam a consumir 2100 mA, se ligado direto a uma porta digital do Arduino um motor DC pode danificar a placa (MCROBERTS, 2011), para solucionar este impasse necessita-se adicionar alimentação externa para os motores, fornecida por meio de uma bateria de 9 volts.

A ponte H pode ser construída utilizando-se chaves, reles ou transistores (MAXWELL BOHR, 2012), porém a fim de simplificar a montagem do circuito, da ponte H utilizamos neste projeto, o CI L293D (Figura, 14a), este CI atua como uma ponte H dupla, os CI's controladores de motores como o L293D utilizam no lugar de chaves, transistores para inverter o sentido da corrente (MCROBERTS, 2011) o esquema da montagem dos motores utilizando o CI L293D encontra-se na figura 14 (b) e (c).

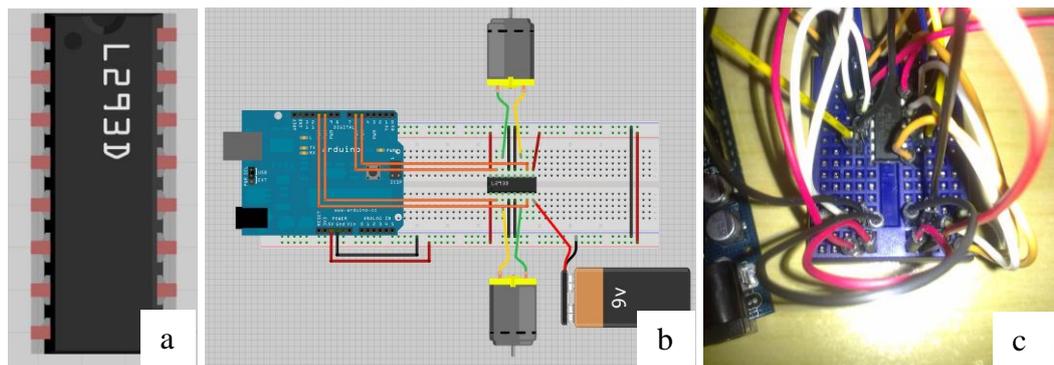


Figura 14: CI L293D (a), esquema de montagem da ponte H com os motores (b), (c).
Fonte: Autoria própria

4.3.3. Sensor Ultrassônico HC-SR04

O sensor ultrassônico modelo HC-SR04 (Figura, 15), permite a detecção de objetos a distancia mínima de 2 cm e máxima de até 4 metros, com precisão de até 3mm (SATATIS TRONICS, 2012).



Figura 15: Sensor Ultrassónico HC-SR04
Fonte: Autoria própria.

O HC-SR04 possui 4 (quatro) pinos, Ground (Terra), VCC (5 volts), Trigger e Echo, a detecção de objetos se dá por meio do envio de um sinal ultrassônico que é refletido no objeto e retorna ao sensor, este sinal quando captado, permite calcular a distancia até o objeto, observando-se o tempo de ida e volta do sinal (FRISTEC, 2012) como demonstrado na figura 16.

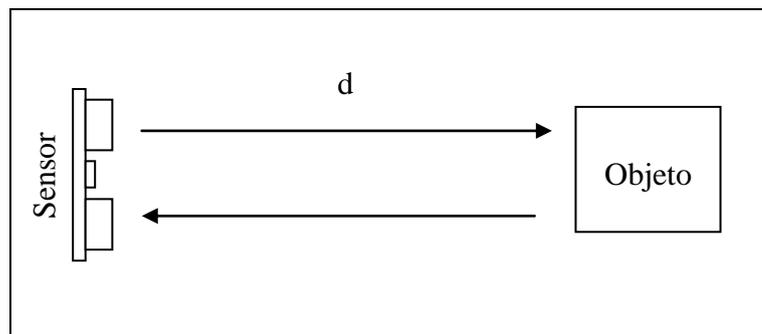


Figura 16: Esquema de funcionamento do sensor HC-SR04
Fonte: Adaptado de Fristec (2012)

A distancia é calculada levando-se em conta a velocidade do sinal ultrassônico que é de aproximadamente 340 m/s no ar (SATATIS TRONICS, 2012). Quando o sinal emitido encontra o objeto temos então a distância (d) para este objeto, porém a medição só é feita quando o sinal retorna ao sensor, sendo assim duas vezes a distancia ($2d$), que corresponde ao tempo de ida e volta do sinal ao sensor (FRISTEC, 2012). Desta forma o calculo da distancia obedece a seguinte equação (Figura 17).

