

## A UTILIZAÇÃO DO ARDUINO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO PARA ACADÊMICOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ

### THE USE OF ARDUINO AS A TEACHING STRATEGY FOR UNDERGRADUATE STUDENTS IN PHYSICS AT THE STATE UNIVERSITY OF PARÁ

**Janaina Laura Barboza Santos** – Universidade do Estado do Pará | Licenciatura em Ciências Naturais com Habilitação em Física | E-mail: janaina.santos@aluno.uepa.br

**Brenda Kerollyn Ferreira Sampaio** – Universidade do Estado do Pará | Licenciatura em Física | E-mail: brenda.sampaio@aluno.uepa.br

**Jéssica Karine Barros dos Santos** Universidade do Estado do Pará | Licenciatura em Ciências Naturais com Habilitação em Física | E-mail: jessicakarine18@hotmail.com

**José Fernando Pereira Leal** – Universidade do Estado do Pará | Doutor em Física da Matéria Condensada | E-mail: jfpleal@uepa.br

#### Resumo

A tecnologia está disponível aos educadores para tornar suas aulas mais dinâmicas e interativas, promovendo um aprendizado mais significativo para seu aluno. Entretanto, diversos fatores contribuem para que suas práticas se tornem pouco atraentes e efetivas. Isso, em muitos casos, é resultado da falta ou do pouco uso de estratégias metodológicas e/ou recursos pedagógicos que integrem as teorias curriculares de sala de aula e a prática laboratorial com as tecnologias de informação e comunicação. Nesse sentido, esta proposta discute as contribuições para o processo de ensino-aprendizagem de um curso de formação em manuseio e aplicação de Arduino UNO a acadêmicos do curso de Licenciatura em Física da Universidade do Estado do Pará. A pesquisa tem cunho quali-quantitativo, baseada em uma pesquisa exploratória com levantamento de dados adquiridos em pesquisa de campo, fundamentado em materiais bibliográficos e documentais. Para tanto, a coleta de dados utiliza questionários semiestruturados com perguntas abertas e fechadas em momentos inicial e final da pesquisa, e o instrumento de análise conta com análise de conteúdo de Bardin. A metodologia possibilita correlacionar conceitos teóricos de Arduino em práticas laboratoriais com viés tecnológico, verdadeiramente estimulantes aos estudantes de Física. Então, as discussões proveram aprofundamentos em áreas afins, como tecnologia de informação e comunicação, num panorama propício a compreender sua relevância social e econômica. Em vista disto, o uso do Arduino atua como um recurso pedagógico facilitador no processo de ensino-aprendizagem, entrelaçando diversos conhecimentos científicos ao ensino de Física.

#### Abstract

Technology is available to educators to make their classes more dynamic and interactive, and to promote more significant learning for their students. However, several factors contribute to technology use becoming unattractive and ineffective. This in many cases, is a result of the lack or low level of use of methodological strategies and/or pedagogical resources that integrate the curricular theories of the classroom and laboratory practice, with information and communication technologies. In this sense, the proposal discusses the contributions of the teaching-learning process of a training course in the handling and application of Arduino UNO to the students in the Physics Degree Program at the Universidade do Estado do Pará (Pará State University). The research is qualitative-quantitative in nature based on exploratory research with data acquired in field research, and grounded in bibliographic and documentary materials. To this end, data collection uses semi-structured questionnaires with open and closed questions at the beginning and end of the research, and the analysis instrument will rely on Bardin's content analysis. The methodology makes it possible to correlate theoretical concepts from Arduino in laboratory practices with a technological bias, which can be truly stimulating for Physics students. This will be followed by discussions that will provide depth in other related areas, such as information and

communication technology, in a scenario that is propitious for understanding its social and economic relevance. In view of this, the use of Arduino acts as a facilitating pedagogical resource in the teaching-learning process, interweaving diverse scientific knowledge with the teaching of Physics.

Keywords: Arduino. Academic education. Physics Teaching,

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, os avanços dos meios tecnológicos e as dificuldades encontradas pelos educadores em atrelar a tecnologia com o ensino formal fazem surgir diversos métodos de ensino que buscam envolver a tecnologia com a educação, mas o maior desafio está em qual método usar, quais as circunstâncias e quais tecnologias. Dessa maneira, os sistemas computacionais oferecem estruturas ricas no que tange à inserção do ensino teórico e a experimentação, visto que propicia uma amplitude da análise do que ocorre tanto na teoria, quanto na prática (MOREIRA et al., 2018).

Desse modo, a automação, a eletrônica ou a robótica educacional proporcionam uma vasta diversidade e multidisciplinaridade, pois, além de empregar múltiplas áreas de ensino, também propõem ao aluno a ludicidade mediante a prática empregada de assuntos considerados complexos: "À ludicidade e o fascínio tecnológico que a Robótica Educacional exerce sobre os alunos, que se pode perceber o potencial de sua utilização em sala de aula, seja para o ensino de algoritmos, seja no ensino de outras disciplinas como física e matemática" (CAMBRUZZI; SOUZA, 2014, p.40 apud VAZZI, 2017, p.38).

A partir disto, é possível perceber a grande importância de trabalhar com o Arduino, principalmente no ensino de Física. Em relação ao Arduino, este foi criado como uma "ferramenta de prototipagem destinada a estudantes que não possuíam conhecimento aprofundado em programação e eletrônica, com objetivo de ser utilizada em seus projetos" (CLEMENTINO NETO, 2019, p.21), assim é possível criar múltiplos experimentos com o Arduino no intuito de demonstrar de maneira prática temas de Física antes considerados de difícil compreensão.

