



DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DIDÁTICO PARA MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA ELÉTRICA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6201

Autores: ARTHUR BERNARDO BARBOSA, ADELSON ATAIDE DOS SANTOS NETO, JÉSSICA DE SOUZA SOARES, CAIO CUNHA REGO DE OLIVEIRA, IGOR FORCELLI SILVA, SUZETE ÉLIDA NÓBREGA CORREIA

Resumo: O presente trabalho refere-se ao desenvolvimento de um protótipo didático de um medidor de resistência elétrica utilizando a plataforma Arduino®, visando auxiliar as atividades práticas em cursos de engenharia e áreas correlatas. A proposta tem por finalidade tornar o aprendizado mais dinâmico e significativo, por meio da interligação entre teoria e prática, utilizando metodologias ativas. O aparelho foi projetado priorizando o custo de produção acessível, além da facilidade de montagem e interdisciplinaridade, haja vista que interligou os conhecimentos de eletrônica, circuitos elétricos e programação. O funcionamento do protótipo baseia-se no uso de resistores de diferentes valores, como escalas internas, além de capacitores para diminuição de ruídos e um display LCD que apresenta o resultado das medições. Para se verificar o desempenho, foram feitas comparações com um medidor comercial, tendo sido verificado um erro médio de 4,07%, o que é uma margem aceitável para fins educacionais.

Palavras-chave: Ohmímetro, Arduino, Ensino de Engenharia, Aprendizagem Significativa.

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DIDÁTICO PARA MEDIÇÃO DE RESISTÊNCIA ELÉTRICA

1 INTRODUÇÃO

O fenômeno da evasão no ensino superior acontece em diversos países, desenvolvidos ou em desenvolvimento, e produz desdobramentos e consequências relevantes em instituições de ensino superior (IES) públicas e privadas. O enfrentamento do problema é urgente e demanda soluções específicas e bem estruturadas (Santos *et al.*, 2024). Nesse contexto, destaca-se a importância de repensar as metodologias de ensino-aprendizagem utilizadas em sala de aula, especialmente em cursos da área tecnológica, como os cursos de engenharia. Os métodos de ensino ortodoxo contêm uma estrutura engessada, que pode contribuir significativamente para o desinteresse dos discentes e, consequentemente, para o abandono do curso, reforçando os índices de evasão, sobretudo em áreas de maior complexidade do conhecimento (Ferreira, 2022).

As atividades interdisciplinares propostas por meio de projetos vêm se mostrando uma ótima estratégia pedagógica, pois promovem uma aprendizagem intensa e conectada com a realidade. Essa abordagem contribui para romper com a fragmentação dos conteúdos tradicionalmente presentes nos currículos dos cursos da área tecnológica e permite aos discentes um aprendizado mais integrador e relevante. Ao articular propostas que envolvam diferentes disciplinas em desafios comuns, os projetos interdisciplinares ajudam a unificar o conhecimento, favorecendo o engajamento dos estudantes e podendo atuar como um fator importante na redução das taxas de evasão (Garcia; Barbosa; Mehleck, 2022).

O uso de materiais de baixo custo para a realização de aulas práticas já é uma realidade no ensino dos fenômenos físicos que permeiam a engenharia elétrica. Essa abordagem confere ao docente a liberdade para realizar experimentos, sem depender de infraestrutura e equipamentos muito caros. Além do custo, o uso desses materiais permite que os discentes construam seus próprios experimentos, aproximando-se diretamente dos fenômenos em estudo. Assim, o uso de protótipos associados a metodologias de ensino ativas pode enriquecer as disciplinas dos cursos superiores da área tecnológica, inclusive em instituições que já possuam recursos laboratoriais, no sentido de que o aluno deixa de ter uma atuação passiva, em que recebe o equipamento pronto e passa a ter uma atuação ativa, precisando também planejar e desenvolver seu próprio equipamento de medida (Nogueira; Hernandez, 2021).

A engenharia elétrica tem se consolidado como um dos pilares do desenvolvimento tecnológico, sendo responsável por projetar e gerenciar sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia. Para que esses sistemas operem de modo seguro, faz-se necessário o uso de instrumentos capazes de aferir grandezas como tensão, corrente, potência e resistência. Entre esses instrumentos, o ohmímetro é um instrumento essencial para técnicos e engenheiros, utilizado para medir a resistência de componentes, diagnosticar falhas em circuitos e verificar a continuidade elétrica. Sua capacidade de identificar curto-circuitos, localizar resistores defeituosos e assegurar a integridade dos sistemas elétricos é fundamental para a manutenção preventiva e corretiva, contribuindo para a confiabilidade e segurança operacional dos equipamentos (Santos; Pereira, 2017).

Além disso, no desenvolvimento de projetos eletrônicos, o ohmímetro é indispensável para validar os valores reais das resistências, comparando-os com os valores teóricos previstos. O uso correto desse instrumento garante precisão na montagem dos circuitos e conformidade com as normas técnicas vigentes, refletindo boas práticas profissionais que

asseguram o desempenho eficiente e seguro dos sistemas elétricos e eletrônicos (ALMEIDA; COSTA, 2019).

