



APLICAÇÃO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP) NA ENGENHARIA ELÉTRICA: CONSTRUÇÃO DE UM XILOFONE CONTROLADO POR ARDUINO E TRANSISTORES

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6125

Autores: MIQUÉIAS DE JESUS SILVA, VICTOR FELÍCIO RIGONATO, ANA CLÁUDIA BRASIL TEODORO MOTA, THAMYRIS DA SILVA EVANGELISTA

Resumo: O trabalho apresenta a aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na Engenharia Elétrica por meio do desenvolvimento de um xilofone automatizado, utilizando Arduino UNO, motores de corrente contínua e transistores MOSFET IRFZ44N. O projeto integrou conhecimentos de eletrônica, controle e programação, promovendo o aprendizado prático e colaborativo. Os alunos foram responsáveis por toda a construção, desde o circuito até a estrutura física, enfrentando desafios como superaquecimento de componentes e ajuste das baquetas. A atividade reforçou a importância da autonomia, criatividade e trabalho em equipe, evidenciando como metodologias ativas podem enriquecer a formação técnica e interpessoal dos estudantes, mesmo com recursos simples e acessíveis.

Palavras-chave: Aprendizagem baseada em problemas, Arduino, Automação

APLICAÇÃO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP) NA ENGENHARIA ELÉTRICA: CONSTRUÇÃO DE UM XILOFONE CONTROLADO POR ARDUINO E TRANSISTORES

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por abordagens pedagógicas mais atrativas e eficazes no ensino de Engenharia tem impulsionado a adoção de metodologias como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e o uso de tecnologias acessíveis, como o Arduino. Tais ferramentas permitem o desenvolvimento de protótipos funcionais que estimulam a criatividade, o pensamento crítico e a aplicação prática de conceitos teóricos, promovendo uma aprendizagem significativa (Zancul et al., 2017).

Nesse sentido, autores como Kolb (1984) destacam que a aprendizagem é mais eficaz quando parte da experiência concreta e da experimentação. Da mesma forma, Barell (2011) argumenta que, ao lidar com problemas reais ou desafiadores, o estudante assume um papel mais ativo em sua formação, desenvolvendo habilidades fundamentais como raciocínio lógico, tomada de decisão e pensamento crítico, competências essas que são indispensáveis para a atuação profissional na engenharia.

Projetos como o desenvolvimento de instrumentos musicais automatizados exemplificam bem essa abordagem. Eles integram conhecimentos de eletrônica, controle e programação, despertando o interesse dos estudantes e facilitando a compreensão de conteúdos complexos. O uso de Transistor de Efeito de Campo de Metal-Óxido-Semicondutor (MOSFETs), por exemplo, permite acionar motores de forma precisa e com baixo consumo de energia, já que esses componentes funcionam como interruptores eletrônicos rápidos e confiáveis. Essa característica é essencial em sistemas onde é necessário ligar e desligar cargas com eficiência, como ocorre no controle de motores CC, tema amplamente abordado em disciplinas como Fundamentos de Eletrônica e Sistemas Embarcados (Sedra & Smith, 2015). A construção do projeto com base na ABP reforça que, ao se depararem com desafios complexos durante o desenvolvimento de um protótipo, os discentes podem trabalhar de forma mais ativa suas habilidades práticas e cognitivas, adquiridas ao longo do curso. Permitir que os alunos elaborem um projeto desde a estaca zero até seu completo funcionamento corrobora a ideia defendida por Barell de que um papel mais ativo no processo de aprendizagem contribui significativamente para o desenvolvimento de competências essenciais para a atuação profissional futura.

Neste contexto, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um xilofone automatizado utilizando Arduino, motores DC e transistores MOSFETs. O artigo está dividido em quatro seções, nas quais serão discutidos os conceitos fundamentais, a metodologia utilizada, os resultados obtidos e as considerações finais. O dispositivo visa demonstrar, de forma lúdica e acessível, o funcionamento de sistemas de acionamento eletrônico, controle digital e integração mecânica. Mais do que um experimento técnico, trata-se de uma oportunidade prática, dentro da proposta da ABP, para consolidar conteúdos curriculares e desenvolver competências interpessoais, contribuindo para a formação integral dos estudantes de Engenharia Elétrica.

