

FABRICAÇÃO DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO COMO AUXÍLIO NO ENSINO DA ENGENHARIA ELÉTRICA

Ana P. C. Cabral – ana.cabral@cear.ufpb.br
Elisabeth da S. Moraes – elisabeth.moraes@cear.ufpb.br
Nathalia D. P. Barbosa – nathalia.barbosa@cear.ufpb.br
Ramayana L. de A. Pereira – ramayana.pereira@cear.ufpb.br
Nady Rocha – nadyrocha@cear.ufpb.br
Universidade Federal da Paraíba
Cidade Universitária, s/n - Castelo Branco III
CEP: 58051-085 – João Pessoa – Paraíba

Resumo: *O mercado de trabalho está cada vez mais exigente e competitivo. Desse modo, um engenheiro eletricitista que busca uma oportunidade de emprego, precisa dominar diversas habilidades para que tenha maiores chances de ser contratado. Tendo como objetivo suprir esse déficit, os alunos na universidade procuram adquirir essas habilidades por conta própria, que vão de programação e manuseio de equipamentos até projetar componentes eletrônicos. Esse projeto tem como objetivo suprir essa necessidade oferecendo aos integrantes do projeto de extensão da Universidade Federal da Paraíba, intitulado Programação e Robótica para Ensino Médio (PROBEM), a oportunidade de aprender a confeccionar placas de circuito impresso (PCIs), o qual permite o aprimoramento dos conhecimentos adquiridos durante a graduação. O processo de criação da placa envolve a utilização de conteúdos interdisciplinares, como de eletricidade e eletrônica básica, física, química e programação, além de conhecimento em diversos softwares e hardwares. Nesse sentido, a confecção de PCIs se destaca como uma forte ferramenta para a construção de projetos dentro de todas as áreas da Engenharia Elétrica.*

Palavras-chave: *Robótica. Habilidades. Interdisciplinaridade.*

1 INTRODUÇÃO

A sociedade e suas transformações tornam a educação um fator importante para os novos desafios do desenvolvimento da tecnologia. A usual metodologia de ensino faz-se menos capaz de acompanhar as problemáticas do mundo moderno, sendo necessário que o conhecimento seja capaz de formar novas competências no aprendizado (LE BOTERF, 2003).

Os métodos mais recentes de transformar a educação devem modificar a maneira do educador trabalhar e os incentivá-los para que além do ensino das áreas específicas teóricas do conhecimento, seja colocado como foco a interação do estudante com o ambiente, o fazendo refletir, trabalhar em equipe e utilizar seu conhecimento prévio para evoluir nas atividades e desafios propostos (MASSON et al., 2012).

A prática de ensino *Problem Based Learning* (PBL), baseia-se em desafios, abordando práticas que transformam o estudante no sujeito protagonista da aprendizagem, para que sejam desenvolvidas competências que os fazem capazes de lidar com novas situações e problemas propostos, aplicando seus conhecimentos teóricos de diferentes áreas para resolvê-los (RIBEIRO, 2005).

No curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal da Paraíba, existem disciplinas que necessitam de aulas práticas para maior assimilação de conteúdo, o que permite que mais mudanças na forma do aprendizado sejam incentivadas. Contudo, pode haver dificuldades e pouco estímulo para a aplicação dessas mudanças, sendo necessário o estímulo dos alunos e professores utilizando a prática de PBL, acrescentando projetos a serem desenvolvidos por grupos de alunos com propostas pré-determinadas.

Os alunos do projeto de Extensão intitulado Programação e Robótica no Ensino Médio (PROBEM) desenvolveram no ano de 2018 atividades envolvendo principalmente o ensino da fabricação de Placas de Circuito Impresso, aos estudantes do Ensino Médio e Técnico assim como do curso de Engenharia Elétrica, tendo como objetivo o estímulo usando diferentes formas de aprendizado e despertar interesse no curso de Engenharia Elétrica, além de capacitá-los, devido a vasta aplicação das placas em projetos de disciplinas da graduação e a aplicabilidade no ensino da engenharia.

