

Protótipo de robótica educacional de baixo custo utilizado como ferramenta ao ensino da matemática

Manoel S. de M. Neto, Davis M. de Oliveira, Daniel Sherer, Thiciany M. Iwano,
Joselma S. dos Santos

Centro de Ciências e Tecnologia – Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)
Caixa Postal 58429-500 – Campina Grande – PB – Brasil

{manoelsatirodemedeirosneto; professorsherer; thiciany;
joselma.s.vieira}@gmail.com, davis_matias@uepb.edu.br

Abstract. *Educational Robotics offers a standout under school, due to your use as teaching tool. In mathematics, it covers a field of opportunities that awakens in students the ability to question, think and look for solutions. This article presents a model of low-cost robotic unit, used as additional tool for teaching and learning of mathematics. The robot was prototype in a 3D printer and, together with electronic kit Arduino project, was implemented an algorithm able to provide algebraic calculations that when done, performs a circuit composed of line segment and circumferential arcs.*

Resumo. *A robótica educacional oferece um destaque no âmbito escolar, devido a sua utilização como ferramenta pedagógica. Na matemática, ela abrange um campo de oportunidades que desperta nos alunos a capacidade de questionar, pensar e procurar soluções. Este artigo apresenta um modelo de unidade robótica de baixo custo, utilizado como ferramenta adicional ao ensino e aprendizagem da Matemática. O robô foi prototipado em uma impressora 3D e, junto com kit de eletrônica do projeto Arduino, foi implementado um algoritmo capaz de proporcionar cálculos algébricos que, ao serem efetuados, permite a realização de um circuito composto por segmentos de reta e arcos de circunferências.*

1. Introdução

A Legislação Educacional Brasileira, como forma de desenvolvimento aos alunos, inclui o uso das tecnologias na Lei de Diretrizes e Bases, nº 9394/96 e nos Parâmetros Curriculares Nacionais, 2002, como forma de capacitá-los à aquisição e construção de novos conhecimentos [de Diretrizes 1996] e [PCN 2002].

Segundo Oliveira (2013), “a Robótica Educacional é uma atividade desafiadora e lúdica que utiliza o esforço do educando na criação de soluções que necessitam raciocínio lógico matemático e utilização de hardware e/ou software visando à resolução de problemas”.

Entre as mais diversas características da Robótica Educacional, podemos citar: a motivação dos alunos; a multidisciplinaridade; a imaginação e criatividade; a

aprendizagem baseada em situações-problema; a autonomia na aprendizagem; o raciocínio lógico e pensamento abstrato, dentre outros.

O problema da pesquisa está no desenvolvimento de uma unidade robótica de baixo custo de prototipagem e na implementação de um algoritmo capaz de receber valores algébricos, calcular e apresentar, por meio de um circuito composto por segmento de retas e arcos de circunferências, os traçados desenhados pela unidade robótica.

Este artigo se justifica em utilizar a robótica educacional para diagnosticar o domínio dos alunos sobre conteúdos abordados, identificando suas possibilidades e dificuldades face à aprendizagem, criando um ambiente no qual o aluno possa experimentar exemplos práticos da matemática, realizados por uma unidade robótica.

O objetivo deste artigo é apresentar um protótipo de uma unidade robótica de baixo custo para utilização como ferramenta adicional ao ensino da Matemática.

2. Estado da Arte: Robótica Educacional e Matemática

Como sendo um dos pioneiros a abordar o tema robótica educacional, Abreu et al. (2013), cujo trabalho foi intitulado “Robótica educativa/pedagógica na era digital”, descreve a construção e utilização em um ambiente de aprendizagem baseado no computador, realizando atividades de ângulos, estudo de funções, comparações e programação.

Fagundes et al. (2005), apresentaram na UFRGS, o trabalho “Aprendendo matemática com robótica”, sendo parte da realização de um projeto, o Amora, em que relacionavam o ensino da matemática e a construção conceitual de conteúdo, utilizando kits Lego *Mindstorms*. Também Silva et al. (2015) utiliza kit lego no projeto “Robótica e matemática na formação da cidadania: associando números negativos e educação no trânsito”.

2. Metodologia: Materiais e Métodos

2.1. Kits LEGO x kits Arduino

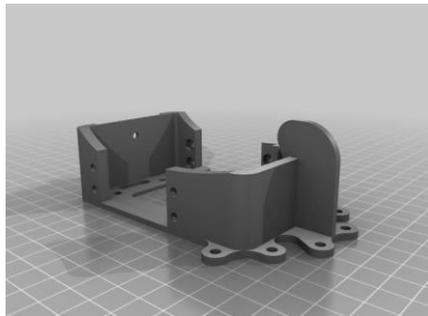
Percebemos que muitos projetos utilizam o kit Lego, o qual é didático e de fácil compreensão, pois sua programação é feita em blocos. Em contrapartida, seu custo é muito elevado quando comparado aos kits Arduino, pois utiliza hardware e software abertos. Decidimos por utilizar a placa Arduino na prototipagem da unidade robótica.