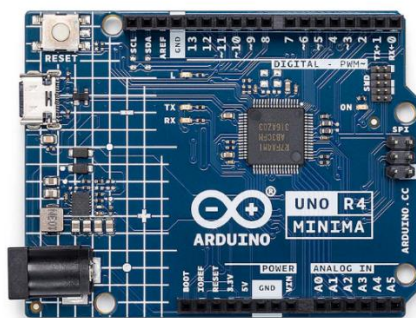
2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Arduino UNO

Desenvolvido com o objetivo de facilitar e democratizar o acesso à eletrônica para um público mais amplo, o Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto. Isso significa que tanto o hardware quanto o software do Arduino são livres para uso, estudo e modificação por qualquer pessoa. A plataforma é composta por uma placa que possui um microcontrolador, no caso mais comum, o ATmega328, responsável por executar o programa escrito na IDE do Arduino, ler sinais de entrada e saída, gerar sinais de controle, medir o tempo, entre outras funções. Em outras palavras, ele atua como o “cérebro” do sistema. Além da placa, o Arduino conta com uma IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado), onde o código, escrito em C/C++, é desenvolvido e posteriormente carregado no microcontrolador. Todo esse processo é realizado de forma simples, rápida e eficiente (Arduino.cc, 2025).

Devido à sua acessibilidade e facilidade de uso, o Arduino é amplamente utilizado em laboratórios educacionais e por entusiastas de diferentes níveis de conhecimento. No projeto descrito neste artigo, foi utilizado o modelo Arduino UNO, ilustrado na Figura 1. Para o desenvolvimento da aplicação, foi elaborado um código que aciona as saídas digitais do Arduino em nível lógico alto (1) por um tempo predeterminado. Esse tempo corresponde à duração de cada nota musical tocada em um xilofone, permitindo a execução da melodia desejada.

Figura 1 – Arduino UNO.



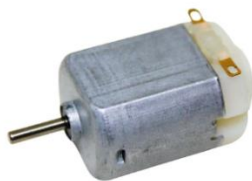
Fonte: Arduino.cc, 2025.

2.2 Motor de Corrente Contínua (CC)

Motores são componentes amplamente utilizados na eletrônica e na robótica, sendo responsáveis por converter energia elétrica em movimento mecânico de rotação. Esse processo ocorre quando uma corrente elétrica contínua percorre a bobina do motor, interagindo com o campo magnético de um ímã; essa interação gera uma força mecânica que produz torque e realiza trabalho (Chapman, 2013).

Para o desenvolvimento deste projeto, foram utilizados oito motores de corrente contínua (CC) de 03-5V, apresentados na Figura 02. Eles são responsáveis pela movimentação de cada uma das baquetas do xilofone, que os alunos desenvolveram a partir de palitos de picolé, pregos e ligas elásticas, reforçando o papel do desenvolvimento de habilidades práticas, que é um dos focos deste trabalho. Os motores foram fixados em um suporte de apoio e devidamente conectados ao circuito. A escolha desse tipo de motor se deu por sua eficiência e robustez frente a oscilações de corrente, característica importante considerando que a ativação pelo Arduino ocorre em intervalos de poucos segundos.

Figura 2 – Motor CC 3-5V.

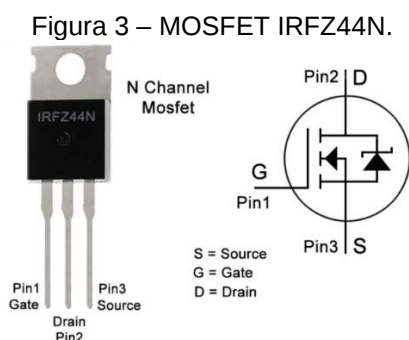


Fonte: WJ Componentes, 2025.