Ademais, esse processo de utilização da eletrônica atrelada ao ensino de Física abre espaço para o ensino em uma abordagem em Ciência, Tecnologia e Sociedade. Portanto, é possível estabelecer mecanismos didáticos que utilizem o sistema como uma ferramenta educacional e de inclusão tecnológica, sendo

admissível estabelecer conceitos físicos, químicos, tecnológicos e sociais, bem como de outras áreas. A partir disto, será possível fomentar atividades de cunho técnico-formativas capazes de potencializar profissionalmente os alunos da Instituição.

Partindo destes pressupostos, pretende-se discutir aspectos de dimensão formativa, tais como as potencialidades e limitações baseadas na aplicação de uma estratégia metodológica de ensino utilizando protótipos de experimentos em Física com o Arduino, tendo-o como recurso pedagógico de construção do conhecimento científico, com enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade, aos graduandos dos cursos de Licenciatura em Física da Universidade do Estado do Pará.

Neste sentido, propõe-se um curso de formação com elementos teóricos e práticos acerca da utilização do Arduino no ensino de Física, envolvendo a construção de diversos experimentos de prototipação utilizando a placa Arduino UNO e os diversos sensores. Em seguida, procede-se a análise gráfica dos parâmetros empregados nos questionários aplicados antes e após o curso. Através destas abordagens, espera-se contribuir para a inserção de novas formas de se estudar a Física, visando à popularização da ciência e da tecnologia, bem como discuti-las na formação de profissionais na área tecnológica e educacional.

## **2. METODOLOGIA**

As atividades iniciaram com a oferta de um curso remoto de formação teórico e prático em Arduino, como proposta pedagógica para o ensino de Física, com vinte e sete graduandos de duas turmas do curso de Licenciatura em Física da Universidade do Estado do Pará (UEPA), dos municípios de Belém e Castanhal, que cursavam, à época, a disciplina de “Teoria e Prática do Ensino de Física III”. Essa etapa ocorreu nos meses de abril a julho de 2021, nas quartas e quintas-feiras, com duração de 4 horas por encontro, totalizando 48 horas. Desse modo, é necessário descrever os materiais e critérios utilizados no desenvolvimento da pesquisa.

A pesquisa tem cunho quali-quantitativo, segundo Schneider, Fujii e Corazza (2017, p. 570), em que a “[...] pesquisa qualitativa pode ser apoiada pela pesquisa quantitativa e vice-versa, possibilitando uma análise estrutural do fenômeno com métodos quantitativos e uma análise processual mediante métodos qualitativos”.

Baseado em uma pesquisa exploratória com levantamento de dados adquiridos em pesquisa de campo, fundamentado em materiais bibliográficos e documentais. De acordo com Vazzi (2017), a pesquisa possui um papel crucial no intuito de descobrir e construir conhecimento, sendo a base crucial do desenvolvimento científico e tecnológico.

Assim, para a coleta de dados, utilizou-se questionários semiestruturados (*Google Formulários - do inglês, Google Forms*) com perguntas abertas e fechadas nos momentos inicial e final da pesquisa, tendo como finalidade investigar, comprovar ou rejeitar hipóteses baseadas nas literaturas impostas (CHAER; DINIZ; RIBEIRO, 2011), bem como compará-las nas respostas adquiridas nos questionários. Desse modo, a análise dos dados segue a análise de conteúdo conforme a técnica de análise qualitativa de Bardin (2010).

No cenário mais geral, o Governador do Estado do Pará, no uso das atribuições que lhe são conferidas no artigo 135, incisos III e V, da Constituição Estadual, e considerando o surto do SARS-COV2 (COVID-19), aplicou protocolos sanitários de segurança para o combate a pandemia no âmbito do Estado. Nesse sentido, a UEPA acompanhou as medidas sanitárias implementando, dentre outras, vetos a quaisquer atividades acadêmicas de cunho presencial em seus campi.

Levando em conta o contexto pandêmico, foi necessário replanejar e redefinir as etapas de execução do projeto, de presenciais para remotas, considerando as alternativas mais viáveis e com menores impactos negativos sobre o seu desenvolvimento. Então, buscou-se o auxílio do ambiente virtual de aprendizagem, onde as reuniões ocorreram via *Google Meet* e atividades práticas na plataforma virtual de prototipação *TINKERCARD* (SILVA, 2018). Primeiramente, aplicou-se questionário de sondagem de conhecimentos prévios aos graduandos a respeito da utilização do Arduino como ferramenta de aprendizagem, conforme o Quadro 1.

Quadro 1: Questionário de sondagem dos conhecimentos prévios dos graduandos a respeito da utilização do Arduino na sala de aula.

Nº	Perguntas
1	Você sabe o que é o Arduino e para que ele serve?
2	O que você acha que pode ser feito com um Arduino? Dê um exemplo
3	Você considera viável utilizar esta ferramenta em sala de aula como forma de facilitar a compreensão de algumas disciplinas de física? Por quê?

