



# Desenvolvimento de um robô equilibrista utilizando Arduino

## *Development of a balancing robot using Arduino*

Rafael Romano\*, Jonas Joacir Radtke<sup>†</sup>

### RESUMO

A robótica educativa é um método que utiliza robótica como ferramenta pedagógica para o desenvolvimento de diversas competências. Um projeto que utiliza essa ferramenta é o desenvolvimento de um robô equilibrista, que é um robô que se mantém equilibrado sobre duas rodas. Neste trabalho um robô equilibrista foi projetado em CAD 3D e construído em acrílico. A estrutura eletroeletrônica é controlada por uma placa Arduino, que é um microcontrolador programável de baixo custo. O objetivo desse projeto é atrair a atenção de alunos para temas de maior complexidade, como é o caso de matemática, física, programação e eletrônica. Para isso foi desenvolvido um conjunto de tarefas com nível gradual de dificuldade, buscando o engajamento e ganho de conhecimento por parte dos alunos. O conhecimento adquirido pelos integrantes deste projeto, juntamente com todo o material elaborado, será aplicado em uma turma de ensino médio de um colégio público da cidade de Francisco Beltrão – PR.

**Palavras-chave:** robótica, educação, eletrônica, programação.

### ABSTRACT

Educational robotics is a method that uses robotics as a pedagogical tool for skills development. One project that uses this tool is the development of a self-balancing robot, which is a robot that keeps itself balanced on two wheels. In this work a self-balancing robot was designed in 3D CAD and built with acrylic. The electro-electronic structure is controlled by an Arduino board, which is a low-cost programmable microcontroller. The aim of this project is to attract students' attention to more complex topics, such as mathematics, physics, programming and electronics. For this, a set of tasks with a gradual level of difficulty was developed, seeking the engagement and gain of knowledge by the students. The knowledge acquired by the members of this project, together with all the elaborated material, competent in a high school class of a public school in the city of Francisco Beltrão - PR.

**Keywords:** robotics, education, electronics, programming.

## 1 INTRODUÇÃO

A dificuldade na aprendizagem de temas com certa complexidade, geralmente está relacionada ao tipo de abordagem com a qual são tratados. Sendo assim, várias ferramentas pedagógicas vêm sendo desenvolvidas e implementadas para facilitar o entendimento de diversas disciplinas da área de exatas. Dentre essas ferramentas, a robótica educativa surge como uma boa opção, pois segundo Ribeiro et al. (2011), a robótica educativa é uma forma precisa e avançada para aprender conceitos de várias áreas disciplinares e desenvolver múltiplas competências.

\* Engenharia Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil; [rafaelr@alunos.utfpr.edu.br](mailto:rafaelr@alunos.utfpr.edu.br)

<sup>†</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão; [jonas@utfpr.edu.br](mailto:jonas@utfpr.edu.br)



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

A multidisciplinaridade envolvida na robótica, evidencia o seu potencial como ferramenta pedagógica. Além disso, a acessibilidade dos alunos a tecnologia, através de celulares, computadores ou até mesmo em carros, facilita ainda mais sua imersão na tecnologia. Apesar dessa relação cotidiana dos alunos com a tecnologia, existe uma dificuldade em entender seus princípios, que são baseados em conceitos das ciências exatas. Segundo Barreto et al. (2009) isso é, de certa forma, um paradoxo.

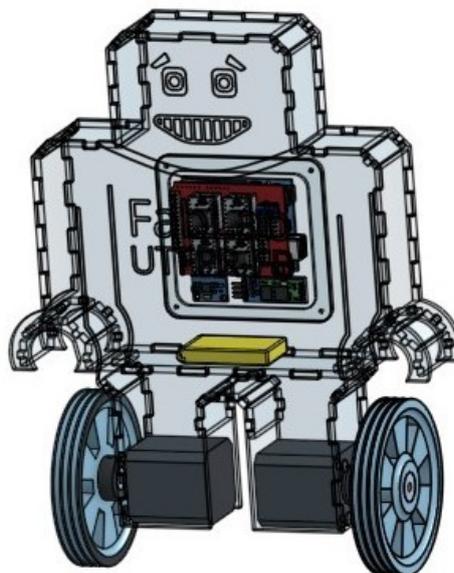
O excesso de informações é um dos fatores que acaba por dispersar a atenção dos jovens para o aprendizado de temas de maior complexidade, como geralmente é o caso das ciências exatas. Diante da facilidade de estarem conectados à internet, com acesso a mídias digitais e redes sociais, o desinteresse por temas mais difíceis de serem compreendidos, é um problema recorrente e um desafio aos profissionais da educação. Mas afinal, qual seria o tipo de abordagem mais adequada para atrair a atenção de jovens para esses temas mais complexos?

