

Robótica Educacional Como Meio Para Inclusão Digital

Fernando L. Lima¹, Leonardo A. Casillo¹, Danielle S. Casillo¹.

¹Laboratório de Automação, Arquitetura de Computadores e Sistemas Embarcados -
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)
Av. Francisco Mota, 572 - Bairro Costa e Silva - Mossoró – RN – Brasil.

j-jackson123@hotmail.com,casillo@ufersa.edu.br,danielle@ufersa.edu.br

Abstract. *This paper aims to present a low-cost solution to the problem of robotics education in public schools. The proposed Hardware consists of the Arduino prototyping platform that offers low cost and functionality similar to higher cost models like LEGO MindStorms®. Throughout the work it is shown the structure of building an automatic model and a controlled prototype by cell phone via Bluetooth communication. The test environment was designed in accordance with the challenges found in Brazilian Robotics Olympiad (OBR). The analysis of the results has shown that it is possible to reduce the cost of educational robotics, without loss of quality, with the application of free hardware and software systems.*

Resumo. *Este trabalho objetiva apresentar uma solução de baixo custo para a problemática do ensino de robótica nas escolas públicas. O hardware proposto é composto pela plataforma de prototipagem Arduino que, apresenta baixo custo e funcionalidades similares a modelos de maior custo, como LEGO MindStorms®. Ao longo do trabalho é apresentada a estrutura de construção de um modelo de operação automática e um protótipo controlado por celular via bluetooth. O ambiente de testes foi elaborado em conformidade com os desafios encontrados na Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR). Por meio da análise dos resultados obtidos, comprovou-se que é possível a redução de custo da robótica educacional, sem redução da qualidade, com a aplicação de sistemas de hardware e software livres.*

1. Introdução

A revolução industrial foi marcada pelo surgimento da mecanização, a qual gerou grandes impactos sobre o modo de vida das pessoas nos dias atuais (FERREIRA, 2001). Um destes impactos foi a automação, que propiciou um aumento dos níveis de produção em atividades que exigem o máximo de eficiência. A sociedade contemporânea torna necessário o uso das tecnologias educacionais em sala de aula. Colaborando assim, para o surgimento das novas tecnologias da educação como a robótica educacional (AZEVEDO et al., 2016).

No estudo da robótica é possível uma ampla variação de estudos individuais na busca de soluções para diversos problemas. Ou seja, diferentes projetos necessitam de certos conhecimentos e aprofundamentos em disciplinas específicas. Esse tipo de aprendizado se torna importante, pois a demanda por profissionais da área da computação é caracterizada principalmente por sua dificuldade de aprendizado. De acordo com Dijkstra et al. (1989) o aprendizado em programação pode ser bastante complexo, chegando a ser desmotivador.

A robótica educacional também pode ser usada como uma forma de incentivo ao estudo de computação, pois a mesma se apresenta como forma lúdica de ensino devido à facilidade com que as crianças e os jovens (atualmente) têm acesso à tecnologia. Esse tipo de prática no Brasil, entretanto, está associado a custos elevados. Exemplificando esse fato, tem-se a plataforma educacional *Legó Mindstorms®*. Por ser facilmente operada por crianças, é adotado como padrão de ensino e competições em algumas regiões do Brasil. Em contrapartida, seu alto custo o impossibilita de ser usado nas escolas de gestão pública e muitas instituições de ensino privado.

Diante do exposto, se faz necessário a implementação de um sistema de ensino que incentive o estudante, que ingressará na área da computação, além disso, seja de baixo custo, podendo então ser objeto de incentivos educacionais promovidos pelas escolas e governo. Moraes (2010) constatou que o uso das tecnologias de ensino serviu como instrumento potencializador nas aprendizagens matemáticas, visto que estas foram fortemente destacadas, quando relacionado o conteúdo matemático com as atividades realizadas na sala de robótica. Adicionalmente, Cambruzzi e Souza (2014) concluíram que a utilização da robótica sistematizou o ensino e aprendizagem da disciplina de algoritmos, tornando-a mais lúdica, atraente e menos abstrata.