$$Velocidade = \frac{Distância}{Tempo} \rightarrow v = \frac{2d}{t} \rightarrow d = \frac{v \cdot t}{2}$$

Figura 17: Equação para o calculo da distancia com sensor HC-SR04
Fonte: <http://fristec.blogspot.com.br/2011/01/14-aplicacao-sensor-de-distancia-hc.html>

O sensor possui uma biblioteca desenvolvida para o Arduino com a finalidade de facilitar a sua utilização, porém o ambiente de programação do Arduino apresentou problemas com a biblioteca do sensor, sendo assim os cálculos para obtenção da distancia para objetos foram implementados sem o auxilio deste recurso.

Com base na documentação técnica⁵ do sensor, observou-se que para se realizar a leitura de uma determinada distancia, o pino Trigger deve ser posto em nível alto (receber 5 volts) por 10 milissegundos, e colocado em nível baixo (0 volts) logo em seguida, com isso, 8 pulsos de 40kHz são emitidos, quando o sinal é retornado o pino Echo gera um sinal de nível alto (5 volts) proporcional a distancia do sensor em relação ao objeto. Podendo-se então, utilizar o tempo que o pino Echo permaneceu em nível alto e fazer uso da equação da figura 17, onde a Distancia seria igual à Velocidade do sinal ultrassónico (340 m/s) multiplicado pelo tempo que o pino Echo esteve em nível alto dividido por dois (2) que representa a distancia de ida e volta do sinal ao sensor.

Os trechos de código relativos à implementação do calculo da distancia encontram-se na figura 18.

```

void loop() {
  // Envia um sinal de 10ms ao sensor
  digitalWrite(triggerPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(triggerPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(triggerPin, LOW);

  /* O sensor calcula o tempo gasto entre
  *o envio e o recebimento
  */ do sinal e retorna um pulso com esta duração
  long duration = pulseIn(echoPin, HIGH);

  // Converte o tempo para distancia em centimetros
  float cm = microsecondsToCentimeters(duration);

  float microsecondsToCentimeters(long microseconds) {
    // Converte o tempo de microssegundos para segundos
    float seconds = (float) microseconds / 1000000.0;
    // Com a velocidade do som de 340m/s calcula-se a
    // distancia percorrida
    float distance = seconds * 340;
    // Divide o resultado por dois pois o tempo é calculado
    // considerando a ida e a volta do sinal
    distance = distance / 2;
    // Converte o resultado em metros para centimetros
    distance = distance * 100;

    return distance;
  }
}

```

Figura 18: Implementação do Calculo da distancia com sensor HC-SR04

Fonte: Adaptado de <http://kduino.blogspot.com.br/2010/12/utilizando-o-sensor-ultrasonico-hc-sr04.html>

A função deste sensor, é detectar possíveis obstáculos no ambiente, baseado nos dados obtidos com o HC-SR04, o robô deve tomar decisões em relação a sua trajetória, baseadas na existência ou não de obstáculos a distancias menores que 4 cm durante o percurso.

4.3.4. Sensor de Luz

Sensores de luz são utilizados em vários projetos na robótica, em especial este tipo de sensor é muito útil para construção de robôs seguidores de linha, um desafio clássico da

⁵ <http://www.satistronics.com/myfiles/file/Module/About%20UltrasonicModule.pdf>

robótica que consiste em, completar um circuito seguindo uma linha preta em um fundo branco ou vice versa (SIEBRA; LINO, 2010).

Para este protótipo optou-se pela construção de um sensor de luz, utilizando componentes eletrônicos simples como: LED's, Resistores e LDR's.

O componente chave deste sensor é o LDR (Light Dependent Resistor), resistor dependente de luz ou fotoresistor, o LDR possui dois terminais, e cada um desses terminais se conecta com um eletrodo, entre os eletrodos e um material escuro que forma uma linha sinuosa está o fotocondutor (MCROBERTS, 2011, p. 117). Quando a luz atinge o fotocondutor, o LDR perde sua resistência com isso mais corrente fluirá entre os eletrodos (MECROBERTS, 2011, p. 117), utilizando as portas analógicas do Arduino para obter o valor oriundo de um LDR, teremos um valor entre 0 (zero) e 1024 proporcional a luz que incide no LDR. A partir destas premissas e de acordo com dados de Arduino By Myself (2012), podemos determinar valores de luminosidade preestabelecidos, apresentados na tabela 2.