Uma opção é a construção de um robô equilibrista, que funciona equilibrando toda sua estrutura sobre duas rodas. Ele realiza o controle preciso das rodas para que fique com seu eixo vertical o mais próximo possível de estar perpendicular à superfície terrestre. Por ser um equipamento dinâmico, o robô equilibrista tem potencial de chamar bastante atenção, sendo um bom exemplo de robótica educativa. Dessa forma, atrai a atenção de jovens para projetos que abordam conceitos de ciências em geral, sendo possível abordar fundamentos do seu funcionamento. Esses conceitos são baseados principalmente em matemática, física, eletrônica e programação. Além disso, ao chamar atenção, esse tipo de projeto acaba dando visibilidade a outros projetos, que também são expostos em eventos da UTFPR.

## 2 MÉTODOS

O primeiro objeto de estudo foi o desenho em CAD 3D da estrutura do robô (Figura 1). Para desenvolver este projeto foi utilizada uma ferramenta online chamada Onshape, disponível no site [www.onshape.com](http://www.onshape.com). Esta ferramenta foi escolhida pois, apesar de ser gratuita, possui recursos e usabilidade similares aos melhores softwares comerciais da área.

**Figura 1: Projeto 3D do robô equilibrista**



**Fonte: Autoria própria (2021)**



A estrutura foi projetada para conter todos os componentes eletrônicos de forma que ocupassem o menor espaço possível, mas ao mesmo tempo, possibilitasse sua manutenção. A estrutura foi pensada de forma que permita a troca de componentes, sendo possível acessar facilmente os componentes do robô. Sua construção foi feita em acrílico transparente, possibilitando a visualização de seu interior com todos os componentes eletrônicos utilizados.

A construção das peças que compõem toda a estrutura do robô exigiu estudos em usinagem, sendo que a maior parte das peças foram fabricadas em uma fresadora CNC<sup>1</sup>, a partir de chapas de acrílico. As rodas foram impressas em uma impressora 3D<sup>2</sup> e peças de alumínio para fixação das rodas aos motores foram usinadas em um torno CNC<sup>3</sup>. Toda a construção foi realizada no Laboratório de Fabricação (FabLab) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão.

A eletrônica, mostrada na Figura 2, é controlada por um Arduino UNO, que é um microcontrolador programável de baixo custo que pode ser facilmente encontrado em lojas de eletrônica. Nesse microcontrolador foi acoplada uma *CNC shield*, que é uma placa eletrônica que facilita as ligações entre o microcontrolador e os *Drivers A4988*. Estes componentes eletrônicos são responsáveis pelo controle da direção e velocidade dos motores do robô equilibrista.

**Figura 2: Componentes eletrônicos**



**Fonte: A autoria própria (2021)**

Os motores de passo NEMA 17 são controlados pelo Arduino com base no sinal recebido de um acelerômetro, modelo MPU-6050. Este sensor é um componente eletrônico que identifica forças de aceleração sobre o corpo do robô. A partir disso, o microcontrolador recebe informações precisas de eventuais inclinações e realiza o ajuste, movimentando os motores de passo a fim de retomar o equilíbrio sobre suas duas rodas.

Junto a estrutura de eletrônica básica, foi incluído um módulo *bluetooth* de baixo consumo de energia (*Bluetooth Low Energy*, BLE). Esse módulo permite a conexão do robô com um *smartphone*. Isso possibilita que o usuário controle a direção do robô diretamente do celular, além disso, permite ajustes de forma remota que contribuem para um melhor funcionamento do robô. Todo o sistema do robô é alimentado por uma

<sup>1</sup> Router CNC é uma máquina que executa percursos de cortes pré-programados pelo usuário através de desbastes, nesse caso, por uma fresa de topo reto.

<sup>2</sup> Impressora 3D é uma máquina que constrói peças através de deposição de material.

<sup>3</sup> Torno CNC é um equipamento comandado por computador que permite a usinagem de peças cilíndricas ou projetadas para revolução.



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

bateria Lipo de 12 Volts, que fornece a energia necessária para o funcionamento de todos os componentes eletroeletrônicos.

O Arduino foi programado em um ambiente de desenvolvimento integrado (*Integrated Development Environment*, IDE), com linguagem de programação C++. A utilização de uma linguagem clássica na programação de microcontroladores facilita o envolvimento de estudantes de engenharia e informática nestas tarefas. Além disso, a utilização de programação orientada a objetos simplifica muito a utilização de diversos sensores e atuadores através de bibliotecas disponíveis na internet.

A conexão do robô com um *smartphone* é realizada via *bluetooth*, sendo possível controlar facilmente sua direção de deslocamento. Para isso utiliza-se um aplicativo chamado *EZ-GUI Ground Station*, que possui diversas funcionalidades, como ajustes para que o robô se equilibre, configurações de conexão e controle de direção.