Portanto, o objetivo deste trabalho é apresentar uma proposta para reduzir os custos quanto ao acesso da robótica educacional. Tal proposta consiste na utilização da plataforma de prototipagem *Arduino*, um equipamento de hardware baixo custo. O ambiente de comparação do protótipo foi o mesmo adotado pela Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR), importante competição nacional e que aplica padrões de competições internacionais.

2. Estudo de Caso: Resgate de Vítimas por Robôs

A modalidade prática da OBR nos últimos anos baseia-se no resgate simulado de uma vítima, realizado por robôs autônomos. O ambiente é padronizado e as equipes, a partir de informações divulgadas anteriormente pela organização do evento, devem propor projetos que sejam capazes de superar as adversidades propostas na competição. É demonstrado na Figura 1 a forma do ambiente de desastre fictício.

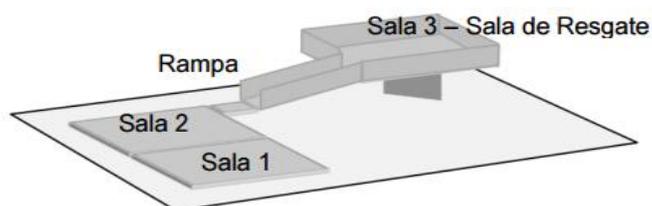


Figura 1. Ambiente simulado da competição.

De acordo com a Figura 1, o protótipo criado deve se deslocar da sala 1 até a sala 3, localizar e capturar a vítima. Nas salas 1 e 2, por exemplo, o piso é branco, em contraste com fita de cor preta, servindo de indicação do caminho para o robô. Há também redutores de velocidade e obstáculos que devem ser desviados. Na sala 3, sempre posterior a uma rampa de inclinação definida, possui uma entrada com largura e altura definidas e paredes laterais, que não existiam nas etapas anteriores. O piso desta sala não contém indicações, exceto a que indica onde a vítima deverá ser colocada. A vítima poderá ser representada por uma lata de refrigerante, uma pequena esfera ou objetos similares.

3. Plataforma de Prototipagem de Baixo Custo

A plataforma de prototipagem *Arduino* possui um microcontrolador de 8 bits, comumente um *ATmel AVR*, e tem como principal característica o fato de possuir hardware e software livres. A plataforma *Arduino* é projetada com suporte de entrada/saída embutido e uma linguagem de programação *Wiring*, baseada em C/C++. É uma ferramenta de baixo custo, flexível e de simples aplicação, principalmente para iniciantes em estudos/projetos de automação/programação. A vantagem dessa plataforma é devido aos desenvolvedores livres, além de fóruns de compartilhamento de informações sobre o mesmo.

Uma típica placa *Arduino* é composta por um microcontrolador, acrescido de Entradas/Saídas digitais e analógicas, interface serial ou *USB*, que permite interligar-se a outros sistemas, que podem ser usados para programá-lo ou permitir uma comunicação em tempo real. É mostrado na Figura 2 um *Arduino* modelo MEGA 2560 (*Arduino*, 2017) utilizado neste projeto.

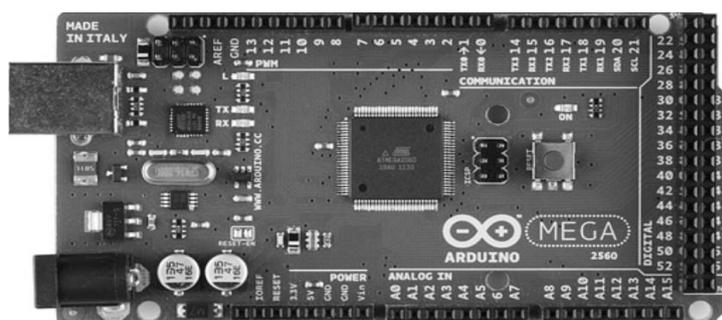


Figura 2. *Arduino* Mega.