Silva *et al.* (2021) desenvolveram um ohmímetro baseado em um microcontrolador Arduino, visando criar um dispositivo portátil, de baixo custo e de fácil manuseio, contribuindo para as aulas teóricas e ampliando a compreensão dos discentes acerca dos fenômenos abordados em sala de aula. Os autores destacam que, com os recursos utilizados, é possível proporcionar um ambiente mais favorável à aprendizagem, explorar metodologias ativas e fomentar projetos interdisciplinares.

Makan, Mingesz e Gingl (2019) abordaram a construção e a análise da precisão de ohmímetros baseados em Arduino, plataforma amplamente utilizada na educação devido ao seu baixo custo e facilidade de uso. No estudo, os autores investigaram o desempenho de quatro dispositivos diferentes e concluíram que os ohmímetros de Arduino podem oferecer precisão razoável para fins educativos, especialmente quando são utilizados resistores de alta qualidade nos testes. Ainda segundo os autores, os dispositivos, mesmo com limitação se comparados a equipamentos de alta qualidade, são valiosos para que estudantes aprendam na prática sobre conceitos de instrumentação.

Júnior *et al.* (2021) realizaram uma proposta experimental utilizando a placa de prototipagem Arduino como alicerce para construir um ohmímetro digital, tendo como objetivo contribuir para o ensino de eletricidade básica. A atividade proposta permitiu aos estudantes explorar, de forma prática, conceitos relacionados a circuito série, paralelo e misto, promovendo a integração entre teoria e prática. Segundo os autores, a proposta é adequada para práticas interdisciplinares, ao articular, conteúdos de física e programação, além de apresentar uma alternativa de baixo custo, favorecendo o uso de metodologias ativas.

Para os discentes de engenharia elétrica, compreender e dominar instrumentos de medições, como o ohmímetro, é crucial na transição do conhecimento teórico para a prática, favorecendo a compreensão dos fenômenos elétricos e preparando-os para os desafios em campo (Soares; Braga, 2014).

Diante do exposto, este estudo apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta que auxilie na medição de resistência elétrica. Para isso, propõe-se a construção de um protótipo utilizando a plataforma Arduino, capaz de realizar a leitura da tensão elétrica em um circuito série. O processo de confecção do ohmímetro torna-se, portanto, uma estratégia de aprendizagem prática, onde os alunos desenvolvem competências por meio do “aprender fazendo”. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo disponibilizar um protótipo didático, de baixo custo, que permita a adoção do método da aprendizagem significativa por estudantes de graduação nas disciplinas de Física e Análise de Circuitos Elétricos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção está organizada da seguinte forma: a Seção 2.1 aborda a teoria da aprendizagem significativa; a Seção 2.2 apresenta a Lei de Ohm e seu contexto histórico; a Seção 2.3 discute a relação entre corrente elétrica, tensão e resistência; a Seção 2.4 descreve os principais métodos de medição de resistência; a Seção 2.5 trata dos aspectos relacionados à tolerância dos resistores; a Seção 2.6 analisa os benefícios educacionais proporcionados por dispositivos de baixo custo e montagem simplificada; por fim, a Seção 2.7 explora a relevância do ohmímetro na atuação de técnicos e engenheiros.

2.1 Aprendizagem significativa

A teoria da aprendizagem significativa, desenvolvida por David Ausubel (1968), sustenta que novos conhecimentos devem ser integrados à estrutura cognitiva preexistente do aluno de maneira lógica e relacional. Diferentemente da aprendizagem mecânica —

baseada na memorização sem compreensão —, a aprendizagem significativa promove a assimilação ativa e duradoura dos conteúdos, ampliando a compreensão e a retenção. Para que isso ocorra, os conteúdos devem ser potencialmente significativos, e o estudante deve estar disposto a estabelecer vínculos com seus conhecimentos prévios, com o educador atuando como mediador do processo, estimulando a reflexão e a autonomia intelectual. Segundo Ausubel (2003), “o fator mais importante para que a aprendizagem significativa ocorra é a existência de uma estrutura cognitiva prévia que possibilite a integração dos novos conhecimentos de forma significativa”.

Moreira (2012) reforça esse conceito ao destacar que a aprendizagem significativa ocorre quando “ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe”, promovendo uma interação profunda com conhecimentos já consolidados. As três principais formas dessa aprendizagem são: subordinação (novos conteúdos se vinculam a ideias mais gerais), superordenação (informações mais amplas reorganizam saberes anteriores) e combinação (associação lateral entre ideias por similaridade, sem hierarquia). Entre os tipos, destacam-se: a aprendizagem representacional (atribuição de significado a símbolos), conceitual (generalização de regularidades) e proposicional (compreensão de ideias complexas). Quando ocorre o esquecimento, este se manifesta por assimilação obliteradora, preservando a essência do conhecimento, mesmo que detalhes sejam perdidos.