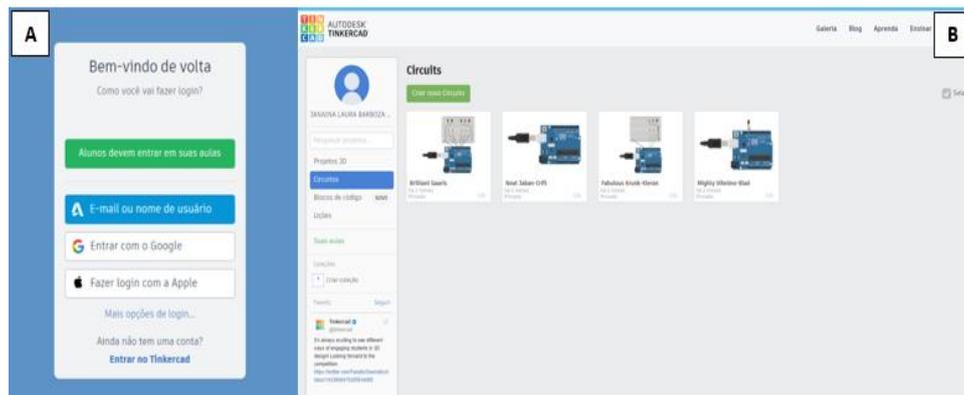
Fonte: Autores, 2021.

As questões feitas através do Quadro 1 têm o propósito de identificar o que os estudantes sabiam sobre a plataforma de prototipagem Arduino e qual a sua relação com o ensino de Física, buscando perceber como eles compreenderam o uso da temática nas aulas de Física.

A partir disso, principiou-se a compreensão do funcionamento da plataforma de prototipagem Arduino, abordando estudos teóricos de seus componentes eletrônicos, seu surgimento e potencialidades no ensino e na pesquisa de Física, bem como destacando, nessa etapa, o processo de funcionalidade das pinagens de entrada e saída da plataforma como conectores de circuitos eletrônicos externos, que agregam novas e diversas funções ao sistema eletrônico (SOUZA, 2013).

Assim, no segundo momento, ocorreu o estudo prático de utilização da plataforma virtual de prototipação *TINKERCARD* (**Figura 1**). Para acessá-la, é preciso criar uma conta com e-mail e senha ou usando os e-mails do *Gmail*, *Facebook* ou *Apple* (A). Por sua vez, ao finalizar o cadastro, é possível escolher se o acesso será para estudante ou professor; para ambos, as áreas de acesso possuem as mesmas ferramentas, porém, para professor é possível compartilhar os projetos com outras pessoas. Por fim, após o cadastro, o usuário é direcionado para a tela principal (B), podendo criar um projeto em 3D, circuitos, aprender como programar de modo interativo e dinâmico, também é possível visualizar todos os projetos realizados.

Figura 1: Tela de início no TINKERCAD (A) e tela principal da plataforma (B).

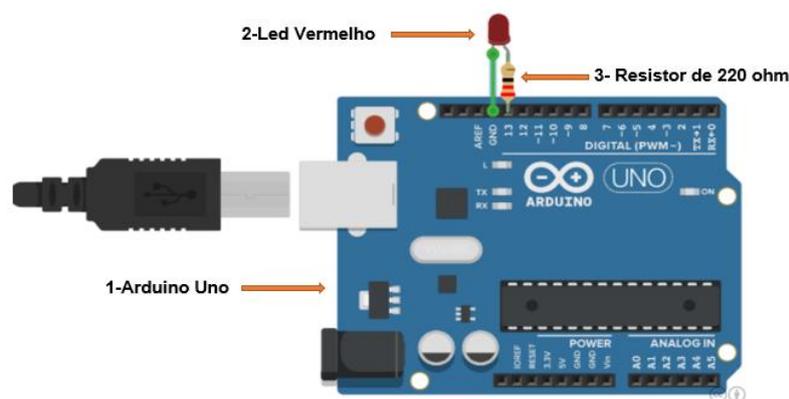


Fonte: Autores, 2021.

Depois, mostrou-se aos graduandos que a plataforma possui um simulador virtual de laboratório de eletrônica, contendo diversos componentes elétricos e sensores, ambiente de programação virtual em texto e blocos. Além disso, é possível criar prototipagem de projetos a serem implementados no mundo real para testar a sua eficiência sem arriscar danificar os equipamentos reais (SILVA, 2018).

Em seguida, exemplificou-se seu funcionamento a partir da montagem de um circuito para acender um *LED* (do inglês, *Light Emitting Diode*) (Figura 2). Nessa etapa, explicou-se como é o Arduino (1), para que serve o LED Vermelho (2) e como utilizá-lo; como se deve manusear o Resistor (3), garantindo que a sua resistência possua o mínimo necessário para garantir a eficiência de brilho do *LED* e para não danificá-lo.

Figura 2: Demonstração virtual na plataforma TINKCARD de como acender um *LED* utilizando o 1- Arduino Uno; 2- Led Vermelho e 3- Resistor de 220 Ohm.

