

Arduino como ferramenta para ensino de programação em sistemas embarcados: Um relato de experiência

Francisco Jerferson M. da Silva, Erick Correia Silva, Kassia Cristina de Sousa Lopes, William M. Brito, Carla Bezerra, Marcelo M. Silva, Maria Viviane de Menezes

¹Universidade Federal do Ceará (UFC) – Quixadá – CE – Brasil

{jeffhyuul610,erickbastos.cs,kassia.lopes, william04}@alu.ufc.br

{carlailane, mmartins, vivianemenezes}@ufc.br

Abstract. *With the advancement of technology, it is increasingly common to search for new educational tools that contribute to the development of students' skills and competences, Computational Thinking being one of them. In the field of computing, tools such as Arduino have been increasingly used in teaching hardware and software. In this context, this article describes an experience report of teaching Arduino aimed at teaching programming and basic electronics. The action was developed with the aim of providing a practical and collective learning environment, familiarizing them with hardware programming.*

Keywords. *Programming Teaching, Arduino, hardware programming.*

Resumo. *Com o avanço da tecnologia, é cada vez mais comum a busca por novos instrumentos educacionais que contribuam com o desenvolvimento de habilidades e competências dos estudantes, sendo o Pensamento Computacional uma delas. No âmbito da computação, ferramentas como o Arduino vem sendo cada vez mais utilizadas no ensino de hardware e software. Nesse contexto, este artigo descreve um relato de experiência do ensino de Arduino voltado o ensino de programação e eletrônica básica. A ação foi desenvolvida com o objetivo de proporcionar um ambiente de aprendizado prático e coletivo, familiarizando-os com a programação em hardware.*

Palavras-Chave. *Ensino de Programação, Arduino, Programação de Hardware.*

1. Introdução

Com o aumento da utilização de sistemas embarcados e uma maior visibilidade do termo “internet das coisas” [Rose et al. 2015](IoT, do inglês *Internet of Things*), a presença de dispositivos com um maior controle e administração de recursos está cada vez mais presente no nosso cotidiano. Nessa visão, [Cunha 2007] chama a atenção para o ato de embarcar “inteligência” em objetos, indicando uma tendência futura a grande utilização de microcontroladores em equipamentos rotineiros [Dian and Carrasqueira 2019]. Nesse sentido, uma das ferramentas que mais ganha destaque é o Arduino [Evans et al. 2013], principalmente pela possibilidade de trabalhar com prototipagem e possuir uma comunidade muito ativa.

Criado em 2005 por professores e pesquisadores italianos do *Instituto de Design Interativo de Ivrea*, o Arduino foi desenvolvido com o propósito de servir como um controlador eletrônico de baixo custo e com manuseio mais simplificado, a partir do qual seria

mais fácil criar protótipos de sistemas IoT com vários módulos periféricos, como sensores e *shields* [Evans et al. 2013]. Por seguir a filosofia de software livre [Stallman 2002] e ter seu microprocessador programável, o aparelho de controle tornou-se, com o tempo, uma poderosa ferramenta educacional para o estudo, pesquisa e prototipagem de dispositivos e sistemas inteligentes [Kondaveeti et al. 2021].

Vale ressaltar que a utilização de sistemas criados através do controlador Arduino em áreas industriais e profissionais está em constante ascensão [Ullo and Sinha 2021]. No ano de 2020, a utilização desse tipo de sistema cresceu 43% em relação ao ano de 2019 [Koenka et al. 2014]. Isso se deve ao crescimento explosivo do uso de tecnologia na área industrial e na agricultura [Tran et al. 2021]. Assim, torna-se notório a importância do uso de sistemas IoT no mercado e na indústria, fazendo-se necessário abordar esse amplo campo de estudo em cursos de graduação da área de Tecnologia da Informação.

O pensamento computacional é uma habilidade fundamental no contexto da programação em Arduino e no desenvolvimento de sistemas IoT. Como mencionado por [Wing 2006], o pensamento computacional envolve: (i) a capacidade de analisar e decompor problemas complexos em partes menores; (ii) identificar padrões e algoritmos e; (iii) criar soluções eficientes e escaláveis. Além disso, conforme ressaltado por [Resnick 2017], o pensamento computacional abrange a habilidade de abstrair problemas, modelar e representar dados de forma estruturada, e testar e depurar programas.

Essa forma de pensar é essencial para os profissionais de Tecnologia da Informação, como destacado por [Grover and Pea 2013], pois lhes permite enfrentar desafios complexos de maneira sistemática e criativa, buscando soluções inovadoras e eficazes. Ao desenvolver o pensamento computacional, os estudantes adquirem uma base sólida para enfrentar os desafios do mercado de trabalho, onde a demanda por profissionais capazes de lidar com sistemas IoT continua a crescer, conforme mencionado por [Ullo and Sinha 2020].