2.2 Lei de Ohm e breve histórico

A Lei de Ohm é um dos princípios fundamentais da eletricidade, estabelecendo a relação entre corrente elétrica (I), tensão (V) e resistência (R). Formulada em 1827 pelo físico alemão Georg Simon Ohm, essa lei afirma que a corrente que atravessa um condutor é diretamente proporcional à tensão aplicada e inversamente proporcional à resistência, expressa pela Equação (1):

$$R = \frac{V}{I} \quad (1)$$

Ohm chegou a essa formulação por meio de experimentos com materiais metálicos, desenvolvendo um modelo matemático que explicava o comportamento da condução elétrica. Embora inicialmente criticada por ser considerada excessivamente teórica, sua teoria foi posteriormente reconhecida como base essencial para o desenvolvimento da engenharia elétrica. Sua obra "*Die galvanische Kette, mathematisch bearbeitet*" consolidou seu legado e permitiu o avanço de diversas tecnologias eletrônicas, contribuindo significativamente para a compreensão dos fenômenos elétricos.

A equação proposta por Ohm é fundamental para a análise de circuitos elétricos, pois permite prever o comportamento da corrente em função da tensão e da resistência de um elemento. Essa relação é aplicada desde o ensino básico até projetos de engenharia de alta complexidade. Em reconhecimento à sua contribuição, a unidade de resistência elétrica foi nomeada em sua homenagem: o ohm (Ω). A Lei de Ohm permanece como um alicerce indispensável para o estudo e aplicação dos conceitos da eletricidade e da eletrônica.

2.3 Relação entre corrente, tensão e resistência

Compreender a relação entre corrente elétrica, tensão e resistência é fundamental para a análise e o dimensionamento de circuitos elétricos. A corrente elétrica (I) representa o fluxo de cargas que percorre um condutor, impulsionado pela tensão (V), que é a diferença de potencial entre dois pontos do circuito. A resistência elétrica (R), por sua vez, é a propriedade dos materiais de opor-se à passagem da corrente. Esses três elementos estão interligados

pela Lei de Ohm, expressa pela Equação (1), que permite calcular qualquer uma das variáveis quando as outras duas são conhecidas. Essa formulação quantifica de forma precisa como as alterações em tensão ou resistência impactam o fluxo de corrente elétrica.

Na prática, quando a resistência é mantida constante, o aumento da tensão resulta em um aumento proporcional da corrente. Inversamente, se a tensão for constante, o aumento da resistência causará uma diminuição na corrente. Essa relação direta e previsível é essencial para o projeto de sistemas elétricos eficientes e seguros, garantindo que componentes como resistores, fusíveis e condutores sejam corretamente dimensionados para suportar as condições de operação. O domínio dessa interação permite não apenas o funcionamento adequado dos dispositivos, mas também a proteção contra sobrecargas e falhas, sendo um pilar essencial da engenharia elétrica e eletrônica.

2.4 Métodos para medição de resistência

A medição da resistência elétrica pode ser realizada por métodos diretos ou indiretos, a depender das condições de aplicação e do nível de precisão requerido. No método direto, emprega-se o ohmímetro, instrumento que aplica uma tensão de teste ao componente e mede a corrente resultante, permitindo o cálculo da resistência com base na Lei de Ohm. Por sua vez, o método indireto, também denominado voltamperimétrico, envolve a aplicação de uma tensão conhecida ao componente em funcionamento, seguida da medição da corrente que o atravessa, possibilitando o cálculo da resistência por meio da Equação 1. Essa abordagem é particularmente vantajosa em situações nas quais a interrupção do circuito para medição direta não é possível, exigindo o uso de instrumentos calibrados para assegurar a confiabilidade das medições (Boylestad; Nashelsky, 2014).

Além dos métodos básicos de medição de resistência, existem técnicas avançadas que proporcionam maior exatidão, sendo amplamente empregadas em ambientes laboratoriais e industriais. A ponte de Wheatstone é um método clássico, que permite medições altamente precisas ao comparar uma resistência desconhecida com resistores padrão, equilibrando um circuito específico. Outra técnica amplamente utilizada é o método dos quatro fios, também conhecido como método de Kelvin, ideal para a medição de resistências muito baixas. Esse método elimina os efeitos das resistências parasitas dos condutores e dos pontos de contato, assegurando resultados mais confiáveis. Tais abordagens são fundamentais em aplicações que exigem alta precisão, minimizando os erros inerentes aos métodos convencionais de medição (Franzin; Pavanelli, 2010).

A escolha do método mais adequado para a medição da resistência elétrica depende da faixa de valores a serem medidos, do ambiente de aplicação e do grau de precisão exigido. Para resistências de valores médios e em medições rápidas, o uso do ohmímetro ou do método voltamperimétrico é geralmente suficiente. Entretanto, em situações que envolvem resistências muito baixas, como em componentes eletrônicos sensíveis ou durante calibração de equipamentos, torna-se indispensável a utilização das técnicas avançadas, como a ponte de Wheatstone e o método de Kelvin, que garantem maior confiabilidade nos resultados. Essas metodologias são amplamente empregadas tanto em pesquisas científicas quanto em ambientes industriais (Boylestad; Nashelsky, 2014).