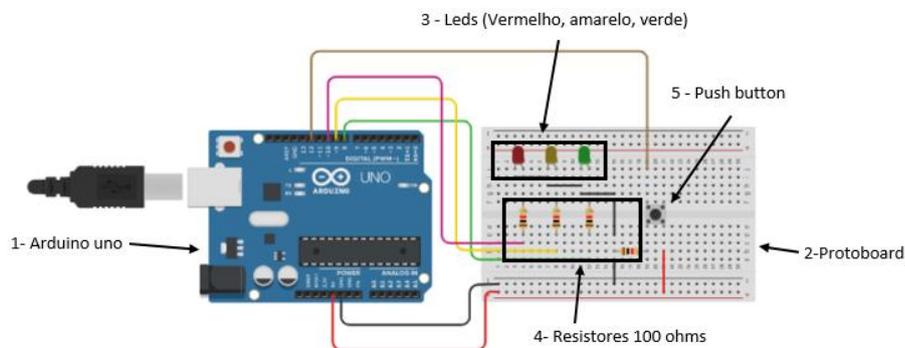


Fonte: Autores, 2021.

Neste exemplo, utilizou-se o microcontrolador ARDUINO UNO como fonte de energia, explicando que seus pinos de entrada e saída operaram em 5 V, fornecendo ou recebendo uma corrente máxima de até 40 mA. A utilização do LED, deu-se pelo fato de este ser um componente eletrônico semicondutor que, quando percorrido por uma corrente elétrica, emite luz, por isto, ele é geralmente utilizado em eletrônicos como método de identificação de sinalização de ligado/desligado. Já o resistor de 220 Ohm empregado forneceu a explicação de como limitar a corrente no circuito, pois, é necessário criar uma queda de tensão adequada para o funcionamento do LED (ADMIRAL; RODRIGUES JUNIOR; LINHARES, 2018).

Logo após, mostrou-se outro exemplo de como funciona a montagem de circuito para acender vários LEDs, porém, com comandos lógicos programados para funcionar como semáforo, onde este pode ser fechado (retornar para o LED Vermelho) por um botão que interpretará o acionamento por um pedestre (**Figura 3**). Nesta ocasião, explicou-se como são feitas as conexões no ARDUINO UNO (1); qual a importância da *Protoboard* (2); como funcionará os LEDs vermelho, amarelo e verde (3) respectivamente; colocando novamente os Resistores (4); qual é a função do Push Button e como utilizá-los (5).

Figura 3: Demonstração virtual na plataforma TINKCARD de semáforo com acionamento por pedestre através de um botão com o 1- Arduino Uno; 2- Protoboard; 3- Leds Vermelho, amarelo e verde; 4- Resistor de 100 Ohm; 5- Push Button.



Fonte: Autores, 2021.

Diante disso, manuseou-se novamente o microcontrolador ARDUINO UNO, utilizando, em seu o ambiente de programação, comandos que permitissem aos LEDs a simulação de um semáforo, quando ao se pressionar o botão de parada de veículos (do inglês, *Push button*) a corrente elétrica no circuito é interrompida, deixando o fluxo da corrente elétrica seguir até o ARDUINO UNO, que identificará e iniciará a contagem de 8 segundos com o LED vermelho ligado e os demais desligados, simulando os efeitos reais de um pedestre apertando o botão de parada de veículos para atravessar uma pista.

Ao final deste primeiro momento, foi aplicado um novo questionário avaliativo, com o intuito de analisar a compreensão dos graduandos mediante o conteúdo aplicado. O Quadro 2 mostra a sondagem final realizada através de um teste avaliativo a respeito da compreensão da temática após o conhecimento adquirido através do Curso. Nele, são apresentados cinco perguntas baseadas nos conhecimentos técnicos e específicos referentes as características do ARDUINO UNO.

Quadro 2: Questionário avaliativo a respeito do conteúdo aplicado durante o Curso.

N°	Perguntas
1	Qual a linguagem usada pelo Arduino?
2	O que realiza o processamento de entrada e saída do Arduino?
3	como são classificados os pinos da placa Arduino Uno?
4	Para eu serve o GND?
5	O programa desenvolvido na IDE do Arduino é chamado de sketch, a respeito dessa estrutura assinale a alternativa correta: A função inicializa variáveis e periféricos e é executada duas vezes b) A etapa LOOP, o programa é executado só algumas vezes até ser atingido o seu encerramento de desligar dispositivo. c) A estrutura do programa do Arduino possui duas funções obrigatórias (SETUP E LOOP), porém este segue as mesmas etapas de qualquer outro microcontrolador. d) A etapa de LOOP é definida na parte de variáveis. e) A sua estrutura de programa é totalmente diferente de outros microcontroladores, por ser feita somente para iniciantes.

Fonte: Autores, 2021.

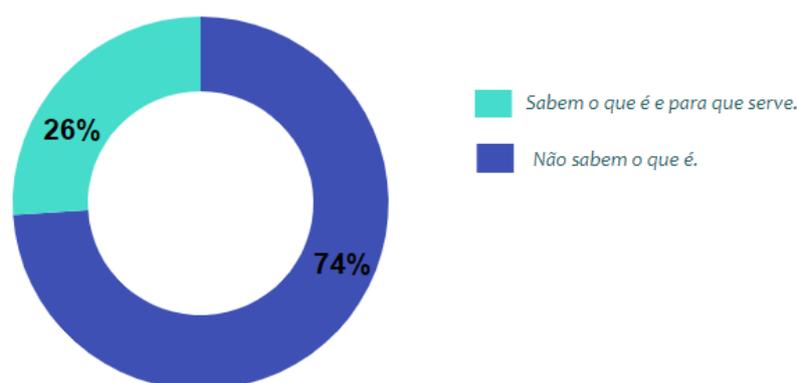
A partir do Quadro 2, discutiu-se a funcionalidade e aplicações do ARDUINO UNO em diversos setores da sociedade e sua importância para o crescimento econômico, tecnológico e científico. Logo, os resultados coletados são registrados e indexados pelos P1 a P27, em que “P” representa os participantes e a numeração de 1 a 27 corresponde à quantidade de participantes.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As estratégias elaboradas no curso motivaram seus participantes a indagações vinculadas aos seus anseios de conhecer e de criar, bem como de argumentar e de organizar suas ideias. O resultado das discussões e confrontações proporcionou o engajamento dos estudantes nas atividades e contribuiu para a formação de novos conhecimentos. Este curso pretendeu, principalmente, desenvolver e entender a Física por trás dos circuitos montados com o Arduino e discutir a popularização da ciência e tecnologia. Neste momento, muitos demonstraram surpresa e admiração ao perceber que o conhecimento adquirido havia se consolidado na prática, o que contribuiu para a valorização do conhecimento científico e sua utilidade prática.

