

CENTRO UNIVERSITÁRIO SAGRADO CORAÇÃO – UNISAGRADO

JOSÉ ROBERTO MAGALHÃES JÚNIOR

DESENVOLVIMENTO DE MÓDULOS EDUCACIONAIS INTERATIVOS DE BAIXO
CUSTO PARA O ENSINO DE FUNDAMENTOS DA ELETRICIDADE

BAURU

2023

JOSÉ ROBERTO MAGALHÃES JÚNIOR

DESENVOLVIMENTO DE MÓDULOS EDUCACIONAIS INTERATIVOS DE BAIXO
CUSTO PARA O ENSINO DE FUNDAMENTOS DA ELETRICIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como parte dos requisitos para obtenção do
título de bacharel em Engenharia Elétrica -
Centro Universitário Sagrado Coração.

Orientador: Prof. Dr. Danilo Sinkiti
Gastaldello

BAURU

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

M188d

Magalhães Júnior, José Roberto

Desenvolvimento de módulos educacionais interativos de baixo custo para o ensino de fundamentos da eletricidade / José Roberto Magalhães Júnior. -- 2023.

28f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Danilo Sinkiti Gastaldello

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Centro Universitário Sagrado Coração - UNISAGRADO - Bauru - SP

1. Módulos educacionais. 2. Fundamentos da eletricidade. 3. Ensino médio. 4. Aprendizado interativo. 5. Ensino de física. I. Gastaldello, Danilo Sinkiti. II. Título.

JOSÉ ROBERTO MAGALHÃES JÚNIOR

DESENVOLVIMENTO DE MÓDULOS EDUCACIONAIS INTERATIVOS DE BAIXO
CUSTO PARA O ENSINO DE FUNDAMENTOS DA ELETRICIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como parte dos requisitos para obtenção do
título de bacharel em Engenharia Elétrica -
Centro Universitário Sagrado Coração.

Aprovado em: ___/___/___.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Danilo Sinkiti Gastaldello
Centro Universitário Sagrado Coração

Prof.^a. Dr.^a Marina Valença Alencar
Centro Universitário Sagrado Coração

Dedico este trabalho aos meus pais, com carinho.

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas que desempenharam papéis essenciais em minha jornada de pesquisa e na realização deste projeto.

Primeiramente, desejo agradecer a meus pais, Alessandra e José Roberto, por seu apoio incondicional ao longo de toda a minha vida e trajetória acadêmica. Suas palavras de incentivo, paciência e amor foram fundamentais para que eu pudesse enfrentar todos os desafios que surgiram durante esse percurso.

Ao meu orientador, Danilo, expresso minha profunda gratidão. Sua orientação, conhecimento e apoio foram cruciais para o desenvolvimento deste trabalho. A dedicação e paixão pelo ensino demonstrada nos anos que passamos juntos foram verdadeiramente inspiradoras e desempenharam um papel fundamental no meu crescimento acadêmico e profissional.

Não posso deixar de agradecer aos professores que nos acompanharam durante todo o curso, pela contribuição valiosa em minha jornada de aprendizado. Suas aulas e orientações se demonstraram essenciais para a minha formação.

Também quero estender meu agradecimento aos meus colegas de curso, com os quais compartilhei momentos de estudo, desafios e amizades que levarei para a vida toda. Sua companhia permitiu que esta jornada se tornasse mais leve e significativa.

O conhecimento é como a eletricidade: se torna valioso quando aplicado, iluminando não só mentes, mas também o caminho para o futuro.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATX	<i>Advanced Technology eXtended</i> (Tecnologia Avançada Estendida)
LED	<i>Light Emitting Diode</i> (Diodo Emissor de Luz)
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
PCN+	Parâmetros Curriculares Nacionais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEORICO	13
3	METODOLOGIA	15
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5	CONCLUSÃO	27
	REFERÊNCIAS	29

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema Elétrico do Módulo 1	18
Figura 2 - Esquema Elétrico do Módulo 2	18
Figura 3 - Esquema Elétrico do Módulo 3	19
Figura 4 - Esquema Elétrico do Módulo 4	19
Figura 5 - Esquema Elétrico do Módulo 5	20
Figura 6 - Módulos Finalizados.....	23
Figura 7 - Ensaio de Variação de Tensão	23
Figura 8 - Ensaio de Associação de Lâmpadas	24
Figura 9 - Ensaio do Funcionamento dos Botões	25
Figura 10 - Ensaio do Funcionamento do Diodo.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Orçamento do Projeto.....	21
--------------------------------------	----