Para a proposta deste projeto foi eleito o modelo Arduino R3 que utiliza um microcontrolador, ATmega328, proporcionando o desenvolvimento em portas analógicas e digitais [Souza 2017]. A Figura 1 uma placa Arduino UNO R3.

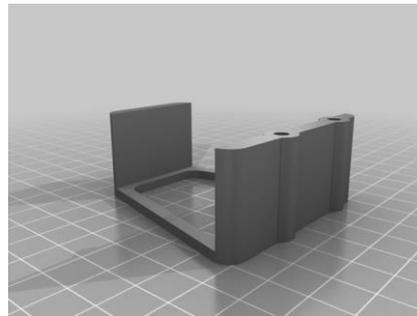


Figura 1. Esquema técnico do Arduino versão UNO R3 [Souza 2017].

O chassi da unidade robótica foi prototipado em uma impressora 3D que é um tipo de produção conhecida como manufatura aditiva, que tem como princípio de produção a extrusão da matéria prima, conforme apresentado na Escola de Engenharia de São Carlos [EESC 2016]. Utilizamos o Ácido Poli láctico (PLA), que é biodegradável como matéria prima, [Azevedo 2013]. A Figura 2 apresenta o modelo do chassi com licença *Open Source*, o que nos permite realizar a impressão.



(a) Base do chassi



(b) Suporte para o arduino

Figura 2. Kit do chassi para impressão 3D. Fonte: [Thingiverse 2017].

O protótipo foi construído com a finalidade de comprovar se os cálculos feitos pelos alunos estão corretos. O professor cria situações problemas compostas de segmentos de retas e/ou arcos de circunferências. Ao se deparar com cada caso, cálculos são efetuados previamente para que suas respostas sirvam de dados de entrada para a execução da unidade robótica.

Os servos motores são ajustados de modo que, entre as potências de 0 a 90, as rodas girem em sentido anti-horário, enquanto que, entre 91 a 180, o giro se dê em sentido horário. O importante também é observarmos que dentro de cada faixa, a unidade é capaz de realizar voltas completas.

A fim de tentar suprir a dúvida sobre as ações da execução da unidade, foi desenvolvida uma estrutura anexa ao chassi, conforme a Figura 3.



Figura 3. Suporte para lápis e caneta para a unidade robótica. Fonte: Autor.

2.2. Algoritmo para a Unidade Robótica

A Figura 4 apresenta o fluxograma do projeto, em que podemos perceber que após ligar a unidade robótica é solicitado para o usuário (aluno/professor) o tipo de percurso desejado, caso seja 1, será habilitado o segmento de reta e, caso seja 2, o arco de circunferência. Após a escolha, a unidade robótica recebe todos os valores de entrada inseridos pelo usuário, realiza os cálculos e, exibe, logo após realizar o percurso com um lápis fixado em seu chassi para marcação, os resultados a fim de que o usuário possa comparar se seus cálculos feitos anteriormente foram assertivos.

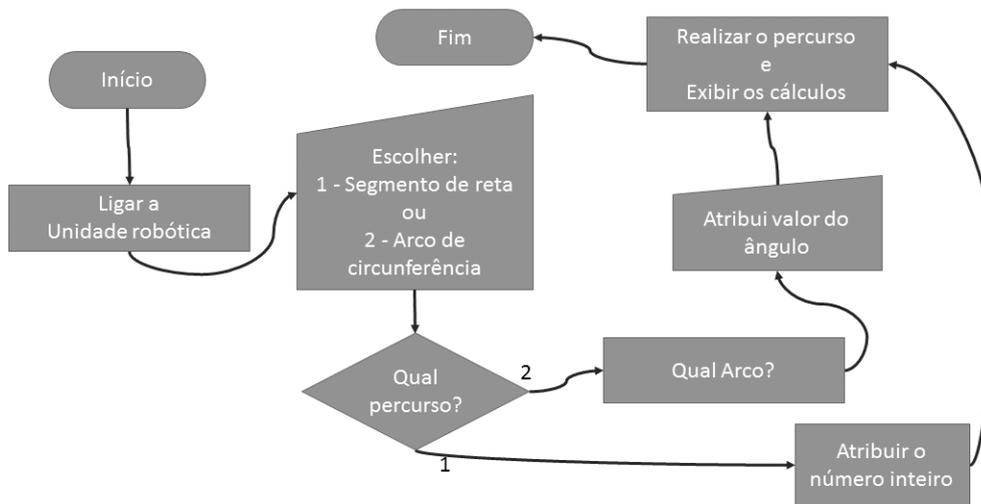


Figura 4. Fluxograma do projeto. Fonte: Autor.