Inicialmente, realizou-se uma sondagem dos conhecimentos prévios dos participantes acerca da temática abordada (Quadro 1), em que são observados possíveis indicativos de conhecimento e contato com o tema proposto durante o curso. Além disto, durante a análise das respostas é possível perceber resultados similares agrupados para fazer uma análise geral em relação a cada pergunta proposta. Desta forma, o Gráfico 1 demonstra uma análise sobre o indicativo de compreensão a respeito da plataforma de prototipagem Arduino e qual sua importância para o ensino de física.

Gráfico 1: Você sabe o que é o Arduino e para que ele serve?

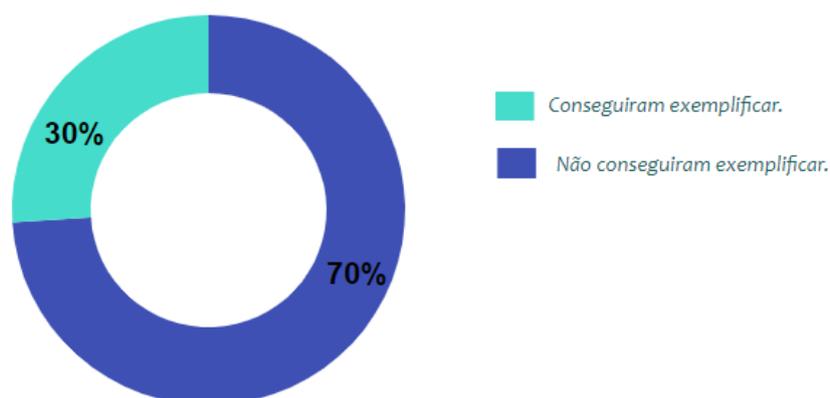


Fonte: Autores, 2021.

A partir da análise do Gráfico 1 sobre os conhecimentos prévios, é possível identificar que 26% apresentam um conhecimento muito básico e 74% nem tinham conhecimento sobre o que é o Arduino e a sua serventia. Com isso, este resultado remete a importância de aproximar os graduandos as tecnologias disponíveis para se fazer uso em sala de aula (VAZZI, 2017).

Além disso, propôs-se uma segunda pergunta que busca compreender se os graduandos conseguem exemplificar as possíveis aplicações do Arduino. Então, no Gráfico 2 é demonstrado uma análise correspondente as respostas dos participantes.

Gráfico 2: O que você acha que pode ser feito com um Arduino? Dê um exemplo.



Fonte: Autores, 2021.

Diante do que é exposto no Gráfico 2, busca-se compreender se os graduandos conseguiriam exemplificar as aplicações feitas com o Arduino. Sendo assim, 30% dos alunos exemplificam com exatidão, por outro lado, 70% descrevem

exemplos errados ou vagos, podendo observar esses resultados nas respostas dos participantes P1 e P2:

Usada em casa, especificamente, no consumo eficiente de água, contra o desperdício (P1,2020).

Programação (P2,2020).

De acordo com esses resultados, entende-se que os graduandos possuem dificuldade em perceber ou exemplificar o uso do Arduino. Esse cenário proporciona a inserção de atividades que possam interligar a tecnologia com as disciplinas curriculares do curso de licenciatura em Física durante a graduação, de modo a atuar como recurso facilitador ao ensino de Física (PEREIRA, 2018).

Na terceira questão do Quadro 1, verifica-se se os graduandos consideram viável a utilização do Arduino como ferramenta facilitadora para no ensino de Física. Por conseguinte, suas respostas indicam grande relevância no processo de ensino-aprendizagem, pois, afirmam que:

Sim, pois o Arduino traz para sala de aula conceitos novos, como programação e robótica, conceitos esses que podem ser desenvolvidos com uma análise de conceitos da física (P3,2021)

Sim, porque envolve tantas questões como Circuito, Lei de Ohm, Resistência. (P4,2020)