2.3 Transistor de Efeito de Campo de Metal-Óxido-Semicondutor - MOSFETs IRFZ44N

Transistores são componentes eletrônicos semicondutores usados principalmente para amplificação de sinais ou como interruptores eletrônicos. O MOSFET é um tipo específico de transistor, conhecido como transistor de efeito de campo. Ele possui uma estrutura básica composta por três terminais: *Gate*, *Drain* e *Source*. Dependendo da tensão aplicada a esses terminais, o transistor apresenta comportamentos distintos (Boylestad, 2013).

No projeto desenvolvido, foi escolhido o MOSFET IRFZ44N, apresentado na Figura 03, devido às suas características de robustez no chaveamento de cargas maiores. Este componente suporta correntes extremamente altas, chegando a 49 A, o que o torna ideal para a aplicação, já que a corrente no circuito pode variar abruptamente e atingir picos de até 3 A. Caso fosse utilizado um transistor comum, haveria grande risco de queima devido a essas oscilações. Além disso, destaca-se a alta velocidade de chaveamento do IRFZ44N, característica fundamental para a ativação eficiente dos motores. Para o funcionamento completo do projeto, foram utilizados oito MOSFETs, um para cada motor CC.



Fonte: MarkerHero, 2025.

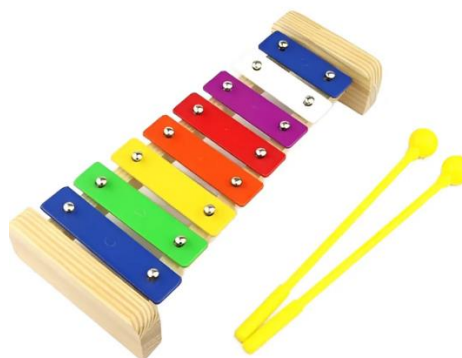
2.4 Xilofone

Instrumento musical de percussão pertencente à família dos idiofones, o xilofone é composto por lâminas feitas de materiais com características ressonantes (como madeira ou metal), que são percutidas com baquetas. Cada lâmina produz uma nota específica, permitindo que sejam organizadas como teclas de um piano em uma escala crescente de notas, iniciando pelas mais graves (como o dó) até as mais agudas (como o sol). Para atender

a diferentes finalidades musicais, existem três tipos principais de xilofones: soprano, alto e baixo (Lisboa, 2024).

No projeto do xilofone automático, a equipe optou por utilizar um xilofone infantil de 8 notas, apresentado na Figura 4, pela praticidade de manuseio. Foi construída uma base de madeira que envolvia o xilofone e acomodava os motores e a protoboard com o circuito eletrônico. O instrumento era acionado por baquetas desenvolvidas especificamente para o projeto, nos momentos apropriados, conforme a lógica implementada no sistema.

Figura 4 – Xilofone Infantil.



Fonte: Mercado Livre, 2025.

2.5 Código Desenvolvido

Respeitando a programação do Arduino, foi desenvolvido um código na linguagem computacional C/C++ para implementação na IDE do Arduino. O código representava a parte principal e inicial do projeto, pois era ele que comandaria as baquetas fixadas aos motores, executando os movimentos conforme a ordem e o tempo de cada uma das notas da música selecionada.

No desenvolvimento do código, a equipe iniciou o trabalho definindo qual saída do Arduino controlaria cada MOSFET que por sua vez, estava conectado a um motor, seguindo a ordem em que as notas estavam dispostas. Também foi estabelecido um tempo de ativação e pausa para cada nota, determinado em milissegundos. Essa etapa é apresentada na Figura 5.