2.5 Tolerância dos resistores

A tolerância dos resistores indica a variação máxima admissível em relação ao valor nominal da resistência, expressa geralmente em percentual. Essa margem resulta das limitações inerentes ao processo de fabricação, além das influências ambientais e do envelhecimento dos componentes. Por exemplo, um resistor com valor nominal de 100 Ω e tolerância de $\pm 5\%$ pode apresentar resistência real entre 95 Ω e 105 Ω . Essa característica é

crucial para garantir a confiabilidade e o desempenho esperado do circuito, especialmente em aplicações que demandam alta precisão (Horowitz; Hill, 2015).

Os valores de tolerância mais comuns incluem $\pm 1\%$, $\pm 5\%$ e $\pm 10\%$. Em sistemas sensíveis ou instrumentos de medição críticos, são preferidas tolerâncias menores, como $\pm 0,1\%$. Tradicionalmente, a identificação da tolerância ocorre por meio do código de cores presente no corpo do resistor, no qual, para resistores de quatro faixas, a última faixa indica esse valor. Essa codificação facilita a seleção adequada dos componentes para diferentes aplicações, assegurando que a variação da resistência não comprometa o funcionamento do sistema (Malvino; Leach, 2011).

Compreender e escolher corretamente a tolerância dos resistores é fundamental para o êxito de projetos eletrônicos, pois variações indesejadas podem ocasionar erros ou instabilidades no circuito. Ao equilibrar custo e desempenho, a seleção apropriada da tolerância contribui para a estabilidade do sistema e para a durabilidade dos equipamentos, prevenindo falhas decorrentes de discrepâncias nos valores reais dos componentes. Assim, o conhecimento sobre tolerância é um aspecto indispensável no dimensionamento e na especificação dos resistores em projetos elétricos e eletrônicos (Sedra; Smith, 2014).

2.6 Benefícios educacionais de dispositivos de baixo custo e montagem simplificada

Dispositivos eletrônicos de baixo custo e fácil montagem desempenham papel fundamental no ensino técnico e científico, contribuindo para a democratização do acesso ao aprendizado. Ao possibilitar a realização de experimentos práticos com investimentos reduzidos, esses dispositivos ampliam a participação dos estudantes em atividades laboratoriais, facilitando a assimilação dos conceitos teóricos por meio da prática direta. Essa acessibilidade promove o ensino ativo e experimental, aumentando o engajamento dos alunos nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (Drucker; Hoppe, 2018).

A simplicidade na montagem desses dispositivos ainda favorece a aplicação de metodologias baseadas em projetos, que estimulam autonomia, criatividade e desenvolvimento do raciocínio lógico. O envolvimento prático na construção e utilização dos equipamentos fortalece o aprendizado significativo, conectando a teoria com a experiência concreta e promovendo o pensamento crítico. Em contextos de inovação e prototipagem, a disponibilidade de componentes acessíveis permite testes ágeis e ajustes contínuos, tornando o processo de desenvolvimento mais eficiente e adaptado a diferentes níveis educacionais (Kelly; Nolan, 2019).

Além disso, a adoção de dispositivos educacionais de baixo custo e montagem simplificada contribui para a sustentabilidade das práticas pedagógicas, diminuindo a dependência de equipamentos sofisticados e dispendiosos. Essa estratégia facilita a continuidade das atividades experimentais em escolas públicas e privadas, mesmo diante de restrições orçamentárias, promovendo um ambiente educacional inclusivo, dinâmico e alinhado às demandas do século XXI. Dessa forma, prepara-se melhor os futuros profissionais para os desafios tecnológicos e científicos contemporâneos (Moran, 2020).

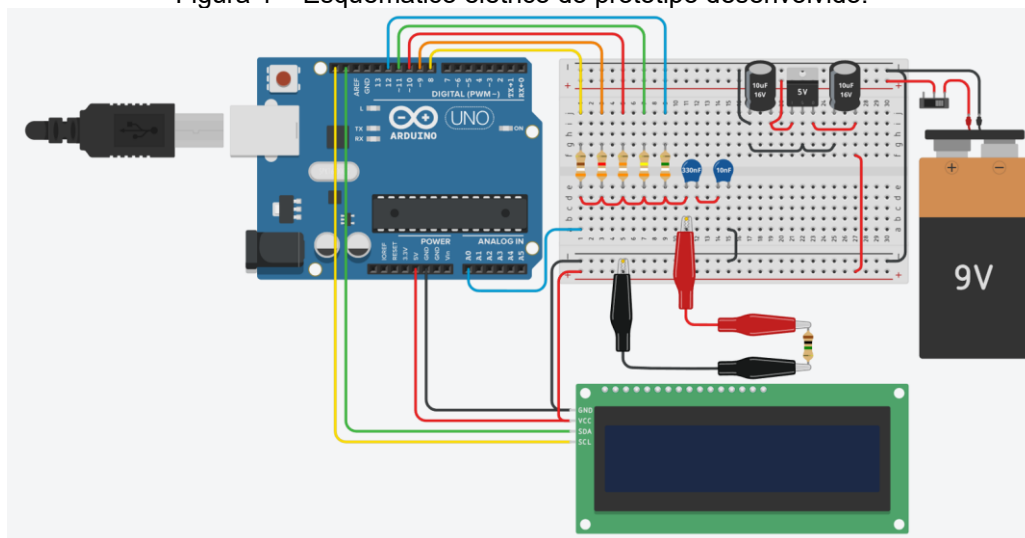
3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de natureza exploratória e com abordagem predominantemente quantitativa. Consistindo na construção e análise de um protótipo funcional para posterior aplicação em sala de aula. A metodologia adotada seguiu as etapas de levantamento bibliográfico, desenvolvimento e montagem do dispositivo, testes de funcionalidade com resistores comerciais e comparação dos resultados com instrumento

