

EXPERIMENTO COM ARDUINO PARA DESENVOLVER CONCEITOS DE ELETROSTÁTICA

EXPERIMENT WITH ARDUINO TO DEVELOP CONCEPTS OF
ELECTROSTATICS

Ciências Exatas e da Terra • 29/03/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/774831569](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/774831569)

Fábio Freitas Sousa Filho¹

Raisa Marya Corrêa Souza Diniz²

RESUMO

Apesar do reconhecimento da importância das aulas experimentais e do uso de tecnologias no ensino de Física, muitos professores ainda não estão familiarizados ou não incluem esses recursos em suas aulas. O objetivo deste estudo, em forma de relato de experiência, foi investigar a contribuição do uso do Arduino para a aprendizagem de conceitos de eletrostática, sobretudo carga elétrica e capacitância, no ensino de Física. Uma oficina, com a montagem e manipulação experimental, foi aplicada com uma turma do 3º ano do ensino médio da escola C.E Benedito Leite, na cidade de São Luís – MA, totalizando 27 estudantes. Os dados foram coletados por meio de entrevista, observação e questionário. Os resultados mostraram alta aceitação da ferramenta: 88,8% dos alunos afirmaram que o Arduino facilitou o entendimento do conteúdo, 77,8% dos estudantes manifestaram interesse em participar de atividades semelhantes e 92,5% gostaram, apesar das dificuldades que surgiram. As aulas que fogem ao padrão tradicional tendem a ser mais dinâmicas e interessantes, porém, deve-se lembrar que os experimentos são apenas recursos. A ênfase ainda deve ser a correta abordagem do conteúdo, o detalhamento na explicação dos fenômenos físicos durante o processo e a participação dos estudantes como agentes em seu processo de aprendizagem.

Palavras-chave: Arduino. Eletrostática. Ensino de Física.

ABSTRACT

Despite the recognition of the importance of experimental classes and the use of technology in physics teaching, many teachers are still unfamiliar with or do not include these resources in their classes. The objective of this study, in the form of an experience report, was to investigate the contribution of using Arduino to the learning of

electrostatics concepts in physics teaching especially electric charge and capacitance. A workshop, involving the assembly and manipulation of experiments, was conducted with a class of 3rd-year high school students at the C.E. Benedito Leite school in São Luís, Maranhão, totaling 27 students. Data were collected through interviews, observation, and questionnaires. The results showed high acceptance of the tool: 88.8% of the students stated that Arduino facilitated the understanding of the content, 77.8% of the students expressed interest in participating in similar activities, and 92.5% liked it, despite the difficulties that arose. Classes that deviate from the traditional model tend to be more dynamic and interesting; however, it should be remembered that experiments are only resources. The emphasis should still be on the correct approach to the content, the detailed explanation of physical phenomena during the process, and the participation of students as agents in their learning process.

Keywords: Arduino. Electrostatics. Physics Teaching.

1. INTRODUÇÃO

A abordagem dos conteúdos de eletrostática no Ensino Médio é frequentemente caracterizada pela abstração conceitual e pela escassez de práticas experimentais, o que dificulta a aprendizagem dos estudantes. Em muitas escolas públicas, a falta de laboratórios e materiais adequados limita o desenvolvimento de atividades que relacionem teoria e prática, reforçando essa dicotomia e tornando as aulas expositivas desmotivadoras e distantes do cotidiano dos alunos. “Apesar de as atividades experimentais estarem há quase 200 anos nos currículos escolares e apresentarem uma ampla variação nos possíveis planejamentos, nem por isso os professores têm familiaridade com essa atividade (CARVALHO *et al*, 2010, p. 53).

Nesse contexto, a utilização de recursos tecnológicos de preço acessível, como o Arduino, apresenta-se como uma alternativa para o ensino da Física. A plataforma permite o desenvolvimento de experimentos simples e interativos, aproximando os estudantes da experimentação científica e promovendo uma aprendizagem mais dinâmica.