Figura 5 – Parte Inicial do código desenvolvido.

```
1 // Definir os pinos para os MOSFETs (conectados às solenoides)
2 const int mosfet1 = 6; // Dó (C)
3 const int mosfet2 = 2; // Ré (D)
4 const int mosfet3 = 7; // Mi (E)
5 const int mosfet4 = 3; // Fá (F)
6 const int mosfet5 = 8; // Sol (G)
7 const int mosfet6 = 4; // Lá (A)
8 const int mosfet7 = 9; // Si (B)
9 const int mosfet8 = 5; // Dó5 (C5)
10
11 // Configuração do tempo de ativação (em milissegundos)
12 int tempoAtivacao = 200; // Tempo de ativação para cada nota
13 int tempoPausa = 100; // Pausa após cada nota
```

Fonte: Os Autores, 2025.

Após as definições iniciais, foi utilizada uma função para tocar uma nota, ativando e desativando o MOSFET correspondente. Em seguida, iniciou-se o processo de definir uma sequência de notas que correspondesse a cada MOSFET específico. Textualmente, essa

parte do código basicamente identificava, a partir da nota selecionada, qual dos motores seria ativado. As etapas descritas são apresentadas na Figura 6.

Figura 6 – Definição da sequência de notas.

```
15 // Função para tocar uma nota (ativar/desativar o MOSFET correspondente)
16 void tocarNota(int mosfet) {
17     digitalWrite(mosfet, HIGH); // Ativar solenóide (MOSFET liga)
18     delay(tempoAtivacao); // Aguarda o tempo da nota
19     digitalWrite(mosfet, LOW); // Desativar solenóide (MOSFET desliga)
20     delay(tempoPausa); // Pausa após a nota
21 }
22
23 // Função para tocar a música com a sequência de notas
24 void tocarMusica(String musica) {
25     for (int i = 0; i < musica.length(); i++) {
26         char nota = musica[i];
27
28         switch (nota) {
29             case 'D': // Dó
30                 tocarNota(mosfet1);
31                 break;
32             case 'R': // Ré
33                 tocarNota(mosfet2);
34                 break;
```

Fonte: Os Autores, 2025.

Em uma função de loop na programação do código, a partitura da música desejada foi escrita na ordem em que as notas seriam tocadas, e foi definido que sua duração seria de 40 segundos. Após esse tempo, uma pausa seria realizada e a música tocaria novamente, repetidamente, até que o operador optasse por pausá-la. A última etapa do código está apresentada na Figura 7.

Figura 7 – Partitura da música escrita no código.

```
82 void loop() {
83     // Sequência da música "Brilha, Brilha, Estrelinha"
84
85     String musica =
86         "S D I L S"
87         "L S S S "
88         "L S L I D"
89         "S D I L S"
90         "L S S S "
91         "L S L I D D"
92
93     ;
94
95     // Tocar a música por 40 segundos
96     unsigned long tempoInicial = millis();
97     while (millis() - tempoInicial < 40000) { // 40 segundos
98         tocarMusica(musica);
99     }
```

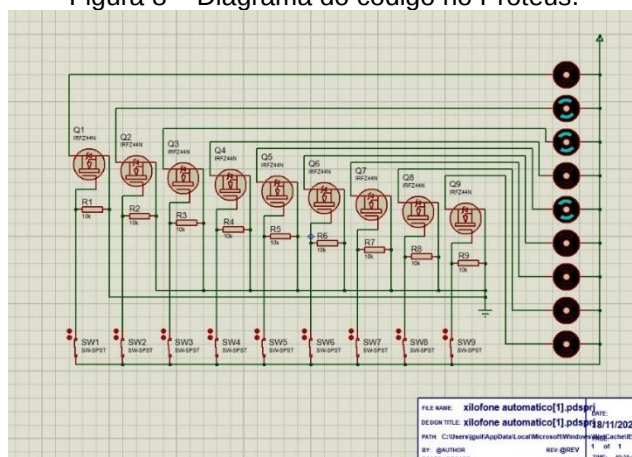
Fonte: Os Autores, 2025.