DESENVOLVIMENTO DE MÓDULOS EDUCACIONAIS INTERATIVOS DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE FUNDAMENTOS DA ELETRICIDADE

José Roberto Magalhães Júnior¹
Orientador: Prof. Dr. Danilo Sinkiti Gastaldello

¹Graduando em Engenharia Elétrica pelo Centro Universitário Sagrado Coração (UNISAGRADO)
juninho.magalhaes_@outlook.com

RESUMO

Este projeto tem como objetivo aprimorar o ensino de eletricidade, com ênfase no ensino médio, por meio da criação de bancadas educacionais interativas acessíveis. A metodologia baseia-se na definição de conceitos-chave de eletricidade, priorizando a compreensão da Lei de Ohm, relação das grandezas elétricas e circuitos. Foram desenvolvidos cinco módulos práticos para tornar esses conceitos visíveis e acessíveis, incluindo experimentos relacionados à variação de tensão e corrente, comportamento de lâmpadas em diferentes configurações, botões e interruptores elétricos, funcionamento de LEDs e um diodo semicondutor. Além disso, o projeto enfatizou a sustentabilidade ao utilizar componentes de sucatas eletrônicas, reduzindo custos e minimizando impactos ambientais. Os testes com os módulos demonstraram sua eficácia na aplicação prática dos conceitos estudados, proporcionando uma experiência de aprendizado concreta e significativa. Essa abordagem alinha-se com as tendências educacionais que buscam tornar o ensino de Física mais envolvente, prático e alinhado com as necessidades dos alunos, tornando-o mais acessível e sustentável para uma educação em eletricidade de qualidade.

Palavras-chave: Módulos educacionais; Fundamentos da eletricidade; Ensino médio; Aprendizado interativo; Ensino de física.

ABSTRACT

This project aims to enhance the teaching of electricity, with a focus on high school education, through the creation of accessible educational workstations. The methodology is based on defining key electrical concepts, prioritizing the understanding of Ohm's Law, the relationship between electrical quantities, and circuits. Five practical modules were developed to make these concepts visible and accessible, including experiments related to voltage and current variation, the behavior of lamps in different configurations, electrical buttons and switches, the operation of LEDs, and a semiconductor diode. Additionally, the project emphasized sustainability by using components from electronic scrap, reducing costs, and minimizing environmental impacts. Tests with the modules demonstrated their effectiveness in the practical application of the studied concepts, providing a concrete and meaningful learning experience. This approach aligns with educational trends that seek to make the teaching of physics more engaging, practical, and aligned with students' needs, making it more accessible and sustainable for quality electrical education.

Keywords: Educational modules; Fundamentals of electricity; High school; Interactive learning; Physics education.

1 INTRODUÇÃO

A integração de módulos educacionais interativos no ensino de fundamentos da eletricidade desempenha um papel crescentemente relevante na aprimoração do aprendizado dos estudantes do ensino médio. Esses módulos oferecem uma abordagem inovadora que harmoniza teoria e prática, proporcionando aos alunos a oportunidade de explorar de maneira envolvente e lúdica os conceitos fundamentais da eletricidade.

O ensino da eletricidade é de vital importância para o desenvolvimento de várias áreas do conhecimento, sendo fundamental na preparação dos alunos para enfrentar os desafios da sociedade moderna. Entretanto, muitos estudantes enfrentam dificuldades em assimilar os conceitos mais abstratos da eletricidade, tais como corrente elétrica, resistência, potência e circuitos elétricos. Essa dificuldade frequentemente decorre da falta de experiência prática, uma vez que a maioria dos alunos tem acesso a esses conceitos apenas de forma teórica, através de livros didáticos e exposições em sala de aula.

Nesse contexto, os módulos educacionais interativos surgem como uma alternativa promissora para melhorar o processo de aprendizado dos alunos. Eles possibilitam que os estudantes manipulem circuitos elétricos reais e observem como diferentes parâmetros afetam o comportamento desses circuitos. Dessa forma, os alunos podem visualizar e experimentar os princípios fundamentais da eletricidade de maneira envolvente, o que contribui significativamente para uma compreensão mais profunda dos conceitos em estudo.