Em virtude dessa necessidade, o ensino de lógica e programação são essenciais para a formação de profissionais competentes no mercado de trabalho. De acordo com [Wing 2006], conhecimentos em lógica e programação deveriam ser ensinados desde o ensino fundamental. Nesse contexto, este artigo apresenta um relato de experiência sobre uma ação desenvolvida pelo Programa de Educação Tutorial - Tecnologia da Informação (PET-TI) da Universidade Federal do Ceará - Campus Quixadá, com o objetivo de apoiar o ensino e aprendizagem de programação em cursos de graduação. O foco principal foi familiarizar os estudantes com o *hardware* desde o início de sua graduação, além de trabalhar o pensamento lógico e computacional e desenvolver habilidades na área da programação. Para tal, foi realizado um curso para ensinar de forma prática o manuseio e o desenvolvimento de programas para o Arduino.

O artigo está organizado de forma a apresentar: na Seção 2 a fundamentação teórica, envolvendo os conceitos sobre ensino de microcontroladores e Arduino; na Seção 3, os trabalhos relacionados; na Seção 4, a metodologia; na Seção 5, a execução do projeto relatado; na Seção 6, os resultados alcançados e; finalmente, na Seção 7 as Conclusões.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Pensamento Computacional

O Pensamento Computacional (PC), conforme [Wing 2006], consiste em um método de resolução de problemas a partir da formação do raciocínio lógico e comportamento humano e está influenciando não só diversas áreas do conhecimento, mas também a academia e a indústria [Blikstein 2019]. Inspirado em conceitos fundamentais da ciência da computação, consiste em selecionar uma forma adequada de representação para um problema ou identificar os aspectos relevantes de um problema a fim de torná-lo tratável.

No contexto da computação, vê-se a necessidade dos profissionais saberem lidar com o uso do computador como ferramenta de aumento cognitivo humano [Blikstein 2019]. Desta maneira, o presente trabalho demonstra um resultado positivo não apenas no incentivo à permanência dos alunos na universidade, mas também um desenvolvimento como ser humano ao apresentar o PC como solução para resolução de problemas de maneira indireta.

Nesse sentido, percebe-se que o PC não está somente ligado à programação, mas também, a uma maneira de compreender os sistemas computacionais [Zanetti and Oliveira 2015]. É que a aplicação do mesmo possui consequências positivas na aprendizagem.

2.2. Arduino

O Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto que tem ganhado destaque como ferramenta para o ensino e aprendizagem de programação [Alves et al. 2018, Novák et al. 2018, Escudero et al. 2013]. Com seu baixo custo, facilidade de uso e flexibilidade [Martins 2005], o Arduino oferece aos estudantes a oportunidade de se envolvem ativamente na criação e programação de projetos reais.

Uma das principais vantagens do uso dessa ferramenta é a sua natureza prática [Oxer and Blemings 2011]. Os estudantes têm a oportunidade de desenvolver projetos e materializar, em um curto período de tempo, o resultado de seu trabalho. Isso cria um ambiente prático de aprendizagem que facilita a compreensão dos conceitos teóricos da programação, estabelecendo uma conexão direta entre lógica de programação e *hardware*. Os alunos aprendem, por exemplo, a conectar sensores, motores e LEDs, e a programá-los para funcionar em conjunto, ajudando a ilustrar conceitos como entrada e saída de dados e fluxo de controle.

É importante ressaltar também que o uso do Arduino no ensino de programação possibilita uma abordagem multidisciplinar. Os projetos com Arduino podem ser aplicados em várias disciplinas, como física [Moreira et al. 2018], matemática [Herceg and Herceg 2019], biologia [Görgülü Arı and Meço 2021] e até mesmo artes [Rocha et al. 2017], ajudando os estudantes a entender como a programação pode ser aplicada em diferentes contextos. Outra vantagem do Arduino é a sua comunidade ativa e a disponibilidade de recursos abertos. Existem fóruns online, tutoriais, exemplos de projetos e bibliotecas de código prontas para uso, que permitem aos estudantes acessar uma rica fonte de conhecimento e compartilhar experiências, promovendo o aprendizado colaborativo e o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas.

Por fim, o Arduino oferece um ambiente propício para o pensamento criativo e inovador. Os estudantes são encorajados a projetar e construir seus próprios dispositivos e sistemas, permitindo que explorem suas ideias e soluções. Ao enfrentar desafios e superar obstáculos durante o processo de criação, os estudantes desenvolvem habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e criatividade. Essas habilidades são essenciais para o desenvolvimento de futuros profissionais da área de Tecnologia da Informação [Matturro et al. 2019].