O *Arduino*, pode ter suas funcionalidades expandidas através de *shields*. Um *shield* é uma placa que permite a incorporação de funcionalidades ao dispositivo. Por exemplo, *Shields Bluetooth*, mostrado na Figura 3, permitem comunicação *Bluetooth*, enquanto que, *Ethernet Shield* permite operações que envolvam acesso à internet.



Figura 3. *Shield JY-MCU Bluetooth*.

No caso da aplicação da robótica no meio infantil, pode-se optar pelo uso da ferramenta *ARDUBLOCK* (*ARDUBLOCK*, 2017). Essa ferramenta de fácil acesso permite a mudança da IDE do *Arduino* para um modo de programação em blocos, tornando a operação mais simples e intuitiva para crianças que estão em contato inicial com disciplinas de programação.

4. Metodologia

No caso particular da OBR, torna-se necessário a construção de um protótipo de veículo que consiga locomover-se, desviar objetos, seguir uma trilha pré-definida e localizar uma vítima. Nas seções seguintes serão apresentadas propostas de construção e programação de um robô tipo “carro”, capaz de realizar satisfatoriamente as atividades propostas pela competição com o uso da plataforma de prototipagem *Arduino*.

4.1. Motores

De forma geral, a estrutura física do protótipo deve suportar o peso total do sistema. Os motores escolhidos foram os do tipo servo motor. O servomotor é composto de motor de corrente contínua convencional, caixa de redução e circuitos internos que controlam sua velocidade e direção de forma mais fácil e rápida por meio de modulação por largura de pulso (*Pulse Width Modulation*, PWM). Além disso, todas as informações necessárias para o controle desses motores já estão incluídas no ambiente de programação do *Arduino*. No projeto em questão, a garra e as rodas do robô apresentam servomecanismos. É mostrado na Figura 4 um servo motor comercial.

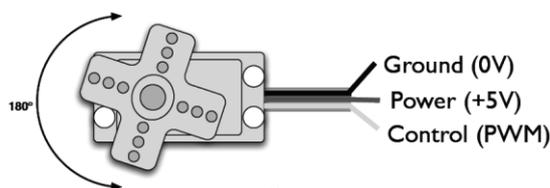


Figura 4. Servo motor.

4.2. Sensores de Luminosidade/Luz

A definição formal para os sensores, usados nesse trabalho, é transdutor. Transdutor é um dispositivo que converte uma ou mais características físicas em uma faixa de valores de corrente elétrica (BOYLESTAD; NASCHELSKY, 2004) (a variação da luminosidade implica em variação da corrente) que podem ser medidas e analisadas por um terceiro elemento, pessoa ou microcontrolador.

Seguir uma linha é a primeira proposta da OBR. Para tal fim, os protótipos utilizam sensores de luminosidade, que são afetados pela luminosidade do ambiente. Esse tipo de sensor é composto por um conjunto emissor/receptor e seu funcionamento é baseado de acordo com a luz que incide no receptor após ser emitida pelo emissor. Ou seja, o emissor emite uma luz e a quantidade que incide sobre o receptor significa, para o controlador, como está o índice de luz do ambiente.

No projeto em questão, foram usados dois sensores, sendo cada sensor associado aos dois motores. O sensor escolhido para o protótipo foi o sensor *TCRT5000L* (FILIPEFLOP, 2017), sendo que, a operação lógica entre os sensores gera uma resposta específica em cada motor, como é mostrado na Figura 5.