2.6 Simulações no Software Proteus Design Suite

Para garantir a funcionalidade correta do circuito idealizado para a execução do projeto, tornou-se indispensável realizar algumas simulações com todos os componentes utilizados, visando a uma maior compreensão do circuito. Para essa tarefa, a equipe utilizou o software Proteus (versão estudante). O software Proteus Design Suite é voltado para a criação e o desenvolvimento de projetos eletrônicos, e conta com uma vasta biblioteca de componentes ideais para a construção de diversos tipos de circuitos (Labcenter Electronics, 2025).

Na Figura 8, o esquemático do circuito é apresentado. Nele, é possível identificar como os componentes estão conectados e o papel dos MOSFETs como chave eletrônica. Também é possível observar que todos os motores são alimentados por uma fonte positiva, e que a conexão do transistor é responsável pela linha negativa. Ao ser acionado pelo Arduino, que no diagrama é representado por chaves do tipo SPST, o circuito, que até então estava aberto (sem conexão), passa a se fechar, permitindo o funcionamento do motor.

Figura 8 – Diagrama do código no Proteus.

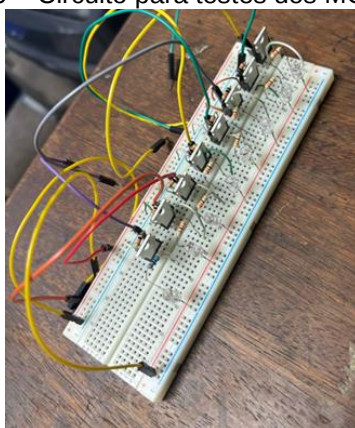


Fonte: Os Autores, 2025.

3 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

De início, fora construído, em uma protoboard, um protótipo do circuito com MOSFETs, responsáveis por integrar a ação do Arduino ao acionamento dos motores CC individualmente, com o intuito de testar o funcionamento dos componentes, assim como proposto no diagrama feito na plataforma Proteus, referenciado na Figura 8. Dessa forma, foram conectados os pinos de saída do Arduino Uno ao circuito, através da porta *gate* do transistor, agindo assim como uma chave eletrônica, dependente da ação do microcontrolador para que haja tensão em sua porta de saída (drain), a qual foi conectada a uma associação em série de um resistor de $1k\Omega$ e um LED, como mostrado na Figura 9 para confirmação visual do funcionamento.

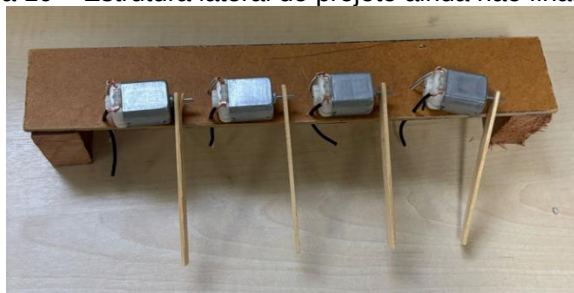
Figura 9 – Circuito para testes dos MOSFETs.



Fonte: Os Autores, 2025.

A partir dos resultados satisfatórios com a execução dos transistores de efeito de campo, partiu-se para a construção da estrutura responsável por abrigar a protoboard e o Arduino Uno, além dos motores e seus respectivos fios. Com isso, foram medidas as peças e projetadas, a partir de MDF, formando um "U" além de separar os oito motores em quartetos e, com um caibro, foram feitas colunas de sustentação para a base, adicionando consequentemente a altura necessária para que as baquetas atingissem o xilofone adequadamente, demonstrado na Figura 10.