Como o equilíbrio do robô é feito através do controle de velocidade e direção dos motores, ele pode ser calibrado remotamente, através do *EZ-GUI*, pelo método de tentativa e erro. Toda vez que o acelerômetro identifica uma inclinação, o Arduino calcula um ajuste e movimenta os motores de forma que essa inclinação seja corrigida. O método de calibração consistiu em determinar qual seria o melhor ajuste para que mantê-lo equilibrado, ou seja, manter seu eixo vertical o mais próximo possível da posição perpendicular à superfície.

O conhecimento e o robô desenvolvido neste projeto serão utilizados em atividades práticas desenvolvidas no Colégio Estadual Léo Flach, vinculadas às disciplinas de física e informática de turmas do ensino médio. A ideia é que os alunos trabalhem com problemas práticos, construam seus próprios robôs e participem de competições entre si.

As competições realizadas entre os alunos do ensino médio serão divididas em várias etapas, contendo desde robôs bastante simples até robôs controlados pelo *smartphone*. A ideia é que os alunos sejam capazes de desenvolver os robôs em grupo com o máximo de independência possível. Nas etapas iniciais os robôs serão construídos sem microcontrolador, apenas utilizando conceitos básicos de física para ligar os motores e otimizar o desempenho fazendo ajustes estruturais para alterar a tração e o arrasto, por exemplo.

Nas etapas intermediárias, os conceitos de programação do Arduino serão apresentados aos alunos do ensino médio, utilizando para isso a plataforma de programação chamada Tinkercad, disponível em [www.tinkercad.com](http://www.tinkercad.com). Com estes conhecimentos os alunos deverão desenvolver robôs capazes de percorrer uma pista e realizar algumas ações de forma autônoma. Por fim, as etapas finais irão envolver o controle dos robôs utilizando conexão com o celular através de um módulo *bluetooth* ligado ao Arduino.

Em todas as etapas os ajustes realizados pelos alunos serão responsáveis pelo desempenho do robô nas competições. Dessa forma, será possível estimular a competição entre os alunos e conseqüentemente estimulá-los a entender os funcionamento e conceitos envolvidos, sendo um bom ponto de partida na abordagem desses temas mais difíceis de serem compreendidos.

### 3 RESULTADOS

De forma geral, a construção do robô exigiu o conhecimento de diversos *softwares*, pois cada máquina utilizada possui um software específico para seu uso. Isso foi um fator que causou algumas dificuldades e problemas ao longo das etapas desse projeto, porém gerou ganho de conhecimento de diversos processos construtivos, programação e eletrônica.

Como resultado obteve-se um projeto que está em processo final de montagem, seguindo o projeto inicial (Figura 1). Junto a isso foi desenvolvido um conjunto de tarefas que serão realizadas no colégio com os alunos do ensino médio, assim que as atividades presenciais forem retomadas.



## 4 CONCLUSÃO

A construção do robô equilibrista foi realizada de acordo com o planejado inicialmente, sendo necessário ainda, alguns ajustes para se tornar funcional. Sua construção exigiu estudos de diversos temas, como desenvolvimento em CAD 3D, circuitos eletroeletrônicos, programação e usinagem. A busca por tais conhecimentos e aplicações destes em atividades práticas de desenvolvimento e construção, forneceu uma oportunidade prática para o crescimento intelectual dos alunos envolvidos neste processo.

A capacitação dos integrantes do projeto permitirá o repasse dos conhecimentos aos alunos do ensino médio. Para tanto, foram estruturadas diversas atividades práticas que serão desenvolvidas no Colégio Estadual Léo Flach, quando as atividades presenciais puderem ser retomadas. Considerando o incremento gradual de dificuldade das etapas que serão propostas, o envolvimento dos alunos em atividades práticas e a relação com recursos tecnológicos, espera-se obter um forte engajamento dos estudantes do ensino médio nestas atividades e, conseqüentemente, incentivar estes estudantes na busca de conhecimento em conteúdos abordados em disciplinas exatas.

Com a exposição do robô equilibrista em eventos realizados no município e no próprio campus, espera-se despertar o interesse de outros jovens por cursos de áreas tecnológicas e divulgar os cursos de engenharia da universidade para toda a população.

## 5 AGRADECIMENTOS

À UTFPR Campus Francisco Beltrão por ceder o local e equipamentos para o desenvolvimento do projeto. Agradecemos também a Fundação Araucária, pela bolsa ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

- BARRETO, Fabiane e colab. **Experimentação com Robótica Educativa no Ensino Médio: ambiente, atividades e resultados**. Leonardo, p. 1811–1820, 2009.
- RIBEIRO, Célia Rosa e COUTINHO, Clara Pereira e COSTA, Manuel F. M. **A robótica educativa como ferramenta pedagógica na resolução de problemas de matemática no Ensino Básico**. 6a Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação (CISTI 2011), p. 440–445, 2011. Disponível em: <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/12920>>.