3. Trabalhos relacionados

O trabalho de [Albuquerque et al. 2016] apresenta uma pesquisa que utilizou a robótica educacional com a finalidade de desenvolver habilidades como o raciocínio lógico e auxiliar nas disciplinas curriculares. O estudo foi realizado com 18 alunos do segundo ano do curso técnico em mecatrônica, utilizando a placa Arduino como ferramenta de ensino. O estudo apresenta uma metodologia de ensino e avaliação dos resultados, além de discutir as vantagens e desvantagens do uso do Arduino no ensino de programação. Já [Alves et al. 2018] realizaram o ensino de Robótica em uma Escola Profissional, com o uso do microcontrolador PIC16F870. No trabalho, foi desenvolvido uma metodologia para incentivar os estudantes no estudo de programação por meio da robótica.

Em [Nazarov and Jumayev 2021] apresentam o uso do Arduino em aulas de laboratório para complementar a compreensão dos conceitos relacionados à engenharia elétrica nos cursos de automação e controle, visto que somente o estudo teórico não é suficiente para o domínio do conteúdo. O trabalho apresenta uma revisão da literatura a traz alguns relatos do aumento do uso de microcontroladores no ensino de programação e engenharia. Em [Cohenour 2018], os autores concluíram que o uso do Arduino em aulas de laboratório aumentou em 42% a compreensão dos alunos de engenharia.

Em [Silva et al. 2022] é apresentado um projeto de ensino que utiliza a robótica educacional e a aprendizagem cooperativa para o aprendizado dos alunos. O projeto foi implementado pelo Programa de Aprendizagem Cooperativa em Células Estudantis (PACCE) e apresenta resultados positivos na formação de habilidades sociais e técnicas dos alunos. O estudo apresenta a metodologia utilizada pelo projeto, incluindo a utilização de kits de robótica educacional e o trabalho em equipe dos alunos. O artigo também discute os resultados obtidos e as lições aprendidas durante a implementação do projeto.

Comparando com os trabalhos apresentados, o presente relato também aborda a aplicação de métodos de ensino que favoreçam principalmente as práticas e estudos aplicados ao uso do Arduino. Assim como os demais relatos, busca promover a construção de novas práticas de ensino, garantindo o avanço e a discussão sobre tópicos relevantes na área da tecnologia. No entanto, diferencia-se tanto pelo seu foco de ensino, que é o uso do Arduino, como pelos métodos de abordagem utilizados, através de um curso extraclasse para estudantes interessados que estejam no início de seus cursos de graduação. É importante destacar também que este trabalho busca incentivar a permanência e o interesse dos alunos em projetos dessa natureza, visto o baixo nível de permanência nos cursos da área de Tecnologia da Informação. Além disso, o relato desenvolve um método de ensino mais dinâmico e interativo, que adota uma estratégia voltada à prática do ensino fora da sala de aula visando os alunos como personagens principais. O trabalho foi pensado para possibilitar uma base teórica e prática ao grupo de alunos composto em sua maioria por

iniciantes, permitindo que eles possam refinar e aprofundar seus conhecimentos em um ambiente imersivo e colaborativo de ensino.

4. Metodologia

Este trabalho tem como objetivo apresentar o relato de experiência do ensino de programação utilizando o Arduino para alunos de cursos de Tecnologia da Informação no semestre de 2023.2 de forma presencial. Para isso, os bolsistas buscaram proporcionar uma nova experiência aos alunos através de uma metodologia ativa e cooperativa. O planejamento foi dividido em três etapas, apresentadas na Figura 1.

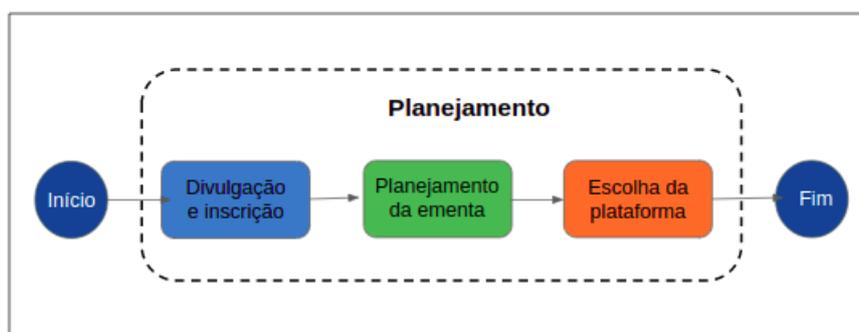


Figura 1. Fluxo de planejamento do minicurso

Divulgação e inscrição: Duas semanas antes do início programado do curso, os bolsistas envolvidos no projeto fizeram a divulgação do curso nas salas de aulas e nos canais de comunicação do Campus (e-mails, fóruns, e grupos em redes sociais), informando as datas e horário de realização da atividade. As aulas começam geralmente após 3 meses do início do semestre letivo, pois neste período os alunos já possuem conhecimentos básicos de *hardware* e programação. Levando em consideração os materiais e a capacidade do local onde a atividade aconteceria. Após o encerramento das inscrições, os inscritos receberam por e-mail um tutorial para instalação do *software* utilizado durante as aulas.