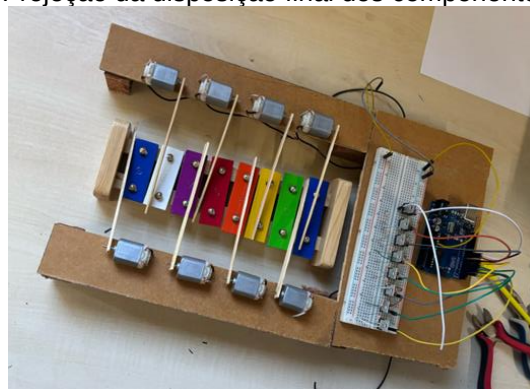
Figura 10 – Estrutura lateral do projeto ainda não finalizado.



Fonte: Os Autores, 2025.

Por seguinte, os motores foram devidamente alocados na estrutura com o uso de cola instantânea, esse processo é apresentado na Figura 11, além disso, foram feitas as perfurações na base para os fios responsáveis pela alimentação de cada motor, como mostrado na Figura 12, permitindo assim uma limpa visualização do funcionamento do projeto e evitando empecilhos.

Figura 11 – Projeção da disposição final dos componentes do projeto.



Fonte: Os autores, 2025.

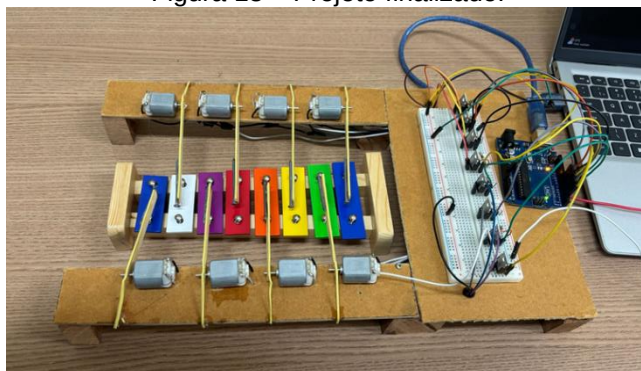
Figura 12 – Vista inferior da estrutura lateral do projeto não concluído.



Fonte: Os autores, 2025.

Por fim, foram confeccionadas as baquetas do projeto a partir de palitos de picolé, perfurados para se encaixarem no eixo dos motores. Pregos foram fixados em suas pontas com o objetivo de adicionar peso às varetas, intensificando o som produzido. No entanto, ainda se fazia necessária a ação de um mecanismo que promovesse a retração das baquetas após a execução do movimento. Para isso, foram utilizadas ligas elásticas coladas com cola instantânea ao longo de toda a extensão dos palitos e fixadas também à estrutura de MDF, resultando na configuração final apresentada na Figura 13.

Figura 13 – Projeto finalizado.



Fonte: Os autores, 2025.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O desenvolvimento do xilofone automático controlado por Arduino e MOSFETs proporcionou à equipe responsável a oportunidade de integrar, de forma prática e precisa, os conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Eletrônica Analógica e Sistemas de Controle, aplicando-os no Laboratório de Circuitos Elétricos. Essa experiência promoveu um aprofundamento do conteúdo anteriormente visto em sala de aula. Tal consolidação de habilidades pode ser observada no momento em que a equipe desenvolveu o diagrama do circuito apresentado na Figura 8, utilizando o software Proteus. Esse exercício exigiu atenção aos detalhes do projeto e permitiu aplicar, na prática, os conceitos aprendidos pois, é amplamente reconhecido, entre projetistas, que uma boa idealização do diagrama de um circuito é essencial para garantir seu correto funcionamento.

Após essa etapa, foi possível compreender na prática como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) se concretiza. Desde o início da construção do protótipo, diversos desafios surgiram, exigindo que os discentes se mantivessem atentos e proativos na busca por soluções.

4.1 Solucionando Problemas

A partir da realização dos testes com os MOSFETs, ainda no início da construção do projeto, foi observado que, quando muito próximos, o calor dos transistores afeta o funcionamento dos demais. Por isso, fora feita uma adaptação no circuito, espaçando os componentes para evitar um sobreaquecimento como é apresentado na Figura 14.

Figura 14 – Motores devidamente espaçados.