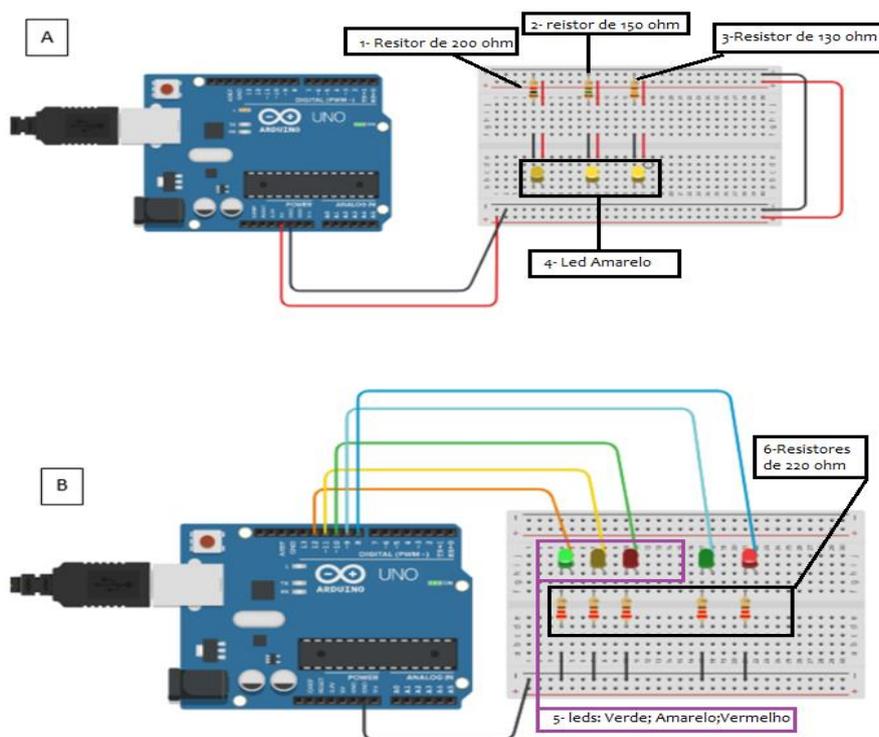
Embora não tenham contato direto no manuseio do Arduino, percebem sua importância no ensino de Física quando inserido em etapas de consolidação de conceitos fundamentais da área e aplicações contextualizadas. Isso é reforçado por Martinazzo et al. (2014, p. 1), ao enfatizarem que “(...) outra importante maneira de trabalhar conceitos de física é a modelagem computacional em que equações abstratas de matemática ganham vida”. Contudo, ao se fazer o uso de qualquer método de ensino é preciso compreender de uma maneira ampla como esse recurso funciona e o adéque à disciplina, como destaca o participante P5:

Sim, desde que o professor conheça a ferramenta de maneira adequada e elabore atividades coerentes com o conteúdo de Física e a série dos alunos. (P5,2021)

Por fim, após a coleta do questionário de sondagem, deu-se início ao curso teórico e prático (virtual), apresentando os principais conceitos técnicos do Arduino, sua utilização, linguagem de programação e ferramentas disponíveis. Os

participantes da pesquisa são estimulados a criar, conjuntamente com os pesquisadores, alguns projetos de prototipação no simulador virtual *TINKCARD* (Figura 4 e 5). Essa etapa objetiva correlacionar e aprimorar a compreensão dos conteúdos disciplinares do curso de Física a partir de simulação de ambientes de laboratório, onde o estudante é “(...) estimulado a não permanecer somente no mundo dos conceitos e das linguagens, pois, tem a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o empírico” (ROCHA; MARRANGHELLO; LUCCHESI, 2014, p.1).

Figura 4: A) Análise de resistência adequada ao uso do Led, 1- resistor de 200 ohm; 2- resistor de 150 ohm; 3- Resistor de 130 ohm; 4 – Leds Amarelos; B) Elaboração e configuração de um semáforo com contagem automática para pedestres; 5 – Leds: Verde, Amarelo e Vermelho; 6- Resistores de 220 ohm.



Fonte: Autores, 2021.

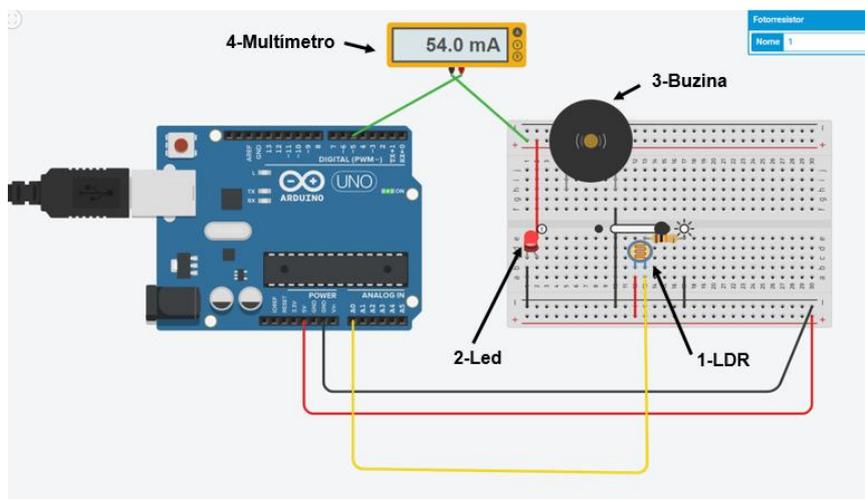
Assim, o protótipo da **Figura 4(A)** traz conceitos relacionados ao uso de resistores e resistência elétrica. Essa representação perpassa por identificar qual resistor apresenta resistência elétrica adequada para que o Led não danifique e o seu brilho seja nítido. Essa abordagem proporciona estudar a primeira Lei de Ohm para

se calcular a resistência equivalente da associação de resistores e sua relação com a intensidade luminosa do brilho dos *Leds* (PEREIRA, 2018).