O resultado do algoritmo implementado é apresentado na figura Figura 5.

```

Robótica educacional - V 0.0.0
Autor@ Manoel Neto
Vamos aprender matemática na Prática

Digite 1 - para segmento de reta
Digite 2 - para semicircunferência
  
```

Figura 5. Menu do algoritmo para os cálculos matemáticos. Fonte: Autor.

2.3. Cálculos Matemáticos

Dependendo do tipo de percurso escolhido, temos o detalhamento dos questionamentos respondidos e suas fórmulas matemáticas para resolução.

- Segmento de Reta: Referências: Rodas da Unidade Robótica; Valores previamente medidos: Raio das rodas (r), tamanho do segmento (d), pulso(t_0).

A Tabela 1 apresenta os valores utilizados no mapeamento dos motores. Os valores 78 111 foram os melhores valores encontrados para o projeto para rotação adequada do segmento de reta.

Tabela 1. Mapeamento dos Servos Motores para Segmentos de retas

<i>Servo Esquerdo</i>	<i>Servo Direito</i>
78	111

- Comprimento da roda (C): $C = 2 * \pi * r$
- Rotações das rodas necessárias para percorrer o segmento (u): $u = \frac{d}{C}$
- Tempo de Rotação (t): $t = u * t_0$
- Distância por Pulso (D): $D = \frac{C}{t_0}$
- Quantidade de Pulsos (x): $x = \frac{d}{D}$
- Arco de Circunferência: Referências: Angulação, eixo da unidade e circunferências descritas pelas rodas; Valores previamente medidos: Ângulo (α), raio eixo (r_x), comprimento do eixo (m), pulso (t_x).

Na Tabela 2 utilizamos a mesma estratégia conforme apresentado na Tabela 1, pra mapear os ângulos de 30, 45, 60 e 90, medidos em graus.

Tabela 2. Mapeamento dos Servos Motores para Arcos

<i>Angulação (graus)</i>	<i>Servo Esquerdo</i>	<i>Servo Direito</i>	<i>Raio Eixo (cm)</i>	<i>Tempo (s)</i>
30	70	100	11	5.56
45	78	100	11.8	8.23
60	70	105	14.7	7.93
90	110	110	8.9	3.5

- Raio da circunferência interna (r_i): $r_i = r_x - \frac{m}{2}$
- Raio da circunferência externa (r_e): $r_e = r_x + \frac{m}{2}$;
- Comprimento circunferência interna (C_i): $C_i = 2 * \pi * r_i$;
- Comprimento circunferência externa (C_e): $C_e = 2 * \pi * r_e$;
- Distância por Pulso Interno (D_i): $D_i = \frac{C_i}{t_x}$;
- Distância por pulso externo (D_e): $D_e = \frac{C_e}{t_x}$;
- Tamanho do arco interno (l_i): $l_i = \frac{(\alpha * 2 * \pi * r_i)}{360^\circ}$;
- Tamanho do arco externo (l_e): $l_e = \frac{(\alpha * 2 * \pi * r_e)}{360^\circ}$;

- Relação entre o número de pulsos da roda externa e o número de pulsos da roda interna (T): $T = \frac{l_i}{l_e}$;

3. Resultados e Discussões

Todo o custo para a prototipagem ficou em torno de 15% em comparação ao valor do kit LEGO. A tabela 3 mostra a discriminação da construção da unidade robótica.

Tabela 3. Custo da unidade robótica prototipada

<i>Qtd</i>	<i>Item</i>	<i>Descrição</i>	<i>Preço</i>
1	Arduino	Controla o robô com linguagem de programação	R\$80,00
1	Chassi 3D	Kit com a base e suportes em impressão 3D	R\$170,00
2	Motores	Utilizado nas rodas	R\$120,00
2	Pneus	Aneis de borracha para as rodas	R\$7,00
1	Fonte	alimentação externa de 9V	R\$13,00
TOTAL			R\$390,00

Para o segmento de reta e o arco de circunferência, a maior problemática estava na calibração dos servos motores. Diferentemente de motores de passo, a variação da potência causaria uma grande alternância nos resultados esperados. Para os arcos, ficou-se decidido que trabalharíamos com ângulos notáveis. Ademais, percebemos que a alimentação de 5V, enviada à unidade via cabo USB, era insuficiente para que pudéssemos garantir sempre resultados igualitários, mesmo entrando com dados constantes para cada servo motor. A resposta dava-se pela capacidade de carga da bateria dos notebooks. Utilizamos uma fonte externa para sanar o problema. A unidade robótica desenvolvida é apresentada na Figura 6.