Planejamento da ementa: Visto que o ensino baseado somente na exposição de conteúdo é considerado como desmotivador para o aluno e tem se mostrado pouco eficaz no que diz respeito tanto à aquisição de conhecimento como para à aquisição de competências interpessoais necessárias no âmbito pessoal e profissional[Lima et al. 2018], buscou-se elaborar uma ementa (ver Tabela 1) que permitisse trabalhar o pensamento lógico a partir de problemas práticos, proporcionando o entendimento das principais funcionalidades do Arduino e o desenvolvimento do PC, fortalecendo assim, os conteúdos vistos somente de forma teórica nas disciplinas e as habilidades na resolução de problemas.

O próximo passo após a criação da ementa do curso, foi a escolha dos sensores e atuadores que seriam utilizados decorrer das aulas. Tais componentes são apresentados na Figura 2. Uma análise foi realizada para decidir quais seriam usados em cada encontro. Foram selecionados aqueles que tivessem em seu funcionamento alguma relação com o conteúdo abordado, de modo a favorecer a compreensão dos participantes. O 7 (botão),

Tabela 1. Ementa do curso

Aula	Tema	Práticas
Aula 1	Microcontroladores; Tinkercad	Simulações no Tinkercad
Aula 2	Introdução à Eletrônica	Blink com botão (abertura e fechamento de circuito)
Aula 3	Conceitos e Lógica de programação	Blink
Aula 4	Entradas e Saídas Digitais; Entradas analógicas	Semáforo de trânsito
Aula 5	Praticando - desenvolvimento de mini projetos	Contador com Display 7 segmentos.
Aula 6	Praticando - Desenvolvimento de mini projetos	Visualizador de som com Buzzer
Aula 7	Vetores; Matrizes	Controle de Rotação com servo motor
Aula 8	Funções e Bibliotecas	Radar com sensor ultrassônico
Aulas 9 a 12	Desenvolvimento Projeto Final	-

o 9 (LED) e o resistor foram utilizados na segunda e quarta aula, visto que com eles é possível exemplificar alguns conceitos relacionados a eletrônica como: chaveamento de circuito e limitação de corrente. Além disso, são exemplos claros de como utilizar as funcionalidades de entrada (*input*) e saída (*output*), respectivamente, conteúdo esse abordado na aula quatro. O servo motor e o sensor ultrassônico foram escolhidos visto que para sua manipulação é necessário a aplicação dos conteúdos apresentados nas aulas 7 e 8. A escolha de tais componentes permitiu que os alunos pudessem esses conteúdos de forma prática, podendo trabalhar a lógica de programação a partir do desenvolvimento dos projetos.

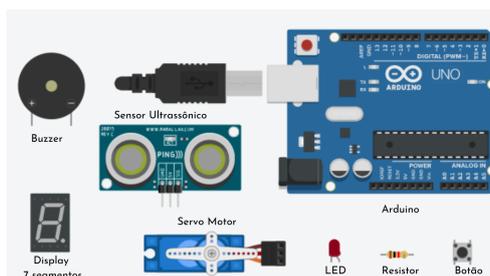


Figura 2. Sensores e componentes utilizados nas práticas do curso

Após a escolha dos componentes, os mini projetos foram criados e testados. Para cada um deles, foi criado um esquemático do circuito e implementado a lógica responsável pelo funcionamento do sistema. O programa foi desenvolvido em linguagem *Wiring* na IDE do Arduino, *software* integrado ao *hardware*, que permite a implementação do programa e a gravação do mesmo no microcontrolador.

Por último, para cada aula, foi elaborado um roteiro contendo os principais pontos que seriam abordados. Tal plano consistia em três partes: (i) teoria, (ii) apresentação e simulação do sistema e (iii) explicação da lógica.