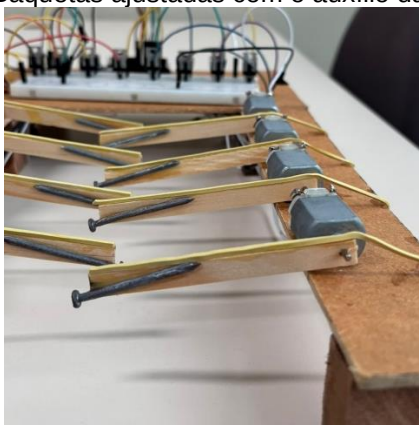
Fonte: Os autores, 2025.

Durante os testes, a equipe observou que a ativação dos motores exigia uma alta demanda de energia, o que impossibilitava o uso de um único fio de alimentação para os oito motores. Diante disso, concluiu-se que seria necessário dividir as ligações em dois grupos de quatro motores, a ligação de um dos grupos está apresentada na Figura 12. Assim, os terminais positivos de cada quarteto foram unificados e conectados a um fio de alimentação específico. Essa solução permitiu uma significativa

economia de espaço e redução na quantidade de fios, contribuindo para um circuito mais limpo e organizado. Com isso, a construção final manteve sua funcionalidade, tornando-se ao mesmo tempo mais prática e eficiente.

Entretanto, o principal desafio deste trabalho foi o ajuste das baquetas. A dificuldade não se limitou à sua confecção, que envolveu a adaptação de pregos nas pontas, mas concentrou-se principalmente na posição das ligas elásticas, exigindo um equilíbrio delicado entre a altura das baquetas e a força com que atingiam as teclas. Foram realizadas diversas tentativas e experimentações até se alcançar um funcionamento uniforme e satisfatório em todas as baquetas. O melhor resultado foi obtido ao aplicar a metodologia descrita anteriormente: colar a liga ao longo de toda a extensão lateral do palito e fixá-la à borda da estrutura, na Figura 14 é apresentada as baquetas já com a liga elástica colada em sua lateral.

Figura 14 – Baquetas ajustadas com o auxílio da liga elástica.



Fonte: Os autores, 2025.

Desse modo, foram alcançados bons resultados na execução das ações dos motores e na reprodução de músicas infantis por meio da programação adequada no Arduino, com som alto e claro, além da prevenção contra o superaquecimento das peças. Um ponto importante a ser ressaltado é a rusticidade do projeto, já que a maioria dos materiais utilizados pode ser facilmente encontrada e não exige alto investimento. A equipe optou por esses materiais com o objetivo de facilitar a reprodução do projeto em ambientes acadêmicos mais simples ou até mesmo domésticos, contribuindo para a democratização do acesso à tecnologia e a eletrônica nos mais diversos ambientes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização deste trabalho agregou de forma significativa a todos os participantes, permitindo que seus conhecimentos nas áreas de Eletrônica Analógica, Sistemas de Controle e Programação fossem ampliados e elevados a um nível técnico que não poderia ser alcançado apenas em sala de aula. Integrar a resolução de problemas, que é o principal pilar da ABP, demonstrou na prática que os discentes estão preparados para aplicar suas habilidades, sejam elas cognitivas ou práticas. Além disso, fomentar a dinâmica de trabalho em grupo mostrou a importância do aprendizado coletivo, em que um membro pode contribuir para o crescimento do outro, reforçando a ideia de que ensinar também é uma forma de aprender.

No contexto do desenvolvimento de habilidades que antes pareciam mais complexas para determinados alunos, os desafios de soldagem, prototipagem e até de programação enfrentados ao longo do projeto serviram como oportunidade para que os discentes superassem essas barreiras. Muitas vezes, essas dificuldades são comuns no processo de aprendizagem, mas, por serem os protagonistas da atividade, os alunos foram incentivados a enfrentá-las de forma autônoma. A professora esteve presente no laboratório apenas como intermediadora do processo, oferecendo pequenas dicas, enquanto a execução prática, a chamada “mão na massa”, ficou a cargo exclusivo dos alunos. Eles buscavam soluções por conta própria, consultando livros, trabalhos de referência ou até mesmo utilizando a inteligência artificial como apoio. Identificar um problema e buscar a melhor

forma de resolvê-lo é exatamente o que projetos como esse esperam dos alunos envolvidos, pois desafios e atitudes como essas refletem diretamente o que será exigido no mercado de trabalho.