Tabela 3: Valores de Luminosidade de um LDR

Intervalo	Grau de Luminosidade
0 - 9	Escuro
10 - 199	Penumbra
200 - 499	Iluminado
500 - 799	Brilhante
800 - 1023	Muito Brilhante

Fonte: Adaptado de: <http://arduinoymyself.blogspot.com.br/2012/03/sensoreamento-de-luz-com-ldr-parte-2.html>

Para a montagem do sensor, os LED's foram posicionados atrás dos LDR's (Figura, 19a) de maneira que, a luz do LED ao ser refletida em uma superfície branca, e captada por um LDR, permita a passagem de corrente entre os eletrodos, quando o LED incide sobre a linha escura, sua luz não é refletida totalmente, e o LDR passa a capturar menos luminosidade criando com isso mais resistência a passagem da corrente elétrica. Após alguns testes os componentes foram soldados em uma placa universal (Figura, 19b) para fixação no chassi do robô, utilizou-se na construção deste sensor dois LED's de auto brilho, dois LDR's, dois resistores de 100 ohms para os LED's e dois resistores de 620 ohms para os LDR's.

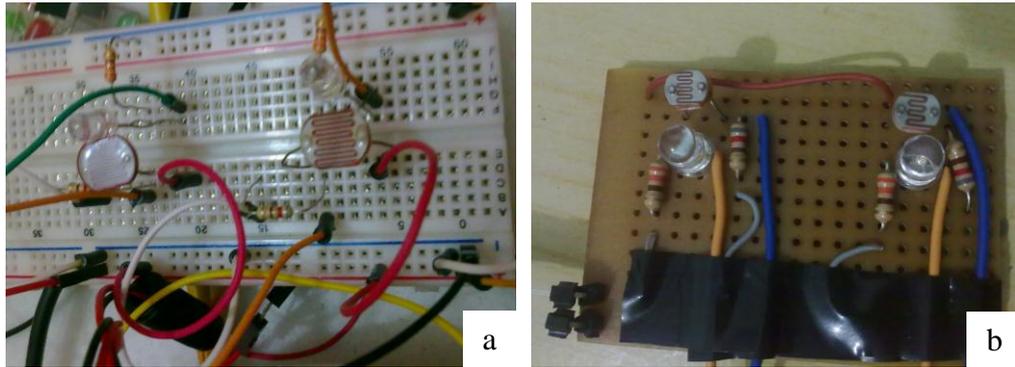


Figura 19: Montagem do sensor em uma Protoboard (a), Sensor soldado em uma placa universal para fixação no chassi (b).

A implementação, da captação da linha por parte do sensor e o ajuste da trajetória do robô, se deu utilizando as portas analógicas do Arduino, que a partir do valor de luminosidade captado, aplica-se uma manobra de correção do curso do robô a fim de mantê-lo na trilha escura. Desta forma quando o LDR do lado esquerdo entra na faixa escura, o robô fará uma manobra para manter-se no curso, como exemplificado na figura 20.

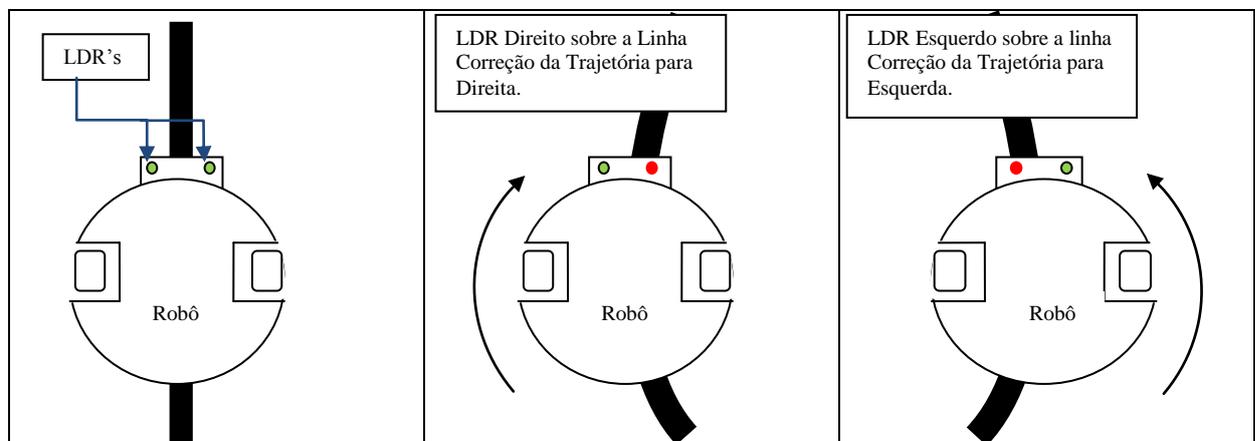


Figura 20: Correção da trajetória do robô

4.3.5. Chassi

A estrutura do kit deveria ser rígida e leve a fim de fornecer sustentabilidade aos componentes e não prejudicar o desempenho do robô, pois uma estrutura mais pesada acarretaria num consumo maior de energia.