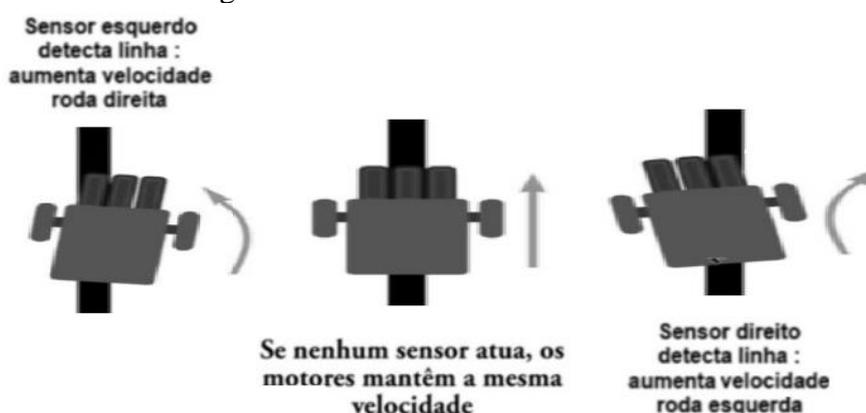


Figura 5. Funcionamento do seguidor de linha.

4.3. Sensor Ultrassônico

O sensor ultrassônico é responsável pela habilidade do robô desviar um objeto (MCROBERTS, 2011). O Seu funcionamento é baseado em ondas ultrassônicas (som que o

ouvido humano não é capaz de ouvir), similar ao sonar, característico de morcegos, que detectam objetos e presas em seu voo cego. De forma geral, o sensor tem o seguinte funcionamento: o emissor da onda gera um pulso ultrassônico que atinge os objetos à frente (efeitos de reflexão e refração das ondas) e retorna. Essa onda que retorna (a parte refletida) é captada pelo receptor que calcula a distância até o objeto.

Para o protótipo foi usado o sensor *HC-SR04* (FILIPEFLOP, 2017) que permite medições de distâncias de até 4 metros e possui 4 pinos, *VCC*, *GND/NEUTRO*, *TRIGGER* (emissor da onda) e *ECHO* (receptor da onda). Na Figura 6 é apresentada o funcionamento do sensor ultrassônico e o sensor usado no trabalho.

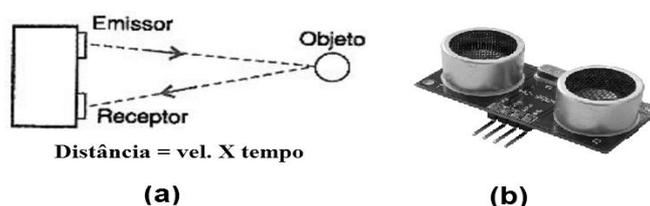


Figura 6. Sensor Ultrassônico.

4.4. Prototipagem

Neste projeto foram usados três servo motores, sendo dois para o controle das rodas (motor de rotação completa, 360°) e o terceiro para o controle da garra (servo de meio ciclo, 180°). Foram usados também dois sensores ultrassônicos para medições frontais e laterais. Além disso, foram utilizados dois sensores de luminosidade, um em cada lado do carro. Todo o sistema foi alimentado por meio de uma bateria (6V/5Ah). É mostrado na Figura 7 a montagem dos componentes do protótipo.