Além disso, a inclusão da sustentabilidade e da democratização do ensino é um componente integral dessa abordagem. Os módulos são desenvolvidos com base em tecnologias modernas, como simuladores, *softwares* de programação e prototipagem eletrônica, permitindo que sejam personalizados para atender às necessidades específicas dos alunos. Essa flexibilidade facilita a colaboração entre professores, estudantes e pesquisadores, promovendo a interdisciplinaridade e a integração entre as diferentes áreas do conhecimento.

Outra vantagem desses módulos é a sua aplicação versátil, podendo ser integrados em diversos formatos de ensino, como aulas presenciais, ensino híbrido e educação a distância. Essa adaptabilidade amplia o alcance e a acessibilidade do conhecimento, contribuindo para a democratização do ensino e a promoção de uma educação mais inclusiva.

Na prática, os módulos educacionais interativos podem se mostrar eficazes na melhoria do desempenho dos alunos, visto que podem apresentar melhor rendimento em avaliações por adquirir um conhecimento mais prático e uma maior motivação para aprender os conceitos de eletricidade, pois as aulas se tornam mais lúdicas. Além disso, os módulos estimulam a criatividade e a inovação, permitindo que os alunos explorem diversas aplicações dos princípios estudados.

Exemplos de módulos educacionais interativos incluem o uso da plataforma Arduino, uma inspiração para esse projeto, que possibilita a criação de projetos envolvendo sensores, atuadores e circuitos elétricos. Isso permite que os alunos desenvolvam habilidades em programação, eletrônica, automação e Internet das Coisas, e promove a integração de disciplinas.

Outra abordagem inclui o uso de simuladores de circuitos elétricos virtuais, que permitem que os alunos criem e simulem circuitos de forma virtual, explorando diferentes configurações e parâmetros. Esses simuladores tornam possível a realização de experimentos que seriam inviáveis na prática, contribuindo para uma compreensão mais completa dos conceitos.

É importante ressaltar que os módulos educacionais interativos não substituem o ensino tradicional, mas o complementam de maneira eficaz. Eles são particularmente adequados para o estudo de conceitos complexos, que requerem uma abordagem mais interativa e prática.

Em síntese, a incorporação de módulos educacionais interativos no ensino de fundamentos da eletricidade oferece um caminho promissor para aprimorar o aprendizado dos alunos. Essa abordagem, que integra teoria, prática, sustentabilidade e democratização do ensino, é uma alternativa valiosa para tornar o ensino da eletricidade mais acessível, envolvente e eficaz, promovendo uma compreensão sólida dos princípios elétricos e preparando os alunos para os desafios do século XXI. Este projeto tem como objetivo o desenvolvimento desses módulos de forma barata, para que possam ser aplicados em salas de aula do ensino médio, com a finalidade de melhorar a qualidade do ensino e o desempenho dos estudantes.

2 REFERENCIAL TEORICO

É essencial a problematização do ensino de Física, como ressalta Capecchi (2013). Ao superar o olhar baseado no senso comum, é possível abordar questões que exigem investigação e ferramentas específicas para serem respondidas. O ensino de Ciências envolve aprender a se expressar e se comunicar por meio de instrumentos adequados. Lemke (2003) enfatiza que cada conceito científico oferece uma interpretação da nossa experiência cotidiana, e se esses conceitos forem desenvolvidos apenas com base em habilidades operacionais, os alunos terão dificuldade em compreendê-los.

No ensino médio, a física é frequentemente acompanhada de uma linguagem técnica e um formalismo matemático, o que dificulta para os alunos a elaboração dos conceitos básicos que explicam os fenômenos presentes em seu cotidiano (Barbosa, Paulo & Rinaldini, 1999). Isso acontece porque o ensino experimental nas escolas, quando existe, muitas vezes não está conectado com o conteúdo ensinado; os alunos geralmente não veem a relação entre o que é ensinado no laboratório e na sala de aula (Barbosa, 1986).

Ao investigar a compreensão dos estudantes, McDermott e Shaffer (1992, p. 996) observam que, enquanto os físicos possuem termos e definições precisos e sem ambiguidade, os alunos tendem a se referir às grandezas de forma equivocada ou intercambiável, o que demonstra a falta de base observacional e experimental. Ribeiro, Almeida e Carvalho (2012, p. 4317-1) afirmam que a atividade experimental permite que os alunos associem a razão à observação e pode funcionar tanto como motivação para o estudo quanto como verificação do que foi estudado.