Para este projeto utilizou-se duas superfícies, feitas em acrílico utilizadas para cortar carne, modeladas em forma circular, com diâmetro aproximado de 12 cm, ambas com uma abertura de 3,4 cm para acomodar as rodas. Na base inferior do chassi, estão fixados os

motores as rodas de borracha e a terceira roda além de duas baterias de 9 volts, e o sensor de linha fixado na parte frontal do chassi. A base superior acomoda, na parte frontal a mini protoboard, com o circuito da ponte H e o sensor ultrassônico, na parte posterior encontra-se a placa Arduino fixada por meio de uma faixa de velcro. As duas bases são fixadas por meio de quatro parafusos completando assim a montagem do kit, como pode ser visto na figura 21.

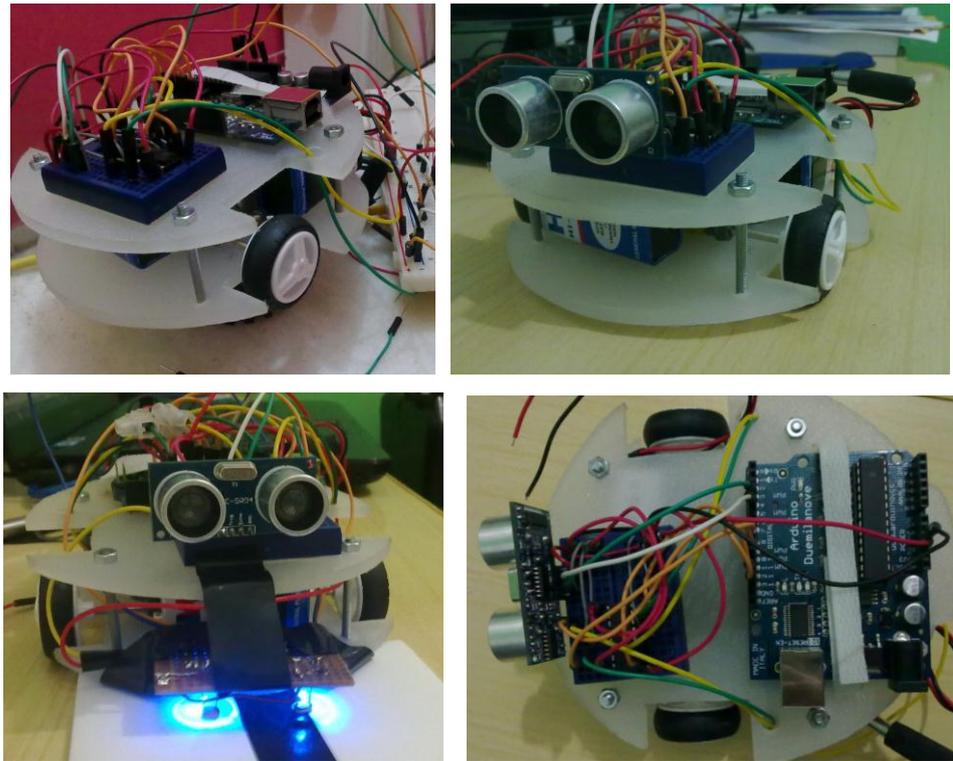


Figura 21: kit montado
Fonte: Autoria própria

4.3.6. Software

Utilizou-se para programação do robô, a linguagem Arduino, esta linguagem trata-se de uma DSL (Domain Specific Language – Linguagem de Domínio Específico) escrita em Java e desenvolvida tendo por base as linguagens wiring e processing (ARDUÍNO, 2012). Possui uma sintaxe muito semelhante a o C, e de acordo com Multilogica (2012) a programação do Arduino pode ser dividida em três partes básicas:

- Estrutura onde se tem as duas funções básicas, *setup()* usada para inicializar as variáveis, e configurar-se os pinos digitais e analógicos da placa, esta função é executada apenas uma vez quando o Arduino é inicializado, *loop()* que executa

as instruções em loop infinito até que a placa não esteja mais alimentada e outras como estruturas de controle if, for, while etc.