Em seguida, no protótipo da **Figura 4(B)**, já de posse dos conhecimentos a respeito da utilização dos *Leds* e resistores, os estudantes aprendem a utilizar o ambiente de programação para criar um semáforo com contagem automática para pedestres. Neste momento, os estudantes são estimulados a utilizar a lógica de programação para estipular o tempo de brilho de cada uma das luzes do semáforo, representadas pelos *Leds* vermelho, amarelo e verde, e o tempo de comutação entre suas cores; e até o tempo em que os *Leds* dos semáforos dos pedestres são acionados (Verde e vermelho).

Logo após, desenvolve-se o protótipo de teste de som e luz através do sensor de luz *LDR* (do inglês, *Light Dependent Resistor*), com monitoramento de corrente elétrica pelo multímetro (**Figura 5**). Neste momento, discute-se a operacionalização do *LDR* [**Figura 5(1)** ], a partir do acionamento luminoso do *Led* vermelho [**Figura 5(2)** ] em combinação com sinal sonoro produzido pela buzina [**Figura 5(3)** ]. Esse efeito registra no multímetro uma corrente elétrica que percorre o circuito [**Figura 5(4)** ].

Figura 5: Teste de som e luz de projeto de prototipagem com sensoriamento de corrente elétrica em multímetro. Componentes do sistema eletrônico: 1- *LDR*; 2- *Led* Vermelho; 3- buzina e 4- multímetro.



Fonte: Autores, 2021.

Assim, explicou-se aos graduandos os efeitos físicos ocorridos em cada componente, possibilitando o desenvolvimento de uma programação no Arduino que defini valores máximos e mínimos de incidência luminosa recebida pelo LDR para acender ou apagar o LED; e a mesma lógica aplica-se ao atuador buzina, podendo observar esta variação de corrente no multímetro. Este processo explica inúmeros conteúdos curriculares do curso de Física como diferença de potencial, tensão, frequência, corrente elétrica e foto-resistores. Isso facilita a compreensão dos conceitos inerentes à Física, proporcionando a correlação dos fenômenos com o cotidiano (MOREIRA et al., 2018).

Ao término da formação, foi aplicado um teste avaliativo, conforme o Quadro 2, que discute a compreensão dos participantes mediante a teoria e a prática. Os resultados são indicados na Tabela 1.

Tabela 1 : Porcentagem de Acertos e Erros do Teste Avaliativo.

Questão	Acerto	Erro
1	78%	22%
2	89%	11%
3	74%	26%
4	85%	15%
5	96%	4%
<b>Total</b>	84%	16%

Fonte: Autores, 2021.

Estes resultados indicam um alcance das assimilações dos conteúdos curriculares discutidos no decorrer do processo formativo do curso. O grande ganho com a metodologia é a possibilidade de se correlacionar conceitos teóricos de Arduino em práticas laboratoriais com viés tecnológico verdadeiramente estimulante a estudante de Física, pois, para a utilização de uma abordagem com enfoque CTS, o professor deve ser o principal mediador, estabelecer aos seus alunos uma visão de ciência acessível a todos (FERST, 2013). Deste modo, as discussões proveram aprofundamentos em áreas afins, como tecnologia de informação e comunicação, num panorama propício a compreender sua relevância social e econômica. Essas observações concordam com as análises de Moreira (2017 p.13) em que:

É preciso também incorporar, ao ensino da Física, as tecnologias de informação e comunicação, assim como aspectos epistemológicos,

históricos, sociais, culturais. Ensinar Física é um grande desafio, mas pode ser apaixonante se conseguirmos melhores condições de trabalho para os professores, livrar-nos do ensino para a testagem e, metaforicamente, abandonarmos o modelo da narrativa, o quadro-de-giz e o livro de texto. (MOREIRA, 2017 p.12).

Em vista disto, o uso do Arduino atua como um recurso pedagógico facilitador no processo de ensino-aprendizagem, entrelaçando diversos conhecimentos científicos ao ensino de Física, como destaca Snyders (1998 apud DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002), defendendo que se deve aproveitar “o deslumbramento dos jovens pelos aparatos tecnológicos e a relação, benefício/malefício da produção científica tecnológica” como eixos para o ensino de Física. De modo geral, esta proposta possibilita maior interesse pelos conteúdos disciplinares envolvidos, oferecendo subsídios para que o ensino de Física possa contribuir para a formação crítica do aluno no que se refere às relações entre CTS, criando a capacidade de atuar e resolver problemas (MARCONDES et al., 2009).

Portanto, esta iniciativa foi usada como um instrumento de mediador de compreensão dos conteúdos de Física a estes participantes, estimulando a comunidade acadêmica para as práticas sobre a utilização dos recursos tecnológicos de maneira fácil e, conseqüentemente, para haver um aumento na compreensão dos conteúdos e, com isso, contribuir para a formação acadêmica destes discentes ao relacionar o ensino de Física com as tecnologias, relacionando com práticas experimentais de forma fácil e intuitiva (OLIVEIRA et al., 2018).