Escolha da plataforma: Buscando promover um ambiente interativo e auxiliar no entendimento do conteúdo, buscou-se uma plataforma gratuita e de simples manuseio que oferecesse suporte aos alunos. Além disso, o uso de ferramentas de simulação também são importantes e fazem diferença no processo de aprendizagem, por permitirem que os estudantes tenham um contato com situações que irão vivenciar na vida real e no âmbito profissional. Foi escolhida a plataforma web *Tinkercad*¹, que possui interface de

¹<https://www.tinkercad.com>

programação e dispõe de uma gama de componentes que podem ser utilizados, incluindo sensores e atuadores, para simulação de circuitos elétricos. Além de possuir diversos tutoriais e uma galeria com diversos projetos compartilhados pela comunidade, que servem de exemplo e auxílio.

5. Execução do Minicurso

O minicurso foi realizado por três bolsistas e as aulas tinham o período de duração de duas horas e eram divididas em duas partes. Na primeira parte foi realizada a metodologia expositiva e ativa. Inicialmente era exposto, pelo ministrante responsável pela aula do dia, o conteúdo teórico. Em seguida, era feito o uso do simulador *Tinkercad*, em que era exposto o esquemático do projeto que seria desenvolvido na aula, juntamente com a programação e a simulação do funcionamento. Nesse momento, era possível que os participantes compreendessem o comportamento do circuito através da simulação de algumas situações.

Na segunda parte da aula, continuando a aplicação da metodologia ativa, os participantes trabalhavam no desenvolvimento da lógica de programação de um sistema proposta pelos ministrantes. Com o intuito de criar um ambiente mais participativo, optou-se pelo trabalho em equipe. Isso permitiu o agrupamento de alunos com níveis diferentes de domínio, proporcionando que estes pudessem trocar conhecimentos e se sentissem mais motivados a cumprir a tarefa proposta. Nessa etapa, os alunos também recebiam orientações dos três bolsistas, que os auxiliavam e tiravam suas dúvidas. Essa forma de trabalho em grupo, como a abordada no minicurso, permite que um maior desenvolvimento de habilidades por parte dos alunos e a maximização de seu aprendizado, como é mostrado em [Johnson et al. 1991] e [Ragains 1995].

Os alunos foram divididos em grupos de três e quatro pessoas e cada grupo recebia uma placa Arduino, uma *protoboard* (placa utilizada para a montagem dos circuitos), *jumpers*, resistores, e os outros dispositivos necessários. Era indicado aos discentes que realizassem primeiro a prototipagem do circuito no *Tinkercad* antes de montá-lo na bancada, evitando assim, quaisquer danos físicos.

A ementa do curso foi apresentada durante 8 encontros. Ao final, os alunos tiveram duas semanas para construir um projeto, fazendo uso da criatividade e conhecimentos adquiridos durante o curso. Nessa etapa, foi disponibilizado aos alunos materiais de apoio, além de poderem contar com o auxílio dos bolsistas. Os projetos desenvolvidos envolveram diversas áreas como irrigação e automação residencial e mesmos foram apresentados em uma exposição no campus e em uma feira realizada na cidade, onde os participantes puderam compartilhar seus conhecimentos e experiências com os outros estudantes e com a sociedade.

6. Resultados

A metodologia apresentada para o curso de Arduino foi aplicada em uma turma de estudantes dos cursos de graduação da Universidade Federal do Ceará - Campus Quixadá, durante seis semanas. A atividade contou com 40 estudantes, os quais preencheram um formulário de inscrição contendo as seguintes perguntas: curso, semestre. A partir das informações coletadas no formulário de inscrição foi realizada uma análise do perfil dos



Figura 3. Registros da atividade

estudantes. Constatou-se que os participantes eram dos cursos de Design Digital, Engenharia de Computação, Engenharia de Software e Redes de Computadores. Do total de inscritos, 15 eram do gênero feminino e 33 eram alunos de primeiro semestre.

Ao final do minicurso foi disponibilizado aos participantes um formulário, com o intuito de analisar o impacto educacional da atividade. Como não era de caráter obrigatório, 18 participantes responderam ao formulário, cujas perguntas são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Perguntas do questionário

ID	Pergunta
Q1	Você já possuía conhecimento prévio em Eletrônica?
Q2	Você já tinha tido contato com Arduino antes de participar do minicurso?
Q3	Após participar do minicurso, você pretende continuar os estudos e desenvolver projetos utilizando o Arduino?
Q4	Você concorda que iniciativas como o minicurso são importantes para incentivar a permanência dos estudantes no curso, visto a alta evasão existentes nos cursos de TI?
Q5	Você concorda que o trabalho em equipe facilitou e motivou a execução das práticas propostas pelos ministrantes?
Q6	Após sua participação no minicurso, você se sentiu incentivado e/ou estimulado a continuar no curso?
Q7	Os mini projetos desenvolvidos durante as aulas te deram uma dimensão das várias aplicações que podem ser desenvolvidas com o Arduino?
Q8	Você concorda que a utilização do Arduino facilitou o processo de aprendizagem em programação?
Q9	Você concorda que o uso do Tinkercad como ferramenta auxiliar contribuiu para o entendimento dos conteúdos apresentados?
Q10	Os conhecimentos adquiridos te ajudaram em alguma disciplina?
Q11	Você conseguiu desenvolver as soluções dos problemas propostos pelos ministrantes?