- Valores: que podem ser variáveis e constantes como INPUT e OUTPUT.
- Funções: como pinMode, digitalWrite e outras, funções utilizadas para alterar/obter um valor em uma determinada porta do Arduino, funções matemáticas, de tempo e.

Além da IDE (Integrated Development Environment – Ambiente de Desenvolvimento Integrado) Arduino, outras soluções de software desenvolvidas para programação icônica com o Arduino como Minibloq⁶ e Ardublock⁷ foram testadas, porém descartadas por não se mostrarem eficazes para o projeto.

4.3.7. Testes

Os testes realizados no protótipo buscaram avaliar o funcionamento dos sensores, motores e o comportamento do kit com um todo. O Robô foi testado em um pequeno circuito oval com aproximadamente 60 x 45 cm (Figura, 22).

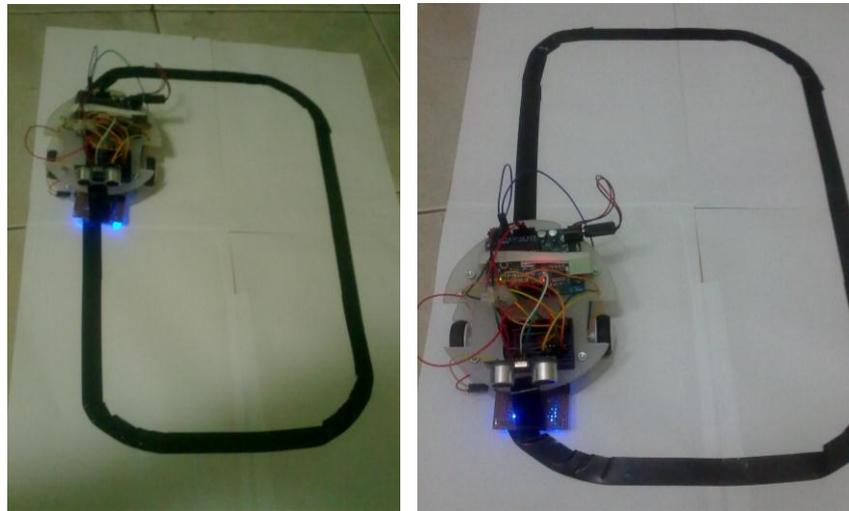


Figura 22: Circuito oval

O Robô teria que percorrer o pequeno circuito, evitando alguns obstáculos colocados ao longo, da trilha. Assim que encontrasse um obstáculo o robô sairia da trilha para contornar o objeto e voltaria mais a diante, o algoritmo para execução desta tarefa está ilustrado no diagrama de blocos da figura 23.