A atividade também buscou ressaltar como a educação e a construção desses tipos de projetos podem estar ao alcance de uma parcela muito maior da população. A equipe focou em utilizar desde softwares que oferecem versões gratuitas ou demo para estudantes até materiais de fácil aquisição, reforçando o que já foi mencionado anteriormente: que o maior número possível de pessoas possa replicar e aprimorar o projeto, uma vez que o desenvolvimento de protótipos e projetos nunca é feito de forma individual, mas sempre coletiva. O bom funcionamento do xilofone automático nos testes em laboratório sugere futuras possibilidades, como realizar o controle da ativação via Bluetooth, programar um número maior de músicas, mais complexas, ou até mesmo desenvolver o instrumento utilizando materiais mais refinados, como uma estrutura impressa em uma impressora 3D.

A oportunidade que os discentes tiveram de trabalhar em um projeto dessa magnitude contribuiu para o desenvolvimento de concepções técnicas que confirmam os diversos estudos sobre as aplicações da ABP. Além disso, evidencia que novos métodos podem e devem sempre ser buscados, inclusive em ambientes acadêmicos, que tendem a ter uma postura um pouco mais conservadora e ritualística. O mundo está em constante evolução, e as universidades não podem ficar fora dessa curva de crescimento evolutivo, pois a educação transforma e liberta, e isso jamais pode se tornar obsoleto.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. Arduino – Plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto. Disponível em: <https://www.arduino.cc/>.

BARELL, John. Problem-based learning: an inquiry approach. 2. ed. Thousand Oaks: Corwin Press, 2011.

BOYLESTAD, R., NASHELSKY, L. Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos, 11a ed, Prentice-Hall do Brasil, 2013.

CHAPMAN, Stephen J., Fundamentos de Máquinas Elétricas. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

KOLB, David A. Experiential learning: experience as the source of learning and development. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1984.

LABCENTER ELECTRONICS. Proteus Design Suite – Software de projeto e simulação de circuitos e PCBs. Disponível em: <https://www.labcenter.com/>.

SALÃO MUSICAL DE LISBOA. Xilofone: O que é, história e tipos. Disponível em: https://www.salaomusical.com/pt/blog-instrumentos-musicais/478_xilofone-o-que-e-historia-e-tipos.html

SEDRA, Adel S.; SMITH, Kenneth C. Microeletrônica. 7. ed. São Paulo: AMGH, 2015.

ZANCUL, Eduardo de Oliveira; SILVA, Sergio Luis da; BIANCHI, Renato. Aprendizagem baseada em projetos: fundamentos e aplicações. São Paulo: Blucher, 2017.

**APPLICATION OF PROBLEM-BASED LEARNING (PBL) IN ELECTRICAL
ENGINEERING: DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED XYLOPHONE USING ARDUINO
AND TRANSISTORS**

Abstract: *This work presents the application of Problem-Based Learning (PBL) in Electrical Engineering through the development of an automated xylophone using Arduino UNO, DC motors, and IRFZ44N MOSFET transistors. The project integrated knowledge of electronics, control systems, and programming, promoting practical and collaborative learning. Students were responsible for the entire construction, from circuit design to the physical structure, overcoming challenges such as component overheating and adjusting the mallets. The activity emphasized autonomy, creativity, and teamwork, highlighting how active methodologies can enhance both technical and interpersonal skills, even with simple and accessible resources.*

Keywords: *Problem-Based Learning; Arduino; Automation.*