A Figura 4 mostra o gráfico com as respostas às perguntas Q4 a Q11 do questionário. As respostas eram por grau de concordância: 4 para “concordo totalmente”; 3 para “concordo”; 2 para “discordo” e; 1 para “discordo totalmente”. Os resultados mostraram que: 33,3% concordam e 55,6% concordam totalmente que a atividade auxiliou no desempenho de alguma disciplina. 55,6% afirmaram não terem conhecimento prévio em eletrônica e Arduino. 83,3% responderam que pretendem continuar os estudos em Arduino após a participação na atividade. 88,9% dos respondentes concordam que

a iniciativa contribuiu para a permanência dos estudantes e afirmaram terem conseguido desenvolver as práticas propostas durante as aulas. 94,4% concordam ou concordam totalmente que: o trabalho em equipe foi um fator motivador, sentindo-se estimulados a continuar no curso após a participação no minicurso; se sentiram incentivados a continuar no seu curso de graduação após a participação do minicurso; o minicurso ampliou sua visão a respeito das inúmeras aplicações que podem ser desenvolvidos com o Arduino; o uso do Arduino facilitou a aprendizagem em programação; o uso da ferramenta *Tinkercad* facilitou no entendimento dos conteúdos apresentados.

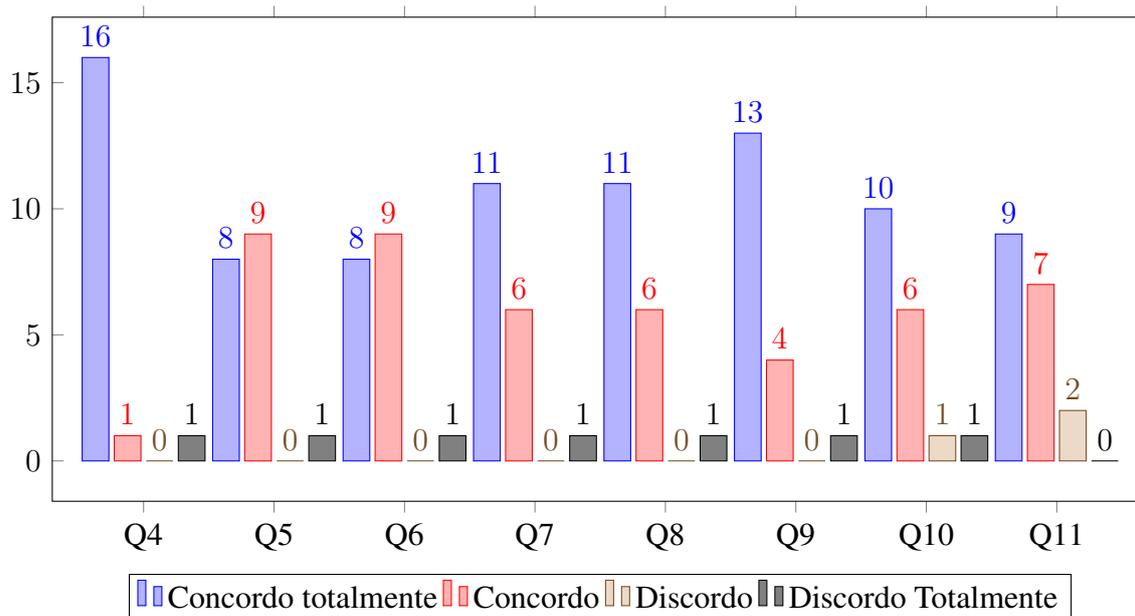


Figura 4. Respostas às questões Q4 a Q11 do formulário.

Também foi pedido para que os participantes avaliassem seu nível de conhecimento em lógica de programação e eletrônica. Do total de respondentes, 83,3% avaliaram como mediano, 11,1% como alto e 5,6% como baixo. O resultado é positivo visto que, dos que avaliaram como mediano ou alto, 66,6% afirmaram não ter conhecimento prévio em programação para Arduino e/ou eletrônica.

Ao serem questionados quanto a satisfação com o minicurso, 100% dos respondentes disseram estarem satisfeitos ou muito satisfeitos, o que comprova que o uso de metodologias ativas e atividades que permitam o desenvolvimento de habilidades pessoais e interpessoais é bem aceita pelos estudantes.