⁶ <http://minibloq.net/>

⁷ <http://blog.ardublock.com/>

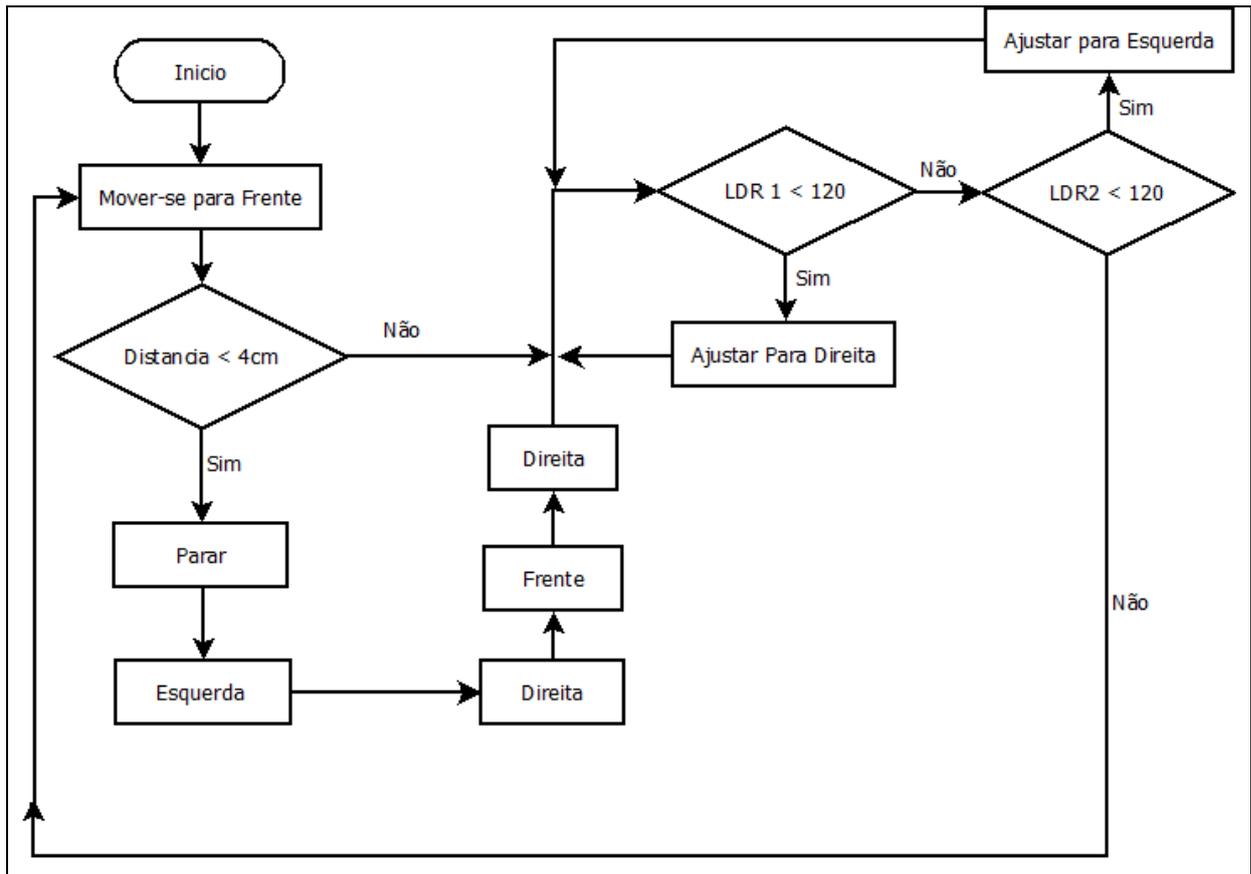


Figura 23: Diagrama de Blocos

O robô se comportou bem durante os testes, a execução do algoritmo se deu como planejado, porém devido a distancia mínima estabelecida para detecção de um objeto e a altura do sensor em relação à superfície, alguns objetos de pequeno porte não tiveram um reconhecimento preciso.

4.3.8. Custos para montagem do kit Protótipo

O kit construído neste trabalho teve sua montagem concebida a partir de materiais diversos como sucata (rodas de um brinquedo), materiais domésticos comuns (Tabuas de carne) e os componentes eletrônicos disponíveis para a plataforma Arduino, por fim obteve-se ao fim deste desenvolvimento uma plataforma de custos acessíveis representados na tabela 2.

Tabela 2: Custos para Montagem do Kit

Componente	Quantidade	Custo
Arduino Duemilanove	1X	R\$ 75,00
Sensor HC-SR04	1X	R\$ 35,00
Motor duplo Tamiya	1X	R\$ 45,00
Terceira Roda Pololu	1X	R\$ 13,00
Rodas de borracha	2X	-
Baterias de 9 Volts	2X	R\$ 19,80
Mini protoboard	1X	R\$ 10,00
CIL293D	1X	R\$ 10,00
Placas de Acrílico (Tabuas de Carne)	2X	R\$ 5,00
LDR	2X	R\$ 3,00
LED	2X	R\$ 2,00
Resistores	4X	R\$ 2,00
Placa Universal	1X	R\$ 5,00
Total		R\$ 224,80

Fonte: Autoria própria

5. CONCLUSÕES

Este trabalho tratou de questões referentes a kits e plataformas para robótica educacional, que como discutido nas seções anteriores, os produtos citados neste trabalho foram concebidos a fim de fornecer recursos para introduzir este segmento da tecnologia na sala de aula.

Na primeira parte deste trabalho, consta um levantamento com seis (6) kits de robótica educativa disponíveis no mercado, com o objetivo de analisar seus recursos e sugerir qual nível de ensino seria mais adequado para cada kit, porém os dados apontam um problema com estes recursos no que diz respeito a custo de aquisição e a presença de materiais de apoio pedagógico dos kits analisados. Dos kits analisados destacam-se os kits Modelix por possuir uma proposta pedagógica mais consistente em relação aos demais e o Arduino por apresentar custo baixo, apesar de não possuir um kit didático para robótica educacional.