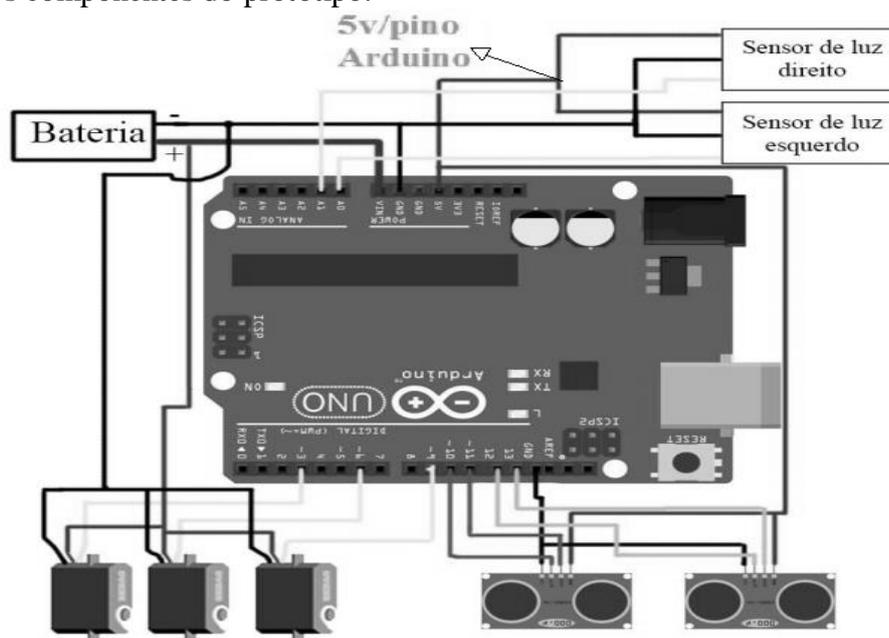


Figura 7. Esquema de ligação dos componentes do carrinho autônomo.

4.5 Controle por Celular via Bluetooth

Nesta seção será apresentado um modelo de comunicação via *Bluetooth* que pode ser usado na construção de um carrinho à controle sem fio. Para a construção, foi utilizada o *Bluetooth Shield*. O circuito de comando é similar ao apresentado na Figura 7, porém não há necessidade de uso dos sensores.

Foi desenvolvido um aplicativo de uso em sistema operacional *Android* com a finalidade de controlar o protótipo de forma remota. Qualquer celular com sistema de comunicação *Bluetooth* e sistema operacional *Android* pode ser usado no controle do protótipo. Para o software de controle, foi utilizada a ferramenta *MIT AppInventor* (*MIT APPINVENTOR*, 2017). É mostrado na Figura 8 o esquema de ligação dos componentes e a tela inicial do aplicativo, ou seja, sua área de trabalho.

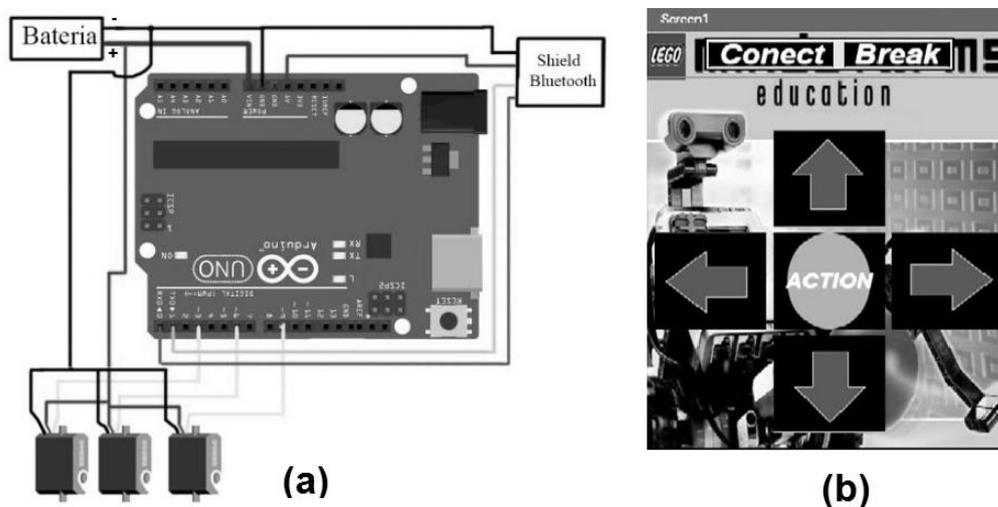


Figura 8. Esquema de ligação dos componentes do protótipo e tela principal do aplicativo.

Como se pode observar na Figura 8, existem setas e um botão de ação, esses estão associados aos comandos que são enviadas sempre que os botões são pressionados. Paralelamente, no hardware existe uma programação que, ao receber esses comandos executam ações pré-definidas, como andar para frente/trás, girar ou abrir a garra.