Por meio dos resultados obtidos com o formulário, pôde-se notar que o uso do Arduino foi bem aceito entre os participantes e demonstra, sim, ser uma boa ferramenta no ensino da lógica e PC.

7. Considerações Finais

Este trabalho apresentou um relato de experiência do curso de Arduino e eletrônica para desenvolvimento de sistemas embarcados a partir de uma aprendizagem ativa e em equipe. A metodologia contou com o apoio da plataforma *Tinkercad*, que facilitou e deu suporte no processo de aprendizagem dos alunos. Como principais resultados, tem-se: (i)

consolidação dos conhecimentos e desenvolvimento de habilidades através da aprendizagem em grupo, (ii) incentivo para a permanência no curso e (iii) construção de uma base para estudos posteriores e mais avançados. Ao proporcionar essa experiência aos estudantes, principalmente aqueles no início da graduação, amplia-se a visão dos mesmos no que diz respeito ao que é possível desenvolver e criar com os conhecimentos adquiridos, como pode ser percebido nos comentários de P6: *"Foi uma ótima experiência, nunca tive contato e foi interessante ter essa mão na massa no início do curso de Engenharia de Computação"*, P7: *Achei muito bom mesmo, me motivava a ir pra faculdade aprender coisas novas de uma forma dinâmica e divertida* e P12: *"Ter uma prática que é mais parecido com o meu curso (Engenharia de Computação), que incentivou a ficar no curso e a querer desenvolver projetos de arduino."* Ao final do curso, os participantes tornaram-se aptos a trabalhar com as funcionalidades básicas do microcontrolador Arduino e desenvolverem pequenos sistemas embarcados.

No decorrer das atividades, pode-se perceber como a aplicação de novos métodos de ensino somado a utilização de ferramentas como o Arduino estimulam a criatividade e pensamento lógico e de habilidades que são importantes no desenvolvimento do estudante, mas que não são trabalhadas dentro das metodologias tradicionais. Entre as dificuldades encontradas no decorrer do curso pode-se citar o acompanhamento dos alunos durante as práticas, visto que só eram três bolsistas, o que impossibilitava atender a todos os grupos e a dificuldade dos alunos em conciliar a atividade com as outras disciplinas do curso, como em períodos de prova, afetando, em alguns casos, a participação dos mesmos. Assim, com a colaboração de mais bolsistas e voluntários e melhor gerenciamento do período de ocorrência da atividade, é possível driblar tais dificuldades.

Trazendo as lições aprendidas durante o período de pesquisa, podemos destacar:

- **Aprendizado entre Alunos:** proporcionou um momento em que foi possível compartilhar conhecimento entre os participantes e influenciou positivamente na aprendizagem em grupo.
- **Práticas durante Aprendizagem:** Os momentos práticos trouxeram o conteúdo de uma forma diferente, contribuindo para formação de raciocínio lógico e resolução das atividades propostas, o que vai de encontro com o conceito de Pensamento Computacional.
- **Preparação para Repasse de Conhecimento:** A utilização de metodologias ativas exigem uma preparação maior, pois é necessário buscar formas que permitam o repasse de conhecimento de forma interessante e didática. Além disso, é preciso levar em consideração as individualidades e necessidades de cada aluno durante a aula.

Tendo em vista o conhecimento básico dos participantes do curso de Arduino, pretende-se como trabalho futuro realizar um curso mais avançado voltado para sistemas IoT, seguindo um foco maior em implementação de projetos com usos reais na sociedade. Além de ações para a preparação de competições de sistemas embarcados utilizando o Arduino e seus periféricos.

Referências

Albuquerque, D., Bremgartner, V., Lima, H., and Salgado, N. (2016). Uma experiência do uso do hardware livre arduino no ensino de programação de computadores. In *Anais*