Conforme destacado por Maciel (2011, p. 14), é crucial fazer com que o aluno perceba seu próprio processo de conscientização, pois ninguém é responsável pela educação de ninguém, exceto de si mesmo. Monteiro et al. (2010, p. 371) afirmam que a demonstração experimental é uma atividade pouco explorada em sala de aula, em parte devido às dificuldades enfrentadas pelos professores para obter os equipamentos necessários, o que pode ser sanado com a aplicação de módulos interativos mais baratos.

Silva e Muzardo (2018) mencionam a existência de representações visuais conhecidas como "pirâmides ou cones da aprendizagem", que sugerem uma hierarquia nas formas de

aprendizado, onde a experiência direta, como uso prático ou o ensino aos outros seriam as formas mais eficazes de aprendizado, enquanto ler e ouvir seriam menos eficazes. No entanto, os autores ressaltam que esses modelos muitas vezes se referem mais à retenção de informações do que à aprendizagem em si, e que também não possuem embasamento teórico em dados reais, entretanto os próprios afirmam que, principalmente em meio educacional, essa ideia é muito usada.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), o ensino de Física deixou de focar apenas na memorização de fórmulas ou na repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas. Agora, reconhece-se a importância de atribuir significado ao aprendizado desde o momento em que ocorre, no próprio ambiente escolar do ensino médio. Isso indica que tanto os professores quanto o governo estão preocupados com a prática da física, e a aplicação de módulos interativos está totalmente alinhada a esse plano.

Para se adaptar a essas novas ideias, as tecnologias de informação e comunicação (TIC), que combinam as tecnologias de informação e telecomunicações, estão sendo aplicadas no ensino (Fiorentini e Lorenzato, 2012, p.45). Fiolhais e Trindade (2003) concluem em seu estudo da aplicação de computadores no ensino de física que as novas tecnologias da informática têm aberto novas perspectivas para o ensino e aprendizagem. O uso diversificado do computador, incluindo aquisição de dados, modelagem, simulação, multimídia, realidade virtual e Internet, tem permitido a adoção de estratégias de ensino mais variadas. Isso oferece aos professores novas possibilidades de transmitir conteúdos e aos alunos uma maior variedade de recursos para aprender. Entre esses modos de utilização, aqueles que oferecem formas interativas de aprendizagem são particularmente promissores nas ciências, o que se encaixa muito bem na proposta desse trabalho.

Em resumo, o ensino de Física está evoluindo para superar o olhar baseado no senso comum e enfatizar a compreensão por meio de investigação e ferramentas específicas. O ensino experimental, quando bem relacionado ao conteúdo, permite aos alunos associarem a razão à observação, motivando e verificando o aprendizado. No entanto, desafios persistem, como a falta de base observacional e experimental dos alunos e a escassez de equipamentos para demonstrações em sala de aula. Para enfrentar esses desafios, a aplicação de tecnologias de informação e comunicação no ensino de Física, incluindo o uso de recursos interativos,

oferece novas possibilidades de ensino e aprendizagem, promovendo uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos físicos.

É importante destacar que a tecnologia é, em última instância, uma valiosa ferramenta que deve ser utilizada como tal. Seja por meio da aplicação de módulos interativos ou outras tecnologias, seu propósito é auxiliar a figura didática e aprimorar o entendimento dos alunos. Portanto, é fundamental compreender que tais métodos não têm, nem devem ter, a intenção de substituir o professor. O professor desempenha um papel essencial na mediação do conhecimento, na orientação dos estudantes e na promoção de um ambiente de aprendizagem significativo. A tecnologia, quando usada de maneira inteligente e integrada ao processo de ensino, pode potencializar o trabalho do professor, ampliando as possibilidades de interação, exploração e construção do conhecimento pelos alunos. Assim, é a combinação harmoniosa entre a expertise do professor e o uso adequado da tecnologia que proporcionará uma educação de qualidade e efetiva.

3 METODOLOGIA

Este projeto foi concebido com um compromisso fundamental de aprimorar a educação em eletricidade e visa à criação de bancadas interativas de baixo custo que se destinam ao ensino dos fundamentos da eletricidade, priorizando a faixa de ensino médio. Estas bancadas educacionais têm como objetivo fornecer uma abordagem didática acessível e eficaz para a compreensão dos conceitos elétricos essenciais.