5. Resultados

De acordo com a proposta do trabalho, um protótipo foi elaborado, sendo o mesmo submetido a testes similares aos encontrados em competições como a OBR. O protótipo é apresentado na Figura 9.

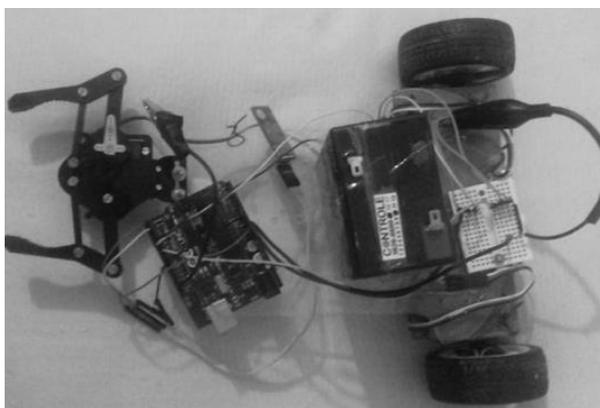


Figura 9 – Protótipo de carrinho controlado remotamente por meio de celular.

O projeto mostrado na Figura 9 pode funcionar das seguintes formas:

- Autônoma, em que o carrinho funciona como seguidor de trilha, que desvia obstáculos, localiza e agarra uma vítima;
- Remota, em que o carrinho é controlado por celular.

5.1. Avaliação do Protótipo

O protótipo em questão foi submetido a testes de desempenho em ambiente similar ao apresentado na OBR. As atividades mais trabalhadas foram: seguir trilha, desvio de obstáculos e localização de vítima. Os testes tiveram como objetivo a validação da plataforma de baixo custo em quando comparada com a ferramenta *LEGO MindStorms®*, ou seja, se a mesma seria capaz de suprir todas as funcionalidades e aplicações existentes na plataforma de alto custo.

Observou-se que a plataforma *Arduino* apresentou problemas que demandaram um maior esforço ao longo dos testes, como componentes que não se ajustavam ou que apresentavam demasiada sensibilidade ao ambiente. Porém a ferramenta se destacou na avaliação de custos. Sendo possível implementar as mesmas soluções apresentadas pela ferramenta *LEGO MindStorms®*, mas com custos reduzidos. Além disso, O protótipo foi construído com materiais de baixo custo ou reutilizáveis, reduzindo, ou até mesmo evitando, custos associados à aquisição e reposição de peças. A alimentação se dá por meio de bateria, que é mais eficiente e elimina a demanda permanente de pilhas. Com o *AppInventor* pode-se criar aplicativos *Android* que, além de controlar o *Arduino* podem programá-lo à distância.

Em relação aos custos, o valor apresentado pelo kit *LegoMS* varia de R\$ 1.800,00 a R\$ 2.800,00 (LEGOBRASIL, 2017) (informações colhidas no próprio site da empresa e em sites de materiais seminovos), ao passo que, são necessários R\$ 500,00 protótipo/kit de competições por meio da plataforma *Arduino*. Na Tabela 1 é apresentado o custo total da produção do robô com dados colhidos em fevereiro de 2017.

Tabela 1. Custo relativo ao projeto.

COMPONENTES DO PROTÓTIPO	PREÇO
<i>Arduino</i> Mega, Componentes inclusos.	R\$ 159,90
3 Servo motores	R\$ 110,00
2 Sensores de luminosidade	R\$ 20,00
2 Sensores ultrassônicos	R\$ 28,00
1 Bateria	R\$ 35,00
1 JY-mcu <i>Arduino Bluetooth Wireless</i>	R\$ 49,90
TOTAL	R\$ 401,90

De acordo com a Tabela 1 há uma redução de no mínimo 4 vezes sobre o valor do custo quando se opta pela solução de *hardware* livre (sem considerar as reposições de peças e os custos de alimentação por pilhas), comprovando que a redução de montante é possível.