2 METODOLOGIA

A proposta do PROBEM é levar o ensino da robótica para escolas públicas de ensino médio da grande João Pessoa. Muitas dessas escolas já possuem *kits* comerciais de robótica. No entanto, esses *kits* são de arquitetura fechada, ou seja, com objetivos pré-determinados e pouca capacidade de personalização mesmo com o custo elevado, o que pode limitar a criatividade do aluno. Além disso, as escolas podem não ter professores capacitados para manuseá-los (ARAÚJO et al, 2018). Nesse contexto, o PROBEM tem o desafio de desenvolver *kits* para ensino de programação e robótica de preço mais acessível, sendo fácil manuseio e para replicar, agregando conhecimentos pertinentes do ensino médio a outros conteúdos utilizando o Arduino (arduino.cc).

De acordo com Roger Hadgraft e David (1995), o método de PBL, tem como objetivos essenciais:

- aprendizagem ativa por meio de perguntas e respostas;
- aprendizagem integrada, resolvendo problemas para os quais é necessário o conhecimento de várias subdisciplinas;
- aprendizagem cumulativa, através de uma sucessão de problemas cada vez mais complexos, para que cheguem ao nível daqueles solucionados por jovens profissionais;
- aprender para o entendimento, em vez de retenção de fatos, fornecendo tempo para reflexão, *feedback* frequente e oportunidades de praticar as habilidades aprendidas.

Dessa forma, esse método foi utilizado pensando em diversos aspectos do projeto. A alternativa encontrada para o desenvolvimento do *kit* foi a construção de PCIs para serem acopladas ao Arduino, as *shields*. O processo de construção desse *kit* levou os alunos a buscarem o conhecimento de diversas áreas de forma satisfatória. Durante esse processo houveram dificuldades, mas o grupo buscou respostas e meios de resolvê-las utilizando os conhecimentos adquiridos em disciplinas cursadas na graduação. Os alunos, juntamente com os coordenadores do projeto, planejam o *kit* de maneira que o conhecimento fosse alcançado de forma gradativa, ou seja, os experimentos realizados com as PCIs são inicialmente simples e ganham complexidade no decorrer do curso, fazendo com que os usuários do *kit* aprendam novas maneiras de lidar com problemas e pratiquem o conhecimento e habilidades adquiridas.

3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Inicialmente, o grupo da extensão executou a tentativa de realizar um *kit* com a montagem de maquetes para o ensino da Programação e Robótica utilizando Arduino, e após diversas discussões em como melhorar a implementação, chegou-se ao consenso a proposta de criação de um *kit* didático utilizando *shields*, as placas de circuito impresso confeccionadas para serem acopladas ao Arduino, excluindo a necessidade de fios soltos e *protoboards*, além de se provar uma ferramenta prática e de vasta aplicabilidade.

Durante a realização do projeto foi discutido entre os membros as áreas de conhecimento em que o trabalho se concentra, a utilização de ferramentas de baixo custo e de *softwares* livres para possibilitar a aplicação em diversas escolas e incentivar a democratização do conhecimento. Dessa forma, o processo da criação e uso do *kit* didático foi dividido em áreas que possam ser abordadas na sua confecção, além do conhecimento prático que poderia ser aplicado.

A confecção da *shield* mostra-se como uma forte ferramenta para o entendimento prático de conceitos simples de eletricidade, como as Leis de Kirchhoff, Leis de Ohm, sinais digitais ou analógicos, conteúdo discutido na disciplina de Circuitos Lógicos, até a aplicação em projetos finais de disciplinas de Engenharia Elétrica.

3.1 Programação e a plataforma Arduino

A intenção da criação das *shields* é para que sejam usadas com o Arduino, uma placa de prototipagem eletrônica. Ele possui um microcontrolador e permite entradas e saídas que podem ser programadas por sua IDE, o *Integrated Development Environment*, basta que através da programação o usuário descreva por meio de código o que será realizado pelas entradas e saídas do seu protótipo. Com isso, surge a necessidade de aprender determinadas funções de programação e utilizar os conhecimentos já adquiridos em determinadas disciplinas, como Iniciação à Computação ou Técnicas de Programação, visto que, a linguagem de programação utilizada pelo Arduino é baseada em C/C++, permitindo que os membros pudessem colocar em prática os conhecimentos adquiridos.