O Arduino é uma ferramenta de hardware livre e placa única, com portas de entrada e saída analógicas e digitais que processa e armazena comandos a serem executados quando acionados. Essa placa se destaca pelo seu baixo custo e pela facilidade em sua programação, acessível tanto a profissionais quanto a amadores, incluindo iniciantes. A plataforma também é reconhecida pela sua aplicação em projetos de robótica e pela disponibilidade de códigos prontos encontrados na internet (<https://www.arduino.cc/>). É possível adquirir uma placa Arduino em lojas de eletrônica e pela internet, com preços acessíveis a todas as faixas de renda, já que as versões mais básicas custam em torno de R\$ 30 (trinta reais) (LEITE; CARVALHO, 2025, p. 17).

A escolha deste tema surgiu da necessidade de proporcionar aos alunos uma compreensão concreta dos conceitos de carga elétrica e capacitância, utilizando a tecnologia como ferramenta de mediação no processo de ensino-aprendizagem, a partir do problema de pesquisa “como o uso do Arduino pode contribuir para a aprendizagem dos conceitos de carga elétrica e capacitância no

Ensino Médio, considerando a limitação de recursos laboratoriais em muitas escolas públicas?” A pesquisa está alinhado com a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), de Ausubel e nos conceitos de ancoragem e subsunções.

A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Ausubel vê o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual [...] (MOREIRA, 2019, p. 161).

A pesquisa tem como objetivo geral investigar a contribuição do uso do Arduino no ensino de Física para a aprendizagem dos conceitos de carga elétrica e capacitância no ensino de eletrostática. “Realizar atividades experimentais no ensino de Ciências, em particular, de Física, é fundamental para a aprendizagem de conceitos científicos: não há professor, pesquisador ou educador da área que discorde desse preceito” (GASPAR, 2014). Ao enfatizar a experimentação como metodologia ativa, o trabalho contribui para o protagonismo dos estudantes. “As metodologias ativas dão ênfase ao papel protagonista do aluno, ao seu envolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo, experimentando, desenhando, criando, com orientação do professor” (MORAN, 2018, p. 4).

E como objetivos específicos: desenvolver um protótipo utilizando Arduino e materiais de baixo custo; elaborar e aplicar um roteiro

experimental para turmas de ensino médio, envolvendo o uso do protótipo; analisar as percepções e aprendizagens dos estudantes a partir da atividade experimental; relacionar os resultados obtidos com a TAS; avaliar as potencialidades e limitações do uso de tecnologias acessíveis no ensino de eletrostática.

De início defendemos que traçar objetivos específicos para as aulas exige o conhecimento de aspectos sociais e culturais das turmas com as quais se trabalha. Tanto os temas a serem trabalhados em aula como os objetivos que pleiteamos precisam estar também em concordância com a realidade dos alunos (SASSERON; MACHADO, 2017, p. 11).

A pesquisa busca discutir a aplicabilidade de estratégias onde o aluno assume um papel de protagonista, fundamentadas na TAS e demonstrar que é possível realizar experimentos de Física com baixo custo que proporcionem engajamento, mesmo em contextos escolares com infraestrutura limitada.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Eletrostática

É a parte da Física que estuda as cargas elétricas em repouso e, no Ensino Médio, compõe uma das unidades do 3º ano. Os conceitos de eletrostática costumam ser difíceis de serem visualizados, uma vez que se tratam de entidades invisíveis a olho nu, como portadores de carga elétrica, campo elétrico, força elétrica etc. São conceitos

importantes e que devem ser ministrados antes de discutir o tópico sobre capacitores, estes sim, objetos concretos que podem ser explorados como recurso.

2.2. Carga elétrica

A carga elétrica é uma propriedade intrínseca da matéria, assim como a massa e o spin, manifestando-se em partículas, por exemplo, as quais chamamos portadores de carga elétrica. Existem duas formas diferentes de carga: a positiva e a negativa, frequentemente representadas pelos sinais (+) e (-) respectivamente. Cargas de mesmo sinal tendem a se repelir, enquanto as de sinais contrários, a se atrair. A lei de Coulomb (equação 1) expressa a força (F) com que dois portadores de carga elétrica se repelem ou se atraem:

$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

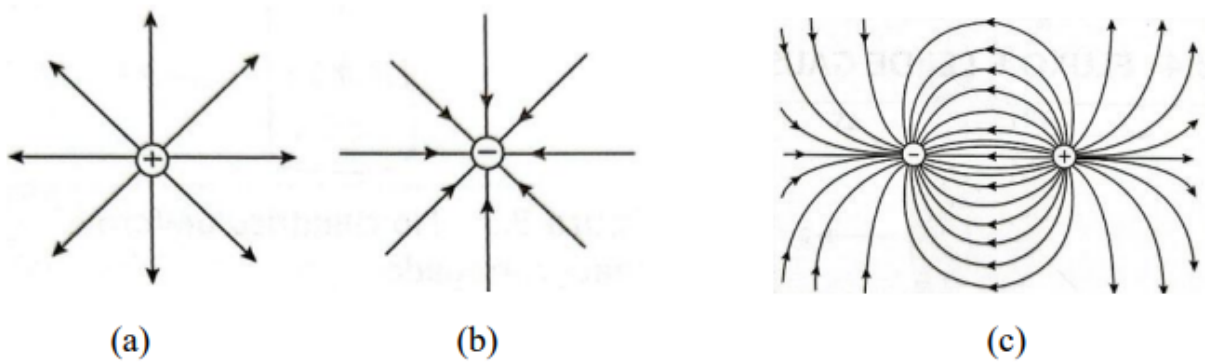
(eq.1)

A constante de proporcionalidade, k , depende do material e do sistema de unidades adotado; q_1 e q_2 representam as cargas dos dois portadores e r é a distância entre eles. Assim, “a força é proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas” (NUSSENZVEIG, 2015, p. 17).

As cargas são fontes de campo elétrico, isto é, a carga cria um campo no espaço que a cerca. Esse campo pode ser descrito como a força que atua sobre uma outra carga colocada nesse espaço, chamada carga de prova. Assim, outra forma de abordar o conceito de força elétrica é por meio das linhas de força. Elas são representações geométricas que auxiliam na “visualização” do campo e das forças (figura 1). “Uma linha de força é definida como

uma curva tangente em cada ponto à direção do campo neste ponto” (NUSSENZVEIG, 2015, p. 21).

Figura 1 – Linhas de força: a) carga positiva; b) carga negativa; c) par de cargas opostas.



Fonte: Nussenzveig, 2015.

2.3. Capacitores e capacitância

Capacitores (figura 2) são dispositivos usados para armazenar energia elétrica, enquanto a capacitância (C) é uma medida da quantidade de carga acumulada nesse dispositivo.

Figura 2 – Alguns tipos de capacitores



Fonte: Halliday, Resnick e Walker, 2009.

O capacitor é constituído por “dois condutores isolados entre si. Seja qual for a forma desses condutores, eles recebem o nome de placas. (...) Além disso, existe uma diferença de potencial entre as duas placas. (...) ” (HALLIDAY, RESNICK E WALKER, 2009, p. 111). A carga (Q) do capacitor e a diferença de potencial (V) estão relacionadas pela equação 2:

$$Q = CV \text{ (eq. 2)}$$

De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2009) o valor da capacitância depende da geometria da placa, mas não depende da carga, nem da diferença de potencial. Quanto maior a capacitância, maior a carga necessária acumulada nas placas para que produza uma certa diferença de potencial entre elas.

Na prática, o capacitor é usado em circuitos para disponibilizar a energia acumulada entre as placas quando necessário, como por exemplo, para liberar luz rapidamente (como em um *flash*), estabilizar tensões e suavizar oscilações em um circuito etc.

3. METODOLOGIA

3.1. Delineamento da Pesquisa

A presente pesquisa caracteriza-se por ser quanti-qualitativa, em forma de relato de experiência, tendo como objetivo analisar o uso do Arduino no ensino de eletrostática, com foco nos conceitos de carga elétrica e capacitância. A investigação ocorreu em contexto de sala de aula, na escola modelo CE Benedito Leite. Durante 50 minutos, um a oficina foi desenvolvida em uma turma do 3º ano do ensino médio no dia 06-09-2025.

A coleta de dados foi realizada por meio de observação, entrevista e questionário. A entrevista foi usada para identificar os conhecimentos prévios dos alunos e o contexto da sala de aula e o questionário, para compreender as percepções dos alunos após a oficina. Os conhecimentos prévios dos alunos, também chamados subsunçores, têm uma grande importância na Teoria da Aprendizagem significativa.

Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura específica de conhecimento (Moreira, 2019, p. 161).

Essa combinação de instrumentos permite uma análise integrada, tanto qualitativa quanto quantitativa, possibilitando identificar mudanças conceituais, níveis de engajamento e benefícios pedagógicos decorrentes da prática experimental.

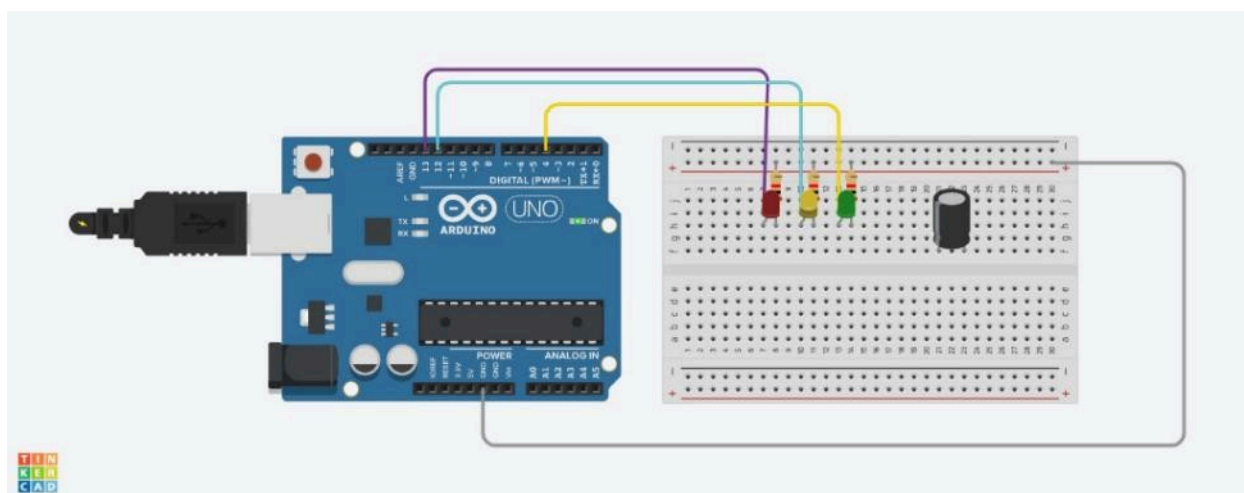
3.2. Montagem experimental

Para o desenvolvimento da atividade experimental, foi utilizada a plataforma Arduino: a placa Arduino UNO e o software IDE, *Integrated Development Environment*.

O Arduino é formado por dois componentes principais: a placa Arduino, elemento de hardware com o qual você trabalha ao construir seus objetos; o IDE do Arduino, o software que você executa em seu computador. O IDE pode ser utilizado para criar um sketch (esboço, um pequeno programa de computador), do qual você fará o upload para a placa Arduino. O sketch dirá à sua placa o que deve ser feito (BANZI, 2012, p. 33).

Inicialmente, deve ser feita a montagem do circuito usando uma *protoboard*, *jumpers* macho-macho, três leds de cores quaisquer, um capacitor de 10 nF e três resistores de 220 Ω . A fonte deve fornecer 5 V. Um esquema do circuito está representado a seguir, elaborado com a ferramenta Tinkercad, disponível no site <https://www.tinkercad.com/>, um aplicativo gratuito para projetos na área de eletrônica e codificação, em 3D (figura 3).

Figura 3: Esquema 1 do circuito, criado com auxílio do Tinkercad.