A segunda parte deste trabalho mostrou a construção do protótipo de um robô móvel baseado na plataforma Arduino, a construção do kit utilizou conceitos de eletrônica como a montagem de uma ponte H, e utilização de sensores com a placa Arduino. Este kit possui utilização variada dependendo de como se darão as atividades desenvolvidas com ele. Inicialmente, pode ser utilizado para solucionar labirintos, bem como a plataforma pode ser adaptada para competições, tal como de resgate.

O kit se comportou relativamente bem em relação a integração dos componentes porém notou-se um consumo ligeiramente alto em relação as baterias, em suma o kit é estável e está pronto para validação pratica com alunos.

6. TRABALHOS FUTUROS

As seguintes atividades são propostas para trabalhos futuros:

- Validação do kit protótipo com usuários, no contexto do ensino fundamental;
- Desenvolver material de suporte pedagógico para o kit proposto;
- Desenvolver solução de software que facilite a programação do kit Arduino.

7. REFERÊNCIAS

ALIATRON. Disponível em: <<http://www.aliatron.com/lynxmotion>>. Acesso em: 14 de Abr. 2012.

ANACOM. Disponível em: <<http://www.anacom.com.br>>. Acesso em: 31 de Mar. 2012.

ARDUINO. Disponível em: <<http://www.arduino.cc>>. Acesso em: 8 de Fev. 2012.

ARDUINOBYMYSELF. Disponível em: <<http://arduinobymyself.blogspot.com.br/2012/03/sensoreamento-de-luz-com-ldr-parte-2.html>>. Acesso em: 23 de Out. 2012.

ASIMOV, I. **Eu, Robô**. 2ª reimpressão, Rio de Janeiro, Ediouro, 2004.

AZEVEDO, S., AGLAÉ, A., PITTA, R. **Mini Curso Introdução a Robótica Educativa**.

Disponível em:

<<http://www.sbpcnet.org.br/livro/62ra/minicurso/MC%20Samuel%20Azevedo.pdf>>. Acesso em: 10 Out. 2012.

BRASÃO, M. R. **Logo: uma linguagem de programação voltada para a educação**. Cadernos da FUCAMP, v. 6, p. 55-76, 2007.

BRUM, M. G.(2011) **Introdução a Robótica Educacional**. Disponível em:

<http://www.educacional.com.br/upload/dados/materialapoio/124590001/8214768/Rob%C3%B3tica%20Educativa.pdf> Acesso em: 3 de Out. de 2012.

CALIFE, J. L. Prefácio. In: ASIMOV, I. **Eu, Robô**. 2ª reimpressão, Rio de Janeiro, Ediouro, 2004.

CASTILHO, M. I. **Robótica Educacional Com que Objetivos?**, Porto Alegre, RS: 2002, Originalmente apresentado como Monografia de pós Graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, 2002.

CHELLA, M. T. **Ambiente de Robótica Educacional com Logo**. In: XXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação - SBC2002, Florianópolis, 2002. v. 1.

DIEB. Dicionário Interativo da Educação Brasileira. Disponível em:

<<http://www.educabrasil.com.br/eb/dic/dicionario.asp?id=49>> Acesso em 21 de Nov. 2012.

FILHO, D. A. M.; GONÇALVES, P. C. **Robótica Educacional de Baixo Custo: Uma realidade para as Escolas Brasileiras**, in, XXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Workshop sobre Informática na Escola – WIE, Belém do Pará, PA: 2008.

FONSECA, E. G. P., BEPPU, M. M., De La VEGA, A. S. **Apostila Arduíno**, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em:<http://www.telecom.uff.br/pet/petws/downloads/tutoriais/arduino/Tut_Arduino.pdf>. Acesso em 22 de Jan. 2012.

FRISTEC. Disponível em: <<http://fristec.blogspot.com.br/2011/01/14-aplicacao-sensor-de-distancia-hc.html>>. Acesso: 21 de Jul. 2012.

GIOPPO, L. L., HIGASKINO, M. M. K., COSTA, R. F., MEIRA, W. H. T. **Robô Seguidor de Linha**. Curitiba, PR: 2009, Originalmente apresentado como monografia a unidade curricular Oficina de integração II, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2009.

GUEDES, A. L.; KERBER, F. M. **Usando a Robótica como meio Educativo**. Revista Unoesc & Ciência, vol. 1, p. 199-207, 2010.

IMPLY. Disponível em: <<http://www.imply.com.br>>. Acesso em: 5 de Mar. 2012.