3.2 Áreas de conhecimentos envolvidas na criação de Placas de Circuito Impresso

Uma área de conhecimento muito importante para a criação dos circuitos das *shields*, é a eletricidade básica. Os circuitos contidos em algumas das placas de circuito impresso consistem em LEDs (*Light Emitting Diode*, ou diodo emissor de luz) em série com resistores, que tem por objetivo simular sinais de trânsito simples e de cruzamento, em virtude disto, observou-se uma oportunidade de empregar e aperfeiçoar os conhecimentos adquiridos na disciplina de Circuitos Elétricos I, como as Leis de Ohm e Leis de Kirchhoff. Através dessas leis, foi possível dimensionar os resistores e as associações de circuitos para que os LEDs, ou outros componentes funcionassem adequadamente. A importância da simulação antes da prototipagem, foi outro ponto percebido pelos integrantes do grupo. Por isso, antes de fabricar a *shield* os alunos utilizaram programas de simulação e testaram os projetos em *protoboards* *protoboards*, sendo de suma importância na vida acadêmica, pois permite que o estudante pratique os fundamentos teóricos das disciplinas, e motivem a criação de novos projetos a partir dos conhecimentos adquiridos durante a graduação.

Os conhecimentos adquiridos na disciplina de Eletrônica Básica também são de grande valia, pois, em outro conjunto de placas foram montados circuitos com botões, *buzzer* (componente que emite som), potenciômetro (resistor variável), *Light Dependent Resistor* (LDR), resistor cuja resistência varia com a luminosidade ou luz incidente. Para utilizar tais componentes e até o próprio Arduino, que é uma placa que possui um microcontrolador e

entradas e saídas que permitem a criação de circuitos, além de um ambiente para programação, foi necessário também o conhecimento acerca da diferença entre sinais digitais e analógicos vistos nas disciplinas de Análise de Sinais e Sistemas e Eletrônica.

Por fim, foram utilizados conhecimentos das disciplinas de Física, como frequência e período para a utilização do *buzzer*. Esses conceitos são vistos na disciplina de Física Geral II dentro do conteúdo de oscilações e ondas.

3.3 Softwares utilizados

Tendo definido as áreas envolvidas, os alunos foram em busca de um *software* livre para criar as placas e decidiram por usar o Kicad (kicad-pcb.org/). Existem diversos *softwares* gratuitos e de código aberto disponíveis que permitem a criação do esquemático das placas de circuito impresso. Alguns dos *softwares* conhecidos são:

Fritzing

O *Fritzing* é um programa de código aberto que permite desenvolver o DAC (Desenho Assistido por Computador) para projetos de *hardwares* eletrônicos, para posteriormente, fabricar protótipos (TOLEDO et al., 2013). Por ser de código aberto existem muitos materiais na internet onde os usuários compartilham informações e experiências, tornando assim mais fácil de usar. Uma mudança recente é que o *Fritzing* disponibilizou a opção de visualizar o código, também é possível modificar o código e enviá-lo diretamente para um Arduino.

Kicad

Assim como o *Fritzing* o *Kicad* também é de código aberto. O mesmo possui uma biblioteca com diversos componentes eletrônicos, o qual permite desenhar o esquema do circuito e posteriormente visualizá-lo em 3D (KiCad, 2019). Caso o componente desejado não esteja disponível na biblioteca, o *software* permite ao usuário a criação de seu próprio componente.

3.4 Confecção da *shield*

No ano de 2018, foram realizados *workshops* durante o Arduino Day 2018 da UFPB, e também da Recepção Solidária 2017.2, realizada entre os cursos de Engenharia de Energias Renováveis e Engenharia Elétrica da UFPB. Os alunos do PROBEM tiveram a oportunidade de difundir os conhecimentos acerca da confecção de PCIs e *shields* aplicadas para Arduino à comunidade em geral e também acadêmica, pois esse conhecimento além de incentivar a curiosidade e a fixação de conceitos teóricos, também possibilita aplicações para tornar os projetos finais de disciplinas mais organizados e profissionais. Inicialmente, nas aulas ministradas para o público desses eventos, foi feita a introdução do significado das PCIs, suas aplicações, materiais utilizados para cada tipo de projeto, de forma que o trabalho fique otimizado e profissional, e em seguida a aula foi dividida nos tópicos a seguir:

Criação e impressão do layout

O layout a ser impresso foi criado no *software* Kicad de acordo com o que foi planejado pela equipe, com o propósito de levar como desafios a serem realizados pelos alunos durante as aulas do minicurso. Os componentes utilizados na *shields* foram: seis LEDs e seis resistores de 220Ω.