Tendo isso em mente, o primeiro passo consistiu na definição dos conceitos de eletricidade a serem abordados no ensino médio. Essa definição foi fundamentada no embasamento teórico estudado, e na análise crítica de trabalhos de elaboração de aulas de elétrica para o ensino médio. A partir dessa pesquisa, tornou-se evidente que os conceitos centrais a serem abordados compreendem os princípios que orbitam em torno da Lei de Ohm, o que inclui a compreensão das grandezas elétricas, como tensão, corrente e resistência, e suas relações proporcionais, assim como os conceitos fundamentais de potência elétrica e circuitos elétricos, de forma a oferecer uma base sólida para compreender configurações em série e paralelo, assim como a operação de interruptores de contato normal aberto e normal fechado.

Com a base teórica estabelecida, avançou-se para a etapa de desenvolvimento dos circuitos práticos que estivessem alinhados com os conceitos previamente definidos. Cada circuito foi projetado com um objetivo claro: tornar acessíveis e visíveis os conceitos elétricos abordados.

Um dos primeiros aspectos a serem considerados na elaboração dos módulos foi o sistema de alimentação. Embora o mercado ofereça diversas fontes de tensão, muitas das versões já prontas podem chegar à preços proibitivos a concepção do projeto, na casa de centenas de reais. Para garantir a acessibilidade do projeto, a solução viável mais simples foi a utilização de uma fonte do tipo ATX, que é a fonte de tensão comumente utilizada em computadores domésticos, esta escolha foi embasada na disponibilidade de modelos acessíveis e também na possibilidade de reutilização de fontes de computadores inativos.

A escolha da fonte do tipo ATX revelou-se vantajosa também pois, como ela alimenta um circuito eletrônico, que é a placa mãe do computador, e também os periféricos dele, ela possui várias saídas de tensão, eliminando a necessidade de um sistema de variação de tensão independente. Isso significa que, por meio da conexão das diferentes saídas de tensão em pontos diversos, é possível obter uma ampla gama de opções de alimentação a partir de uma única fonte.

Tendo em mente como funciona a alimentação dos módulos, o próximo passo foi considerar como realizar as medições de tensão e corrente, considerando que multímetros podem apresentar custos elevados optou-se por utilizar um voltímetro amperímetro comumente aplicado em painéis, devido a seu baixo custo e fácil instalação, com três fios de seção menor compostos por um fio preto, ligado ao negativo, um fio vermelho, ligado à alimentação de 5 volts e um fio amarelo, representando o pino de medição de tensão, e dois fios de seção maior, ligados a um *shunt* interno, responsável por medir a corrente que passa por ele. Cada fio foi conectado a um borne designado e pode ser facilmente aplicado em todos os módulos.

Com a alimentação e medição definidos, o próximo passo foi elaborar circuitos que possam demonstrar para os alunos como as grandezas elétricas funcionam e ilustrar o comportamento da eletricidade segundo a Lei de Ohm.

O primeiro módulo projetado, Módulo 1, foi a utilização de um potenciômetro junto de um transistor funcionando como um dimmer, este módulo é projetado para permitir que os alunos explorem os princípios da variação da tensão e da corrente com uma resistência variável, pois oferece a oportunidade de conduzir experimentos que demonstram como a tensão e a corrente se comportam quando a resistência na carga varia, o transistor é utilizado devido à alta corrente que danificaria o potenciômetro ao acender a lâmpada. Esta abordagem prática permite que os estudantes vejam diretamente como as grandezas elétricas estão inter-relacionadas, o que é essencial para a compreensão dos conceitos subjacentes.

O segundo módulo projetado, Módulo 2, envolveu a montagem de dois circuitos com lâmpadas incandescentes de 12V, também interligadas a bornes podendo funcionar em conjunto com o primeiro módulo, ele permite que os alunos visualizem como a variação da tensão afeta diretamente a luminosidade das lâmpadas. Além disso, ao utilizar duas lâmpadas, é possível demonstrar de forma prática as diferentes configurações de circuitos, como a série e o paralelo. Isso oferece uma compreensão prática e tangível dos princípios estudados.

O terceiro módulo, Módulo 3, foi composto por botoeiras, incluindo botões de contato normal aberto, normal fechado e com trava. O objetivo principal deste módulo é auxiliar os alunos na compreensão do funcionamento dos circuitos elétricos e como diferentes tipos de botões interagem em um circuito. Os alunos podem criar circuitos simples usando essas botoeiras para experimentar como aberturas e fechamentos de contatos afetam a operação de um circuito sendo isso crucial para entender os princípios de controle e interação elétrica.