de referência. Para garantir maior rigor técnico, os testes foram repetidos em diferentes faixas de resistência, com avaliação do erro relativo médio.

Na Figura 1 é ilustrado o esquema elétrico do protótipo desenvolvido, em que, foi utilizado o microcontrolador Arduino Uno R3 para aplicar tensão constante na série entre o resistor a ser medido e um dos resistores internos das escalas. Foram utilizados os resistores de 390 Ω , 3,9 k Ω , 39 k Ω , 390 k Ω e 3,9 M Ω que funcionam como escalas, para garantir maior precisão na medição da resistência. Adicionalmente, foram utilizados dois capacitores, sendo um de 330 nF e outro de 10 nF para eliminar ruídos durante a medição. E para a alimentação elétrica do protótipo foi utilizada uma bateria de 9 V que alimenta o regulador de tensão em paralelo a outros dois capacitores de 10 μ F, para estabilizar a tensão de alimentação. Por fim, o resultado da medição efetuada pelo protótipo é registrado no display 16x2.

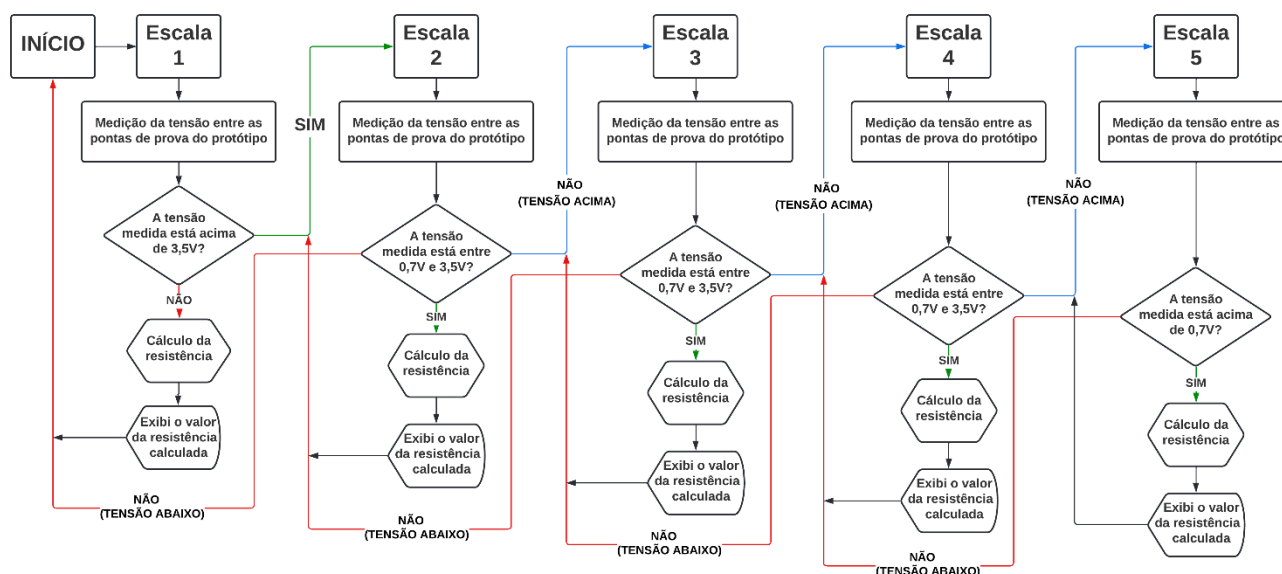
Figura 1 – Esquemático elétrico do protótipo desenvolvido.



Fonte: Elaboração própria (2025).

O fluxograma do código desenvolvido para o funcionamento do protótipo é ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma do código desenvolvido para o protótipo.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Na Tabela 1 são apresentados os materiais utilizados para construção do protótipo e o seu respectivo custo.