Transferência do layout a placa

Existem diversos métodos para que a passagem do layout para a PCI, a escolha feita pelo grupo foi a utilização do processo térmico, devido a seu baixo custo e facilidade de replicação

por membros menos experientes. Foi feita uma impressão em papel fotográfico, assim como uma limpeza utilizando palha de aço na parte de cobre, em seguida foi transferido o desenho pelo processo térmico, utilizando a máquina plastificadora. O tempo para realização desta transferência foi de dez minutos para cada placa.

Corrosão da placa

Com o desenho já transferido à placa, utilizou-se o percloroeto de ferro para corroer o cobre para que se formassem as trilhas do circuito, já que é uma substância menos perigosa para o uso e o processo é mais rápido, durando em média dez minutos por placa.

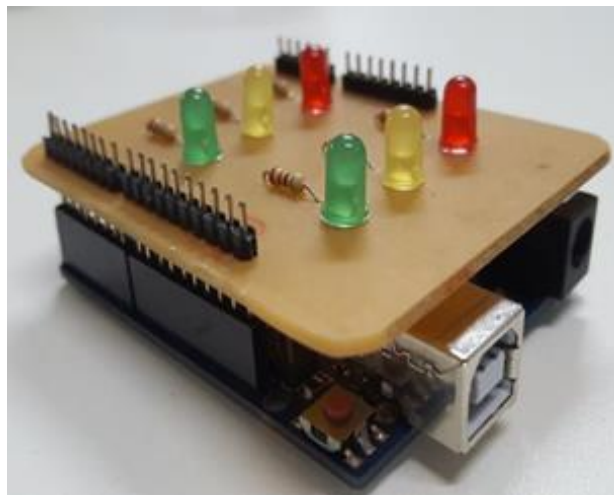
Perfuração da placa para inserção dos componentes eletrônicos

Para perfurar a placa para inserção dos componentes foi utilizada uma micro retifica e furador de placa de circuito, disponibilizados pelo Programa de Educação Tutorial (PET), da instituição.

Processo de Soldagem e Acabamento

Por fim, os componentes foram soldados na placa. Em seguida, para proteção das trilhas de cobre contra a oxidação, a mesma foi envernizada e para melhor apresentação, as bordas foram lixadas como acabamento nas *shields*. Como apresentado na Figura 1.

Figura 1 – *Shield* do semáforo de cruzamento conectada ao Arduino Uno.



Fonte: Acervo dos autores, 2018.

3.5 Elaboração das aulas

A primeira aula, pode ser o primeiro contato da maioria dos alunos com a plataforma Arduino Uno, então suas funcionalidades e aplicações são apresentadas. Também foram mostradas algumas funções da programação na IDE do Arduino. Como atividade prática, os alunos desenvolvem seu primeiro programa com o objetivo de fazer o LED interno da placa do Arduino piscar, controlando o tempo.

Na segunda aula, os alunos passaram a utilizar a primeira *shield* desenvolvida pelo grupo. Nessa aula são apresentados os componentes eletrônicos utilizados na *shield*, os LEDs, os resistores, a noções de sinais e alguns conceitos da eletrônica básica. Durante a aula são

lançados pequenos desafios que têm como objetivo explorar as funcionalidades da placa do semáforo, de maneira que o aluno consiga implementar a simulação do sinal de trânsito de cruzamento.

Durante a terceira aula são apresentadas as ferramentas de programação, como por exemplo, as estruturas condicionais conhecidas como “*if*” e “*for*”, que facilitam a implementação do sinal do cruzamento desenvolvido na aula anterior, assim os estudantes podem aprender formas de otimizar o código na programação.

Para finalizar o primeiro módulo, foi elaborado a quarta aula que utiliza a segunda *Shield*. Nessa aula foi abordado o conceito de Modulação de Largura de Pulso (PWM), assim como os componentes da *shield* como resistores, LEDs, botão e *buzzer*. Assim como nas aulas anteriores, foram lançados desafios explorando os novos conceitos, tendo como o intuito de que ao final da aula o aluno conseguisse desenvolver o sinal de trânsito de um pedestre para deficientes visuais. Podemos observar na Figura 2, os alunos e ministrantes de um curso realizado no Arduino Day de 2018 da UFPB.

Figura 2 – Minicurso de Confeção de PCIs do Arduino Day 2018.