- do XXII Workshop de Informática na Escola, pages 51–60, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Alves, M. L., de Freitas Costa, J. R., and Bezerra, C. I. M. (2018). Um relato de experiência: Ensinando robótica por meio de microcontroladores em uma escola profissional de ensino médio. In *Anais do XXVI Workshop sobre Educação em Computação*, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Blikstein, P. (2019). O pensamento computacional e a reinvenção do computador na educação. 2008. http://www.blikstein.com/paulo/documents/online/ol_pensamento_computacional.html; Acesso em, 9:57.
- Cohenour, C. (2018). An arduino-based programmable logic control (plc) lab activity for undergraduate engineering and technology (etm) students. In *2018 ASEE Annual Conference & Exposition*, number 10.18260/1-2-29775.
- Cunha, A. F. (2007). O que são sistemas embarcados. *Saber Eletrônica*, 43(414):1–6.
- Dian, M. O. and Carrasqueira, A. (2019). A importância do arduino no processo de ensino e aprendizagem.
- Escudero, M. R., Hierro, C. M., and y Pablo, A. P. d. M. (2013). Using arduino to enhance computer programming courses in science and engineering. In *Edulearn13 Proceedings*, pages 5127–5133. IATED.
- Evans, M., Noble, J., and Hochenbaum, J. (2013). *Arduino em ação*. Novatec Editora.
- Görgülü Arı, A. and Meço, G. (2021). A new application in biology education: development and implementation of arduino-supported stem activities. *Biology*, 10(6):506.
- Grover, S. and Pea, R. (2013). Computational thinking in k–12: A review of the state of the field. *Educational researcher*, 42(1):38–43.
- Herceg, Đ. and Herceg, D. (2019). Arduino and numerical mathematics. In *Proceedings of the 9th Balkan Conference on Informatics*, pages 1–6.
- Johnson, D., Johnson, R., and Smith, K. (1991). Nuts and bolts of cooperative learning, pp. 1-3. *Edina, MN: Interaction Book*.
- Koenka, I. J., Sáiz, J., and Hauser, P. C. (2014). Instrumentino: An open-source modular python framework for controlling arduino based experimental instruments. *Computer Physics Communications*, 185(10):2724–2729.
- Kondaveeti, H. K., Kumaravelu, N. K., Vanambathina, S. D., Mathe, S. E., and Vappangi, S. (2021). A systematic literature review on prototyping with arduino: Applications, challenges, advantages, and limitations. *Computer Science Review*, 40:100364.
- Lima, B. K. S., Oliveira, V. T., Almeida, M. A., and de Sousa, M. C. A. (2018). Aprendizagem cooperativa: Ferramenta educacional no ensino de lógica de programação. *Revista de Informática Aplicada*, 14(2).
- Martins, N. A. (2005). *Sistemas microcontrolados*. São Paulo: Novatec Editora.
- Matturro, G., Raschetti, F., and Fontán, C. (2019). A systematic mapping study on soft skills in software engineering. *J. Univers. Comput. Sci.*, 25(1):16–41.

- Moreira, M. P. C., Romeu, M. C., Alves, F. R. V., and da Silva, F. R. O. (2018). Contribuições do arduino no ensino de física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 35(3):721–745.
- Nazarov, S. and Jumayev, B. (2021). Programming-based laboratory assignments for undergraduate students of power engineering fields. In *Proceedings of the 22nd International Conference on Computer Systems and Technologies*, CompSysTech '21, page 187–190, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Novák, M., Kalová, J., and Pech, J. (2018). Use of the arduino platform in teaching programming. In *2018 IV International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino)*, pages 1–4. IEEE.
- Oxer, J. and Blemings, H. (2011). *Practical Arduino: cool projects for open source hardware*. Apress.
- Ragains, P. (1995). Four variations on drueke's active learning paradigm. *Research strategies*, 13(1):40–50.
- Resnick, M. (2017). *Lifelong kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. MIT press.
- Rocha, G. E. d. et al. (2017). Comunicação e processos de criação em código aberto: um estudo sobre sistemas de visualização de dados.
- Rose, K., Eldridge, S., and Chapin, L. (2015). The internet of things: An overview. *The internet society (ISOC)*, 80:1–50.
- Silva, M., Guerra, C., Severo, M., Máximo, J., Castro, A., Neto, V. Q., Aguilar, P., and Nunes, M. (2022). Robótica e aprendizagem cooperativa como ferramenta de aprendizado: Um relato de experiência do pacce. In *Anais do XXX Workshop sobre Educação em Computação*, pages 73–84, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Stallman, R. (2002). *Free software, free society: Selected essays of Richard M. Stallman*. Lulu. com.
- Tran, M.-Q., Elsis, M., Mahmoud, K., Liu, M.-K., Lehtonen, M., and Darwish, M. M. F. (2021). Experimental setup for online fault diagnosis of induction machines via promising iot and machine learning: Towards industry 4.0 empowerment. *IEEE Access*, 9:115429–115441.
- Ullo, S. L. and Sinha, G. R. (2020). Advances in smart environment monitoring systems using iot and sensors. *Sensors*, 20(11):3113.
- Ullo, S. L. and Sinha, G. R. (2021). Advances in iot and smart sensors for remote sensing and agriculture applications. *Remote Sensing*, 13(13).
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35.
- Zanetti, H. and Oliveira, C. (2015). Práticas de ensino de programação de computadores com robótica pedagógica e aplicação de pensamento computacional. In *Anais dos workshops do congresso brasileiro de informática na educação*, volume 4, page 1236.