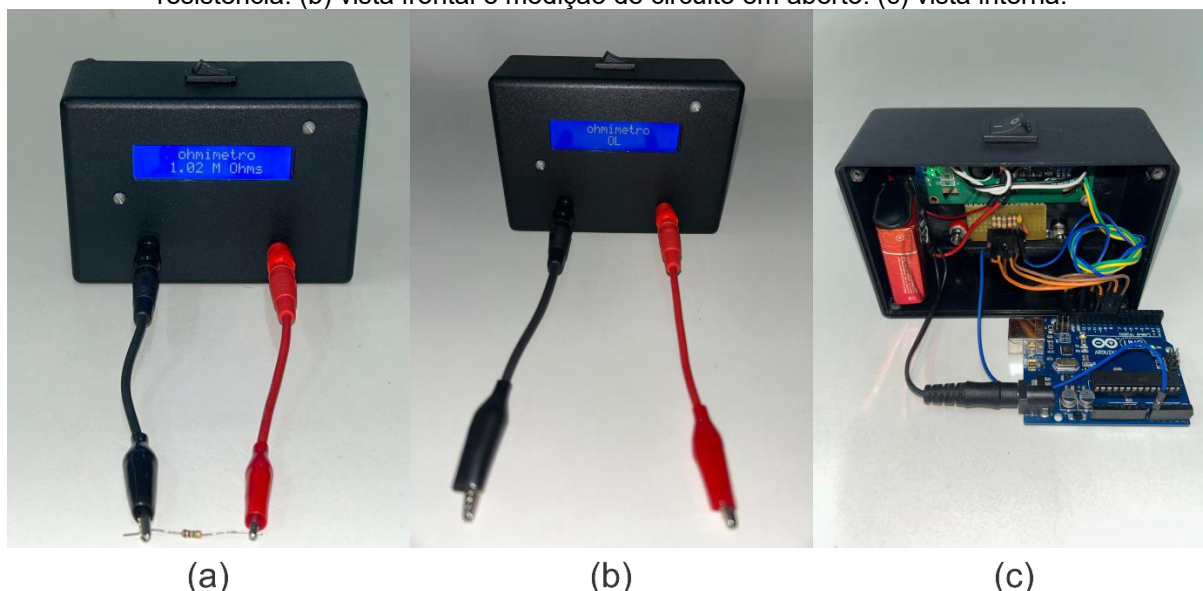
Tabela 1 - Custo dos materiais utilizados para construção do protótipo.

Material	Quantidade	Valor (R\$)
Caixa (53x85x124 mm)	1	23,00
Resistor de 390 Ω	1	0,10
Resistor de 3,9 k Ω	1	0,10
Resistor de 39 k Ω	1	0,10
Resistor de 390 k Ω	1	0,10
Resistor de 3,9 M Ω	1	0,10
Capacitor 10 nF	1	0,15
Capacitor 330 nF	1	0,40
Capacitor 10 μ F	2	0,30
Regulador de tensão LM7805	1	2,50
Arduino Uno	1	60,00
Borne p/ plugue (Preto e Vermelho)	2	3,00
Mini chave gangorra	1	1,50
Cabos de conexão	13	1,30
Cabo com plugue (Banana e Jacaré)	2	6,00
Placa para soldar os resistores	1	0,50
Conector para bateria	1	1,00
Bateria 9V	1	14,00
Display com módulo I2C	1	30,00
Total		144,15

Fonte: Elaboração própria (2025).

É ilustrado na Figura 3 o protótipo desenvolvido neste estudo, o qual, foi utilizado para medição da resistência elétrica.

Figura 3 – Protótipo desenvolvido para medição de resistência elétrica. (a) vista frontal e medição de resistência. (b) vista frontal e medição de circuito em aberto. (c) vista interna.



Fonte: Elaboração própria (2025).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o intuito de verificar o funcionamento do protótipo desenvolvido, utilizou-se o medidor ponte LCR Keysigh U1731C, sendo este, para comparar as medições efetuadas, assim, os resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Erro comparativo entre os resultados do protótipo e o medidor comercial.

Descrição do resistor	Keysight U1731C	Protótipo	Erro relativo percentual
Resistor (5 %) 10 Ω	9,84 Ω	8,56 Ω	13,01
Resistor (5 %) 47 Ω	47,38 Ω	43,15 Ω	8,93
Resistor (5 %) 100 Ω	98,14 Ω	91,16 Ω	7,11
Resistor (5 %) 330 Ω	325 Ω	299,74 Ω	7,77
Resistor (5 %) 390 Ω	381 Ω	352,30 Ω	7,53
Resistor (5 %) 470 Ω	469,2 Ω	433,42 Ω	7,63
Resistor (5 %) 750 Ω	738,7 Ω	732,95 Ω	0,78
Resistor (5 %) 1 k Ω	977 Ω	970,24 Ω	0,69
Resistor (5 %) 3,9 k Ω	3,813 k Ω	3,81 k Ω	0,08
Resistor (5 %) 4,7 k Ω	4,688 k Ω	4,69 k Ω	0,04
Resistor (5 %) 27 k Ω	26,68 k Ω	26,58 k Ω	0,37
Resistor (5 %) 100 k Ω	98,89 k Ω	94,66 k Ω	4,28
Resistor (5 %) 1 M Ω	1,0271 M Ω	1,02 M Ω	0,69
Resistor (5 %) 4,7 M Ω	4,644 M Ω	4,67 M Ω	0,56
Resistor (5 %) 10 M Ω	10,295 M Ω	10,47 M Ω	1,70

Fonte: Elaboração própria (2025).