INDICE TIOBE. Disponível em: <<http://www.tiobe.com/index.php/content/paperinfo/tpci/index.html>>. Acesso em: 20 de Nov. 2012.

KDUINO. Disponível em: <<http://kduino.blogspot.com.br/2010/12/utilizando-o-sensor-ultrasonico-hc-sr04.html>> . Acesso em: 23 de Out. 2012.

LEGO MINDSTORMS. Disponível em: <<http://www.mindstorms.lego.com>> . Acesso em: 10 de Mar. 2012.

LEOMAR, Equipamentos Náuticos. Disponível em: <<http://www.leomar.com.br>>. Acesso em 15 de Jan. 2012.

LYNXMOTION. Disponível em: <<http://www.lynxmotion.com>>. Acesso em: 16 de Abr. 2012.

M CASSAB. Disponível em: <<http://www.mcassab.com.br>>. Acesso em: 20 de Jan. 2012.

MARS EXPLORATION ROVERS. Disponível em: <<http://marsrovers.jpl.nasa.gov/home/index.html>>. Acesso em: 10 de Abr. de 2012.

MARTINS, A. S. **O Que é Robótica**. São Paulo: Editora Brasiliense - Coleção Primeiros Passos, 1993. 85p.

MAXWELL BOHR, Disponível em: <<http://www.maxwellbohr.com.br>>. Acesso em: 17 de Jan. 2012.

MCROBERTS, M. **Arduino Básico**. 1ª Edição, São Paulo, Editora Novatec, 2011.

MECKESSON. Disponível em: <<http://www.mckesson.com>>. Acesso em: 04 de Abr. de 2012.

MIRANDA, J. R., SUANNO, M. V. R. **Robótica Pedagógica: Prática Pedagógica Inovadora**. In: IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE, III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia, 2009.

MIRANDA, L. C. **RoboFácil: Especificação e Implementação de Artefatos de Hardware e Software de Baixo Custo para um Kit de Robótica Educacional**. Rio de Janeiro, RJ: 2006, Originalmente apresentada como Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, 2006.

MIRANDA, L.C., SAMPAIO, F. F., BORGES, J. A. S. **ProgrameFácil: Ambiente de Programação Visual para o Kit de Robótica Educacional RoboFácil**. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), 2007, São Paulo, SP. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Porto Alegre, RS: SBC, 2007. p. 338-347.

MODELIX, Disponível em: <<http://www.modelix.com.br>>. Acesso em: 15 de Jan. 2012.

MULTILOGICA-SHOP. Disponível em: <<http://www.multilogica-shop.com>>. Acesso em: 10 de Out. 2012.

PEREIRA, R. B. **Robótica Educativa Como Recurso Didático No Ensino de Física no Ensino Médio**. Cárceres, MT: 2008, Originalmente apresentado como Monografia de Graduação, Universidade do Estado de Mato Grosso – UEMT, 2008.

PIRES, J. N. Robótica: Das Maquinas Gregas a Moderna Robótica Industrial. **Jornal Público**, Coimbra, Portugal. 8 de Jun. 2002.

R.I.A. Robotics Industries Association. Disponível em: <<http://www.robotics.org/>>. Acesso em: 14 de Set. 2012.

ROBOCORE. Disponível em: <<http://www.robocore.net>>. Acesso em: 20 de Jan. 2012.

ROBOKIT ONLINE. Disponível em: <<http://robokitonline.blogspot.com>>. Acesso em: 20 de Jan. 2012.

SATATIS TRONICS. Disponível em:
<<http://www.satistronics.com/myfiles/file/module/About%20UltrasonicModule.pdf>>.
Acesso em: 21 de Jul. 2012.

SIEBRA, C. A.; LINO, N. C. Q. **An Experimental Study on the Use of Robotics as an Educational Tool**. In: XXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2010.

SOARES, R. F., BORGES, M. A. F. **Robótica: aprendizado em informática de forma lúdica**. In: XXXI Congresso da sociedade brasileira de computação - WEI - XIX Workshop sobre Educação em Computação, 2011, Natal, RN. XXXI Congresso da sociedade brasileira de computação. Natal, RN: UFRN, 2011. v. 1. p. 1516-1519.

TELLES, M. J. **Robótica na Educação**. Disponível em:
<http://www.marcelo.kinghost.net/ufrgs/CINTED/rosaRosangela/robotica/artigoFinalROBOTICA/document.tex> . Acesso em: 6 de Jun. de 2012.