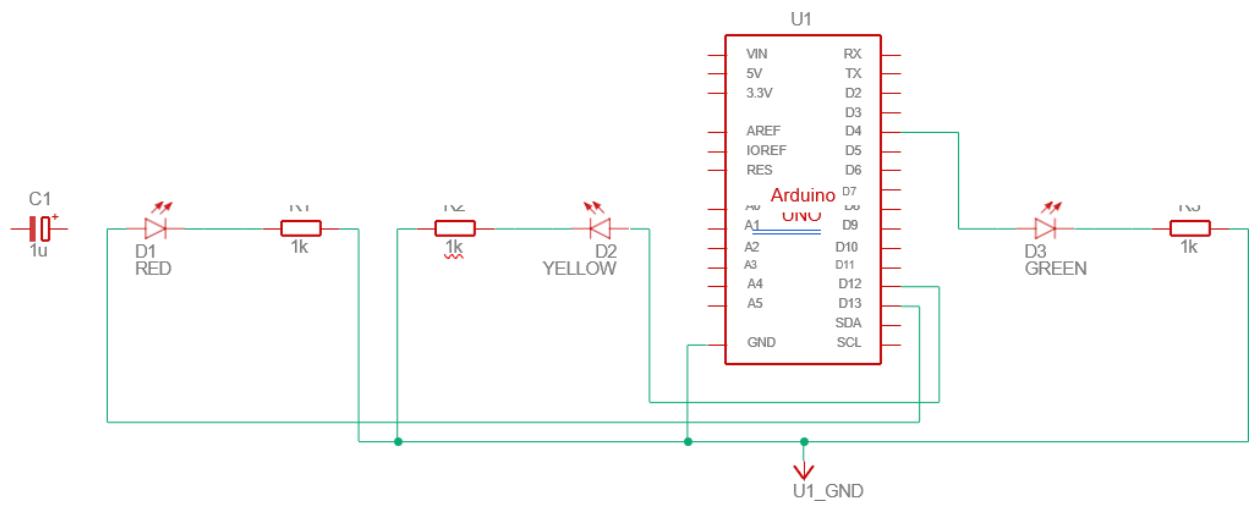


Fonte: <https://www.tinkercad.com/>

Para facilitar a montagem, segue o roteiro:

- encaixar a placa Arduino nano na protoboard deixando 3 casas de distância da coluna vertical e uma passagem pelo meio da protoboard onde o Arduino terá acesso aos lados negativo e positivo;
- encaixar os *jumpers* macho-macho no lado GND (aterramento, *ground*), a parte que envia os comandos analógicos do Arduino para o led;
- acrescentar os leds na protoboard;
- encaixar o resistor na parte positiva da protoboard;
- na perna maior do led, encaixe o jumper que se liga ao Arduino na parte da numeração do led (D10) e no anodo (perna menor do led);
- encaixar o jumper que está ligado ao GND na numeração que estará presente no IDE; conectar o cabo USB do Arduino no computador. Ver esquema 2 da figura 4.

Figura 4: Esquema 2 do circuito, criado com auxílio do Tinkercad.



Fonte: <https://www.tinkercad.com/>

Após a montagem, abrir o Arduino IDE no computador e adicionar o código. Acrescentar o tempo em que o led acende e apaga. Esse código, descrito a seguir, é utilizado para controlar o led e ler as variações de capacitância (figura 5).

Figura 5: Código Arduino (*sketch*).

```

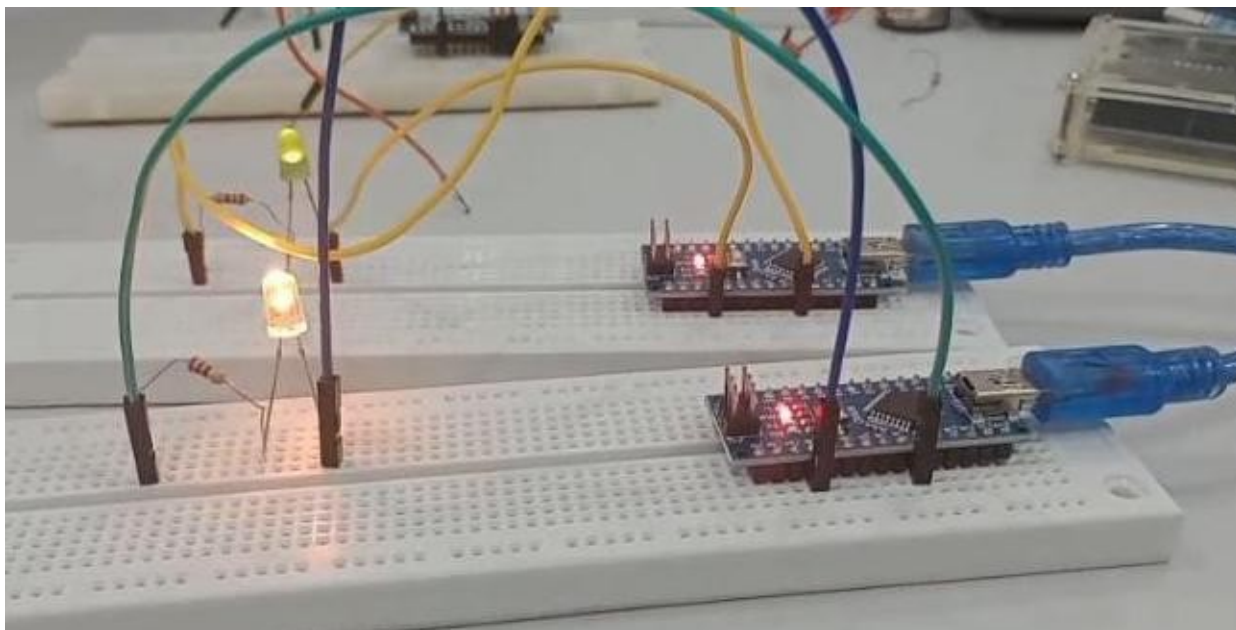
1 int sensor = A0;
2 int led = 7;
3
4 void setup() {
5   pinMode(led, OUTPUT);
6   Serial.begin(9600);
7 }
8
9 void loop() {
10  int valor = analogRead(sensor); // L o valor do pino
    anal gico
11  if (valor > 100) {
12    digitalWrite(led, HIGH); // Acende o LED quando detecta
    varia o
13  } else {
14    digitalWrite(led, LOW); // Apaga o LED
15  }
16  Serial.println(valor); // Exibe leitura no Serial Monitor
17  delay(200);
18 }