O erro máximo obtido na comparação entre o protótipo e o medidor ponte LCR Keysight U1731C foi de 13,01%, o erro mínimo foi de 0,04% e a média foi de 4,07%.

A utilização de cinco escalas com resistores em série para determinação da resistência afetou em alguns casos a precisão dos valores obtidos, logo, para que o processo de aquisição do valor de resistência seja mais preciso seria necessária a utilização de mais resistores, ou seja, mais escalas. O fato do conversor A/D utilizado possuir 10 bits significa que é registrada a variação de tensão a cada 4,88 mV, que é um valor considerável em algumas medições de resistência, logo, variações menores que 4,88 mV não são registradas o que também pode ter causado erro nas medidas de resistência adquiridas.

Acredita-se que algumas melhorias podem ser efetuadas em trabalhos futuros com objetivo de diminuir o erro relativo, dentre elas:

- A implementação de mais resistores em série para aumentar o range do equipamento;
- A aplicação de um conversor A/D que possua maior quantidade de bits de resolução com objetivo de melhorar a precisão de conversão do sinal, permitindo resultados mais próximos dos valores reais de resistência.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho consiste no desenvolvimento de um protótipo didático para realizar a medição da resistência elétrica com o uso de um microcontrolador para aquisição e processamento de sinais. Neste contexto, foi construído um ohmímetro de custo acessível, assim permitindo a aquisição de medidas de tensão elétrica de circuitos série pelo Arduino®, e com essa aquisição foi possível determinar a resistência elétrica de resistores comerciais. Acredita-se que o valor do erro encontrado é aceitável e podem ser utilizados mais resistores para aumentar o range do equipamento desenvolvido.

Contudo, o dispositivo não foi aplicado em sala de aula como ferramenta de ensino, assim, para consolidar a proposta como recurso pedagógico, o próximo passo será a aplicação do dispositivo desenvolvido em turmas de graduação, por meio de atividades práticas acompanhadas de roteiros de experimentação. Espera-se, com isso, obter dados sobre o impacto do protótipo na compreensão de conceitos como resistência, Lei de Ohm e circuitos elétricos.

De forma geral, os resultados alcançados neste estudo indicam que o protótipo desenvolvido pode ser utilizado para realizar experimentos voltados para medição da resistência elétrica. O protótipo apresenta vantagens como custo acessível e interdisciplinaridade, visto que são necessários conhecimentos de eletrônica e programação para o seu desenvolvimento. Estes resultados indicam que o medidor desenvolvido pode aumentar a expectativa dos discentes em estudos envolvendo a medição de resistência em circuitos elétricos, assim, tornando-o um potencial recurso didático para a aprendizagem significativa.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, do Campus João Pessoa e ao PETEE-IFPB (Programa de Educação Tutorial de Engenharia Elétrica do Instituto Federal da Paraíba), pelo apoio técnico e financeiro.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Ricardo; COSTA, Fernanda. Práticas em Eletrônica: Medição e Diagnóstico. São Paulo: Érica, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. Disponível em:

<https://docente.ifrn.edu.br/jeangaldino/disciplinas/2015.1/instalacoes-eletricas/nbr-5410>.

Acesso em: **21 de maio de 2025**.

AUSUBEL, David P. Educational Psychology: A Cognitive View. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BOYLESTAD, Robert L.; NASHELSKY, Louis. Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos. 11. ed. São Paulo: Pearson, 2014.

BRAGA, Isabella Villain de Lima; SOARES, Gesiel. Desenvolvimento de um sistema de detecção de continuidade elétrica em cabos de baixa tensão. 2014. 107 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Industrial Elétrica – Eletrotécnica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_20dez_site.pdf. Acesso em: **21 de maio de 2025**.

DRUCKER, Peter F.; HOPPE, Thomas. Educational Technologies for Hands-On Learning. New York: Routledge, 2018.

FERREIRA, Renata Lima da Cunha. Aplicação de metodologias ativas de ensino e seu impacto na retenção e desempenho dos alunos de engenharia. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022

FRANZIN, Vilson José; PAVANELLI, Cláudio A. Instrumentação básica. São Paulo: Érica, 2010.

GARCIA, Jardel Lucas; BARBOSA, Marcus Vinícius; MEHLECKE, Querte Teresinha Conzi. Extensão, projetos e avaliação: pilares para uma aprendizagem significativa no ensino superior. Revista Valore, Volta Redonda, v. 7, edição especial, p. 1-22, 2022.

HOROWITZ, Paul; HILL, Winfield. The Art of Electronics. 3. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2015.

INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA. *Manual Lâmpião Maker – Versão 4.1*. João Pessoa: IFPB, 2023. Disponível em: <https://www.ifpb.edu.br/sinergia/lampiao-maker/legislacao-1/manual-maker-v4-1.pdf>. Acesso em: **12 de abril de 2025**.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. *Sociedade e economia: elementos para o desenvolvimento brasileiro*. Brasília: IPEA, 2014. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3225/1/Livro_SociedadeeEconomia.pdf. Acesso em: **21 de maio de 2025**.