#### **4. CONCLUSÃO**

A formação dos educadores de Física tem sido um tema bem debatido em pesquisa, pois, há um consenso entre a comunidade de pesquisadores de que este é um dos fatores que pode produzir ou pelo menos iniciar a transformação necessária do ensino de Física. Nesta perspectiva, este trabalho apresenta uma estratégia de ensino utilizando protótipos de experimentos em Física com o Arduino como recurso pedagógico de construção do conhecimento científico, com enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Nesse sentido, cabe ressaltar a importância da utilização do Arduino como uma ferramenta facilitadora no processo de ensino de Física, possibilitando maior auxílio neste transcurso de ensino-aprendizagem. Conseqüentemente, a transmissão dos conhecimentos fundamentais neste processo proporciona aos participantes a experimentação virtual dos protótipos, de modo, a demonstrar um viés relativamente novo ao uso do Arduino, apresentando então a peculiaridade desse sistema e, posteriormente, possibilitando a comparação das conclusões realizadas por cada graduando durante o seminário.

Nessa abordagem, muitos participantes demonstram surpresa e admiração ao perceber que o conhecimento adquirido no seminário havia se consolidado na prática, mostrando que temas com apelo tecnológico e voltados para o contexto do ensino podem ser importantes mobilizadores do processo formativo, o que contribui para a valorização do conhecimento científico e sua utilidade prática.

Estes efeitos serão primordiais para se discutir as possibilidades tecnológicas e científicas dos principais conceitos investigados no processo de utilização do Arduino como estratégia de ensino, considerando o enfoque CTS. Os participantes discutiram que a partir do Arduino se poderá facilmente haver o entrelaçamento de diversos conhecimentos científicos e suas aplicações tecnológicas como indicativos de aprendizagem de novos conceitos. Com isso, estas práticas capacitarão os estudantes a trabalhar os conceitos essenciais de manuseio do Arduino e, possivelmente, utilizarão esses conhecimentos em sala de aula como uma ferramenta educacional para relacionar a disciplina de Física com o enfoque CTS.

## REFERÊNCIAS

ADMIRAL, T. D.; RODRIGUES JÚNIOR, E. R.; LINHARES, M. P. Utilização de Arduino como motivador no ensino de Física para alunos de graduação em Matemática. **Revista Espacios**, v. 39, n. 52, p.15, dez. 2018. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a18v39n52/a18v39n52p15.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2020.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 2010.

CHAER, G.; DINIZ, R. R. P.; RIBEIRO, E. A. A técnica do questionário na pesquisa educacional. **Evidência**, Araxá, v. 7, n. 7, p. 251-266, 2011.

CLEMENTINO NETO, L. **Ensino de movimento circular através de roteiro de experimentos utilizando robótica educacional**. 2019. 94f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física em Rede Nacional) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

FERST, E. M. A abordagem CTS no ensino de Ciências Naturais: possibilidades de inserção nos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista EDUCAmazônia**, Amazonas, v. 11, n. 2, Jul- Dez, 2013, p. 276-299.

MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P.; SUART, R. C.; SILVA, E. L.; SOUZA, F. L.; NARDI, R.; AKAHOSHEI, L. H.; SANTOS, JR. J. B. Materiais Institucionais numa perspectiva CTS: Uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de Química em formação continuada. **Investigações em Ensino de Ciências**. V. 14, n. 2, p. 281 – 298, 2009.

MARTINAZZO, C. A.; TRENTIN, D. S.; FERRARI, D.; PIAIA, M.M. Arduino: uma tecnologia no ensino de física. **PERSPECTIVA**, Erechim, v. 38, n. 143, p. 21-30, set. 2014.

MOREIRA, M. M. P. C.; ROMEU, M. C.; ALVES, F. R. V.; SILVA, F. R. O. Contribuições do Arduino no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 721-745, dez. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n3p721>.

MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 1, n. 1, 2017.

OLIVEIRA, H. G; ANTONELLO, R; FIDÉLIS, A. J; RINALDI, B. J. D. Energia, Sociedade e Meio Ambiente no Desenvolvimento de Um Biodigestor: a Interdisciplinaridade e a Tecnologia Arduino para Atividades Investigativas. **Quím. nova esc.**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 144-152, ago. 2018. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/artigos/03-QS-68-17.pdf> . Acesso em: 01 nov. 2020.

PEREIRA, J. A. **Um recurso didático para o ensino de energia baseado na plataforma Arduino**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2018.

ROCHA, F. S.; MARRANGHELLO, G. F.; LUCCHESI, M. M. Acelerômetro eletrônico e a placa Arduino para ensino de Física em tempo real. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 31, n. 1, p. 98-123, abr. 2014.

SCHNEIDER, E. M; FUJII, R. A. X.; CORAZZA, M. J. Pesquisas quali-quantitativas: contribuições para a pesquisa em ensino de ciências. **Revista Pesquisa Qualitativa**, São Paulo (SP), v. 5, n. 9, p. 569-584, dez. 2017.

SILVA, W. C. **Aplicando a computação física e o arduino para o apoio ao ensino de programação com base na abordagem motivacional arcs**: Uma proposta de curso a distância com o uso de simulador. 2018. TCC (Licenciado em Computação) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

SOUZA, F. **Embarcados**, 2013. Arduino UNO. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/arduino-uno/>>. Acesso em: 01 nov. 2020.

VAZZI, M. R. G. **O Arduino e a Aprendizagem de Física: Um kit robótico para abordar conceitos e princípios do Movimento Uniforme**. 2017. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Ciências e Letras – Unesp/Araraquara, ARARAQUARA – S.P, 2017. p.38.