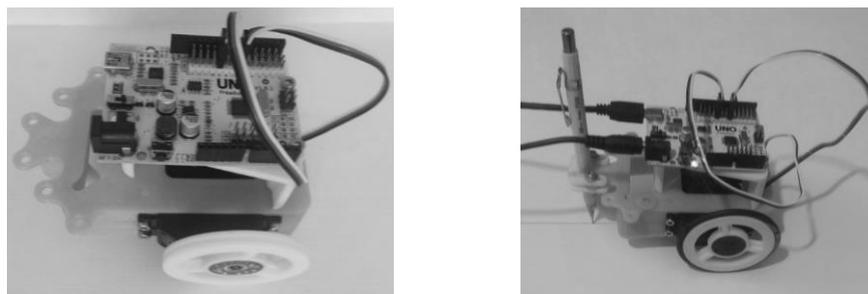


Figura 6. Unidade robótica desenvolvida no projeto. Fonte: Autor

4. Considerações

O presente artigo procura promover a assimilação de conteúdos matemáticos, tanto algébricos como geométricos, tomando como base o desenvolvimento de uma unidade robótica de baixo custo, de modo que o modelo prototipado consiga comprovar cálculos previamente feitos em sala de aula. O teste para tal comparação se dá por valores inseridos pelos alunos, e que, mesmo utilizando componentes de baixa precisão, os resultados alcançados são satisfatórios para a realização de atividades, como a descrição

de segmentos de retas e arcos de circunferências. Como trabalhos futuros, desejamos estender às possibilidades da unidade robótica realizar angulações para arcos não apenas notáveis, assim como propor realizações de outras práticas que utilizem outros conceitos matemáticos.

Referências

- Andrade, F. J. S. (2013). Robótica educacional: uma metodologia educacional no estudo de funções de 7º ano (Doctoral dissertation).
- Azevedo, F. M. D. (2013). Estudo e projeto de melhoria em máquina de impressão 3D (Doctoral dissertation, USP).
- Costa, R. E., Netto, A. V. (2011). Robótica educacional como instrumento de apoio a aprendizagem da Lógica Matemática. *III Workshop de Trabalhos de Conclusão de Curso do UNICEP*.
- D'Abreu, J. V. V., Ramos, J. J., Mirisola, L. G., & Bernardi, N. (2013, October). Robótica educativa/pedagógica na era digital. *In II Congresso Internacional TIC e Educação*. Disponível em: Acesso em (Vol. 15).
- Da Silva L., B., & Pergher, R. (2013) Modelagem Matemática de Robôs Através de Transformações Lineares.
- De Diretrizes, L. (1996). Bases da educação Nacional. EESC. Disponível em: <http://www.eesc.usp.br/portaleesc/index.php?option=com_content&view=article&id=1934:manufatura-aditiva-o-futuro-do-mercado-industrial-de-fabricacao-e-inovacao&cat>
- Fagundes, C. A. N., Pompermayer, E. M., Basso, M., & Jardim, R. F. (2005). Aprendendo matemática com robótica. *Novas Tecnologias em Educação, CINTED-UFRGS*, 3(2).
- Maliuk, K. D. (2009). Robótica educacional como cenário investigativo nas aulas de matemática.
- Marques, A. L. A. (2014). Os robots e a geometria dinâmica no ensino das funções no 7º Ano de Escolaridade: um estudo de caso (Doctoral dissertation).
- Martins, E. F. (2012). Robótica na sala de aula de matemática: os estudantes aprendem matemática?
- Oliveira, E.S. Um breve prognóstico do uso da Robótica Educativa na prática educacional de discentes/professores do mestrado MECM/.
- PCN, Ciências da Natureza e suas Tecnologias. (2002). Ensino Médio Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Brasília: Ministério da Educação Secretaria da Educação Média e Tecnológica*.
- Silva, H. R., da Fonseca Silva, S., & da Silva, J. R. (2015) Robótica e Matemática na Formação da Cidadania: Associando Números Negativos e Educação no Trânsito. *In VI WORKSHOP DE ROBÓTICA EDUCACIONAL* (p. 10).
- Souza, F. Arduino UNO. Disponível em: <<http://www.embarcados.com.br/arduino-uno/>>. Acesso em: 29 jan 2017.
- Thingiverse . Disponível em <<http://www.thingiverse.com/thing:210098>>, Acesso em: 10 Dez 2016.