JÚNIOR, C. A. de L.; MONTEIRO, J. A.; COSTA, D. F. d.; SALES, G. L. Uma proposta experimental de eletricidade com o uso da placa de prototipagem Arduino para o ensino de física. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 2, e1230212345, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12302>.

KELLY, Michael; NOLAN, Sarah. Project-Based Learning in STEM Education. London: Springer, 2019.

MAGON, Cláudio José. *Apostila de Eletrônica – Versão 6*. Instituto de Física de São Carlos – USP, 2019. Disponível em: <https://www.ifsc.usp.br/~lef/download/apostilas/apostilaEletronicaMagon2019-v6.pdf>. Acesso em: **10 de abril de 2025**.

MAKAN, Gergely; MINGESZ, Robert; GINGL, Zoltan. How accurate is an Arduino Ohmmeter? *Physics Education*, Bristol, v. 54, p. 033001, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab0910>.

MALVINO, Albert Paul; LEACH, David J. Fundamentals of Electronics. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 2011.

MORAN, José Manuel. Sustentabilidade e Educação: Desafios e Perspectivas. São Paulo: Cortez, 2020.

Moreira, M. A. (2012). Teoria da Aprendizagem Significativa e suas Implicações. Editora Cortez.

MOREIRA, Marco Antônio. *O que é, afinal, aprendizagem significativa?* Instituto de Física – UFRGS. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: **10 de abril de 2025**.

NASCIMENTO, Claudiane. *O processo de aprendizagem: uma abordagem cognitivista*. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/5190/1/O%20processo%20de%20aprendizagem-repositorio2.pdf>. Acesso em: **21 de maio de 2025**.

NIED – NÚCLEO DE INFORMÁTICA APLICADA À EDUCAÇÃO. *NIED: 35 anos de pesquisa e inovação em informática na educação*. Campinas: UNICAMP, 2018. Disponível em: <https://www.nied.unicamp.br/wp-content/uploads/2018/11/Livro-NIED-2018-final.pdf>. Acesso em: **12 de abril de 2025**.

NOGUEIRA, Giovana Trevisan; HERNANDES, Júlio Akashi. Laboratório de Física IV baseado em experimentos de baixo custo: relato de uma experiência de ensino remoto devido à pandemia de COVID-19. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 43, e20210242, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0242>.

SANTOS, C. O.; BORGES, R.; PEREIRA JUNIOR, E. H.; KUNH, P. D.; SANTOS, J. A. A. Evasão no ensino superior brasileiro: uma percepção das predisposições, causas e consequências. *GeSec*, São Paulo, SP, v. 15, n. 2, p. 01-21, 2024. Disponível em: <http://doi.org/10.7769/gesec.v15i2.3515>.

SANTOS, João Carlos; PEREIRA, Marcos Vinícius. *Instrumentação e Medições Elétricas*. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

SEDRA, Adel S.; SMITH, Kenneth C. *Microelectronic Circuits*. 6. ed. New York: Oxford University Press, 2014.

SILVA, Stefânia Oliveira et al. Desenvolvimento de um homímetro portátil e de baixo custo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 49., 2021, Porto Alegre. Anais [...]. Porto Alegre: ABENGE, 2021. DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2021.3393.

SOUSA, Cicilia Pereira de. *Educação, tecnologias e formação de professores*. Salvador: EDUFBA, 2012. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/6pdyn/pdf/sousa-9788578791247.pdf>. Acesso em: **21 de maio de 2025**.

TEACHY. *Resumo de conteúdo: Eletricidade e a 1ª Lei de Ohm*. Disponível em: <https://www.teachy.com.br/resumos/ensino-medio/2ano/fisica/resumo-de-conteudo-eletricidade-e-a-1a-lei-de-ohm-Expositiva>. Acesso em: **12 de abril de 2025**.

DEVELOPMENT OF A DIDACTIC PROTOTYPE FOR ELECTRICAL RESISTANCE MEASUREMENT

Abstract: *This study presents the development of a didactic prototype of an electrical resistance meter using the Arduino® platform, aimed at supporting practical activities in engineering courses and related fields. The proposal seeks to make learning more dynamic and meaningful by connecting theory and practice through active learning methodologies. The device was designed with a focus on accessible production costs, easy assembly, and interdisciplinarity, integrating knowledge from electronics, electrical circuits, and programming. The prototype operates using resistors of different values as internal scales, along with capacitors to reduce noise, and an LCD display to show measurement results. To evaluate its performance, comparisons were made with a commercial meter, revealing an average error of 4.07%, which is considered acceptable for educational purposes. Despite some technical limitations, the prototype proved to be efficient and capable of enriching the teaching-learning process, encouraging active student participation. Thus, the project stands out as a viable and relevant solution to make the study of electrical resistance more accessible, practical, and engaging.*

REALIZAÇÃO



COBENGE
2025

15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025
CAMPINAS - SP

ORGANIZAÇÃO



Keywords: Ohmmeter, Arduino, Engineering Education, Meaningful Learning.

REALIZAÇÃO



ORGANIZAÇÃO