```

Fonte: Arduino IDE.

Ao colocar o código no IDE , visualizaremos o led apagando e ascendendo (figura 6), permitindo questionamentos e observação a respeito dos conceitos de carga elétrica e capacitância.

Figura 6: Circuito do arduino instalado na protoboard.



Fonte: Autores, 2025.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em entrevista ao professor das turmas em que foram aplicadas as oficinas, verificou-se que o conteúdo de eletrostática já havia sido contemplado. Nesse caso, os conhecimentos prévios dos alunos incluíam os conceitos de carga elétrica, campo elétrico e capacitores. Em entrevista aos 27 alunos, 59,3% deles nunca tinha ouvido falar de Arduino antes, 25,9% já tinham ouvido falar, mas nunca usaram e 14,8% já o conheciam bem.

Após uma breve acolhida e contextualização do projeto, foi feita uma exposição da importância da eletrostática, alguns exemplos de aplicação (sensores, descarga elétrica), o porquê da utilização do Arduino e a demonstração do circuito que será montado. As equipes foram divididas e instruídas quanto à montagem do experimento (figura 7).

Figura 7: Alunos discutindo o circuito.



Fonte: Autores, 2025.

Os alunos montaram o protótipo e o testaram adicionando o código no software IDE, sob mediação do professor (figura 8). Os resultados foram discutidos e um debate coletivo sobre como o campo elétrico atua na protoboard foi realizado. Ao final, o questionário foi aplicado para avaliar compreensão e percepções.

Figura 8: Funcionamento do circuito.



Fonte: Autores, 2025.

De acordo com os dados coletados no questionário, com 27 respostas, para a primeira questão, 88,8% dos alunos afirmaram que o Arduino facilitou o entendimento do conteúdo, enquanto 7,4% (dois alunos) consideraram que ajudou “um pouco”. Apenas 3,8% relatou não ter compreendido bem o experimento (um aluno). Referente à segunda questão 77,8% dos estudantes manifestaram interesse em participar de mais atividades com Arduino, indicando aceitação da metodologia. Em relação ao envolvimento, terceira questão, 48,1% dos alunos afirmaram “gostei muito, aprendi bastante”, enquanto 44,4% relataram "gostei mas tive dificuldades". Apenas 3,8% dos alunos indicaram "não gostei muito" e 3,8% “prefiro apenas aulas teóricas”. Observou-se, na quarta questão, que 86,4% dos participantes acreditam que o Arduino pode auxiliar no ensino de Física. Na quinta questão, 50% afirmaram que isso tornaria as aulas mais interessantes, enquanto 18,5% disseram que "talvez poderia ajudar" e 3,8% acreditam que "não auxiliaria".