Fonte: acervo pessoal dos autores, 2018.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto permitiu que os alunos participantes utilizassem a interdisciplinaridade e a colocassem em prática na composição de cada *shield*, sendo utilizados os conhecimentos das disciplinas de Química Fundamental e Introdução à Ciência dos Materiais, para utilizar os materiais e ácidos mais aplicáveis aos objetivos do *kit*; Circuitos Elétricos I, com a finalidade de elaborar os circuitos adequados às placas; a Física, levando em consideração o funcionamento de um resistor, LEDs, botão, *buzzer* junto a diversos conceitos e aplicações desses componentes; Iniciação à Computação e Técnicas de Programação, para aprender as linguagens de programação C e C++, que também são utilizadas para a elaboração dos códigos na plataforma de prototipagem, o Arduino. Essas disciplinas acabaram contribuindo e reforçando o desenvolvimento das capacidades cognitivas em diversas áreas nos alunos envolvidos. Foi necessária também a utilização de *softwares* como o Kicad, permitindo que os alunos aprendam desenhar o layout da placa.

O uso das PCIs para o desenvolvimento dos kits tem o intuito de simplificar os circuitos, excluindo o uso de fios, facilitar o manuseio, gerar curiosidade, além de preservar o tempo de vida da plataforma Arduino. Ademais, após aprenderem a confeccionar placas de circuito impresso, os alunos puderam ensinar outros alunos a criar suas próprias placas. Essas aulas foram ministradas em eventos, como o Arduino Day, evento aberto à comunidade, na Recepção Solidária de 2017.2, realizados na Universidade Federal da Paraíba em 2018 e em minicursos separados destinados aos alunos de Ensino Médio. O uso dessas placas e a confecção de kits permitiu uma experiência de aprendizagem com desafios e então uma difusão do conhecimento, com incentivo a um projeto voltado para a sociedade.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L.Y.H.; MORAES, E.S.; SILVA,L.C.;ROCHA,N.;NETTO,A.V.S.; NETO,J.M.R.S. **Robótica Educacional para formação Complementar dos Alunos do Ensino Médio**.In: COBENGE 2018 - XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2012, Salvador-Bahia-Brasil.

HADGRAFT, Roger; HOLECEK, David. **Viewpoint: towards total quality using problem based learning**. International Journal of Engineering Education, Britain, v. 11, n. 1, p. 8- 13, 1995.

KiCad EDA. KiCad. **Sobre o KiCad**. Disponível em: <<http://kicad-pcb.org/about/kicad/>>. Acesso em: 27, Abril de 2019.

LE BOTERF, G. **Desenvolvendo a competência dos profissionais**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

MASSON, T. J.; MIRANDA, L. F.; MUNHOZ JR., A. H.; CASTANHEIRA, A. M. P. . **Metodologia de Ensino: Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL)**. In: COBENGE 2012 - XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2012, Belém-Pará-Brasil. O Engenheiro Professor e o Desafio de Educar, 2012.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. **A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores**. 2005. f209 Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

TOLEDO, L. H, D; MACHADO, R. P; RAMOS, L. **Conhecendo o Fritzing**, 2013. Disponível em: <<http://www.earduino.com.br/wp-content/uploads/downloads/2013/07/2013-Conhecendo-o-Fritzing-parte-I.pdf>>. Acesso em: 27, Abril de 2019.

MANUFACTURE OF PRINTED CIRCUIT BOARDS AS AID IN EDUCATION OF ELECTRICAL ENGINEERING

Abstract: *The labor market is becoming more demanding and competitive. An electrical engineer looking for a job opportunity needs to master several skills to have a better chance to*

get hired. To fulfill this deficit, the graduation students should seek to acquire these skills on their own, from programming, to manipulating software to designing and implanting electrical equipment or electronic components. Therefore, the objective of this project is to meet this need by offering members of the robotics group and other students of the Federal University, PROBEM - Programming and Robotics in High School - the opportunity to learn how to make printed circuit boards, the PCIs, to improve and strengthen the knowledge acquired during graduation. The process of board creation involves the use of interdisciplinary contents of basic electricity, electronics, physics, chemistry and programming, as well as software knowledge such as Kicad and hardware such as Arduino. In this sense, the creation of PCIs stands out as a strong tool for the construction of projects in any of the of Electrical Engineering areas.

Key-words: *Robotic. Skills. Interdisciplinarity.*