6. Conclusão

O trabalho apresentou um protótipo de sistema educacional produzido a partir do microcontrolador *Arduino*, que pode ser usado de forma similar aos modelos comerciais, no caso deste trabalho *LEGO MindStorms®*. O uso desta plataforma é devido aos seus *Software* e *Hardware* livres, que permitem a utilização de componentes reutilizáveis, reduzindo custos e incentivando o aproveitamento do lixo eletrônico. De forma técnica, foi construído um carrinho que segue uma trilha, entra em um ambiente e localiza uma latinha (vítima). Esse tipo de desafio foi abordado nas últimas edições da competição OBR (OBR, 2015).

A robótica educacional permite ao estudante gerir seu próprio aprendizado independente de soluções comerciais. Os projetos apresentam aos estudantes, problemas reais e situações incomuns à sala de aula convencional. A robótica por meio de *hardware* livre

permite incentivos governamentais devido ao seu custo reduzido. O *Arduino* também pode ser considerado uma alternativa viável ao problema do aproveitamento do lixo eletrônico por meio do reaproveitamento de componentes.

Também por meio da robótica, os estudantes têm a possibilidade de se dedicarem a tarefas multidisciplinares, permitindo, além do conhecimento sólido sobre um assunto, a reflexão acerca dos seus impactos e aplicações. Por fim, a robótica educacional permite ao estudante focar seu trabalho em temas de seu maior interesse, servindo também, como incentivo ao estudo das áreas da informática e Ciências em geral, contribuindo com a formação técnico-científica e profissional das crianças e adolescentes.

7. Referências

- Ardublock Official website, Disponível em: <<http://blog.ardublock.com/>>., Acesso em: 10 fev. 2017.
- Arduino official website, <http://arduino.cc>, Acesso em: 11 fev. 2017.
- Azevedo, S., Aglaé, A., Pitta, R. (2009) “Minicurso: introdução a robótica educacional”, <http://www.sbpcnet.org.br/livro/62ra/minicursos/MC%20Samuel%20Azevedo.pdf>, Acesso em: 09 fev. 2017.
- Boylestad, R. L., Naschelsky, L.(2004) “ Dispositivos Eletrônicos e Teoria dos Circuitos” – 8ª ed. São Paulo: Pearson Education.
- Cambruzzi, E., Souza, R. M. (2014) “ O Uso da Robótica Educacional para o Ensino de Algoritmos”, Disponível em: < <http://www.eati.info/eati/2014/assets/anais/artigo4.pdf> >. Acesso em: 15 mar. 2017.
- Dijkstra, E. W. (1989) “On the Cruelty of Really Teaching Computing Science”, Communication of ACM , 1398-1404.
- Ferreira, E. T. (2001) “Segurança de Redes de Computadores em Ambiente Industrial”, Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Uberlândia – MG.
- Filipeflop. Biblioteca motor DC e imagens. Disponível em: < <http://http://www.filipeflop.com>>. Acesso em: 09 fev. 2017
- LegoBrasil Official website, Disponível em: < <http://www.legobrasil.com.br/>>. Acesso em: 09 fev. 2017.
- McRoberts, M. (2011), *Arduino Básico*, Novatec, 1ª Edição.
- MIT Appinventor Official website, Disponível em: < <http://appinventor.mit.edu/explore/>>. Acesso em: 10 fev. 2017.
- Morais, M. C. (2010) “Robótica educacional: socializando e produzindo conhecimentos matemáticos”, Disponível em: < http://www.ppgeducacaociencias.furg.br/images/stories/dissertacoes/dissertao%20final_%20maritza.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2017.
- OBR 2015 - Manual de regras e Instruções, Disponível em: < http://www.obr.org.br/wp-content/uploads/2016/07/Regras_pratica_regionais_v1_4_2016.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2017.