Entre os participantes, 96,2% afirmaram que o arduino deixou o ensino de Física mais interessante. Esse é um resultado importante: a proposta torna as aulas mais dinâmicas, motivando os alunos e deixando-os mais participativos. Os comentários observados durante a aplicação da oficina reforçaram que o Arduino torna a Física “mais concreta”, “mais prática” e “mais fácil de entender”, ressaltando o papel da experimentação na aprendizagem. Esses resultados demonstram forte engajamento, elevada aceitação da tecnologia e indícios de aprendizagem significativa promovida pela prática com Arduino.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização da prática experimental com Arduino demonstrou ser uma ferramenta eficaz para o ensino dos conceitos de carga elétrica e capacitância no ensino de eletrostática. A partir dos resultados obtidos, observou-se que a maioria dos estudantes reconheceu o Arduino como um recurso que torna as aulas de Física mais dinâmicas, interessantes e compreensíveis. Esses achados reforçam o potencial pedagógico da tecnologia, especialmente quando associada a metodologias ativas de ensino.

Os dados analisados evidenciam que o uso do Arduino contribuiu, sim, para a aprendizagem dos conceitos de carga elétrica e capacitância no Ensino Médio, considerando a limitação de recursos laboratoriais em muitas escolas públicas. Ao permitir que os estudantes visualizassem e manipulassem fenômenos abstratos, o experimento possibilitou a construção de novas relações entre conceitos prévios e novos conhecimentos, fortalecendo o processo de ancoragem cognitiva da Teoria da Aprendizagem Significativa. Além disso, a interação direta com os componentes eletrônicos

promoveu maior engajamento, curiosidade e envolvimento dos alunos.

Outro aspecto relevante diz respeito ao impacto motivacional da prática. A ampla maioria dos estudantes relatou interesse em participar de outras atividades com Arduino, demonstrando que a integração de recursos tecnológicos pode ampliar o protagonismo discente e tornar o aprendizado mais relevante e contextualizado. Um cuidado que se deve ter, durante toda a execução da oficina, é não divergir do assunto principal, a eletrostática, pois os alunos podem acreditar que a montagem e execução do experimento em si é mais importante que os conceitos físicos (carga e capacitância) que estão sendo desenvolvidos.

Assim, conclui-se que o Arduino se configura como uma ferramenta pedagógica acessível, motivadora e eficiente para o ensino de Física. Recomenda-se a continuidade e ampliação de práticas semelhantes em salas de aula, fortalecendo a relação entre tecnologia e aprendizagem, enfatizando a correta abordagem do conteúdo, o detalhamento na explicação dos fenômenos físicos durante o processo e a participação ativa dos estudantes em seu processo de aprendizagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARDUINO. **Arduino IDE 1.8.13** [Software]. Disponível em: <https://www.arduino.cc>. Acesso em 09 de setembro de 2025.

BANZI, M. **Primeiros passos com o Arduino**. São Paulo: Novatec, 2012.

CARVALHO, A. M.P. *et al.* **Ensino de Física**. Coleção Ideias em Ação. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

GASPAR, A. **Atividades experimentais no ensino de física**: uma nova versão baseada na teoria de Vigotski. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

HALLIDAY, D. RESNICK, R. WALKER, J. **Fundamentos de Física, volume 3**. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

LEITE, D. L. F. CARVALHO, E. F. V. **Explorando a cinemática**: uma abordagem pedagógica com robótica educacional. São Luís: EDUFMA, 2025.

MORAN, J. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda**. *In*: Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: E. D. U., 2019.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica 3: eletromagnetismo**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2015.

SASSERON, L. H. MACHADO, V. F. **Alfabetização científica na prática**: inovando a forma de ensinar física. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

TINKERCAD. **Autodesk Tinkercad**. Free online 3D design and modeling tool. Disponível em: <https://www.tinkercad.com/>. Acesso em: 30/09/2025.

¹ Discente do Curso Superior de Licenciatura em Física da Universidade Estadual do Maranhão, *Campus* Paulo VI, São Luís - MA. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

² Docente do Curso Superior de Licenciatura em Física da Universidade Estadual do Maranhão, *Campus* Paulo VI, São Luís - MA. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).