O quarto módulo projetado, Módulo 4, por sua vez, foi uma série de LEDs, que podem ser usados para testar o funcionamento das botoeiras pois os LEDs proporcionam uma maneira visual de demonstrar o funcionamento dos circuitos e como os botões afetam o fluxo de corrente e, em futuras adaptações, podem ser utilizados para avaliar o estado lógico de componentes eletrônicos.

O quinto módulo projetado, Módulo 5, consistiu em um diodo, que pode ser ligado com os outros módulos de forma que os alunos possam interagir e entender o funcionamento de um simples semicondutor, um ponto simples, porém importante, visto que semicondutores são amplamente utilizados na elétrica e entender seu funcionamento pode se demonstrar complicado apenas com a teoria.

A fim de tornar os circuitos acessíveis e replicáveis pelos estudantes e/ou professores, para cada módulo foi elaborada uma descrição dos esquemas elétricos e componentes utilizados. Esses documentos fornecem instruções claras sobre a identificação dos componentes e a conexão adequada dos circuitos, facilitando a compreensão dos estudantes e orientando os professores nas atividades práticas.

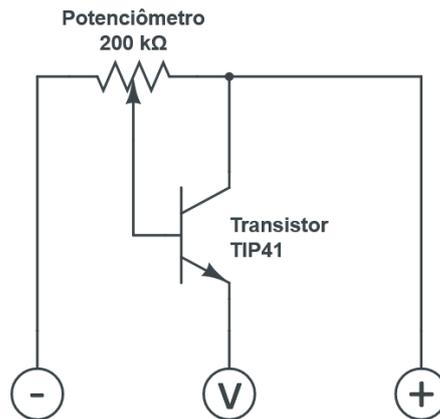


Figura 1 - Esquema Elétrico do Módulo 1

A Figura 1 apresenta o Módulo 1, cuja montagem requer a conexão das extremidades do potenciômetro a bornes do circuito de alimentação, o terminal central do potenciômetro é ligado no terminal da base do transistor, o coletor do transistor é ligado junto ao borne positivo, e o emissor por fim é ligado no borne que ficará responsável pela variação de tensão. Esse arranjo apresenta externamente apenas 3 terminais, o que ajuda ilustrar o funcionamento do potenciômetro sem que ele se torne complexo devido a presença do transistor. Neste caso, foi utilizado um potenciômetro de 200kΩ e um transistor TIP41.

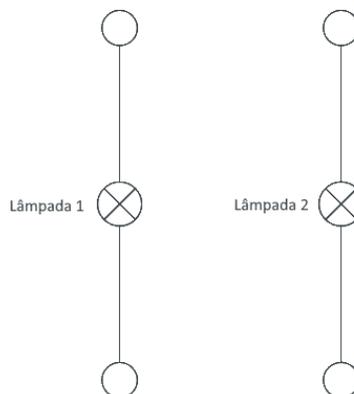


Figura 2 - Esquema Elétrico do Módulo 2

A Figura 2 apresenta o Módulo 2, que envolve a ligação de duas lâmpadas incandescentes de 12V a bornes designados. Essa disposição permite ao aluno energizar cada lâmpada separadamente ou criar conexões em série ou paralelo para estudar o comportamento das lâmpadas em cada configuração. Para este módulo, escolheu-se lâmpadas de 12V e 15W, devido à sua ampla disponibilidade e custo acessível.

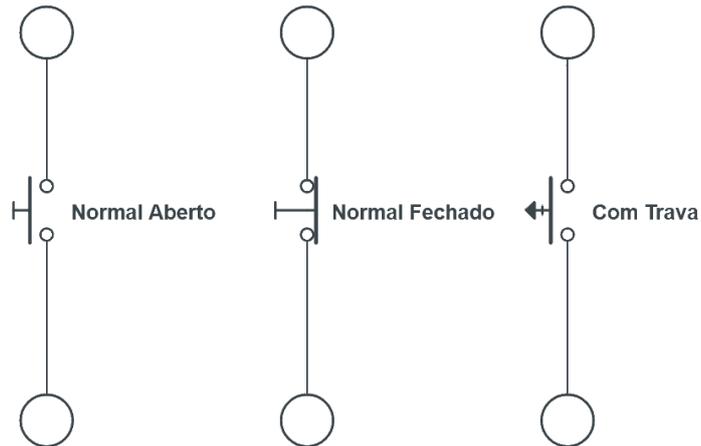


Figura 3 - Esquema Elétrico do Módulo 3

A Figura 3 apresenta o Módulo 3, que envolve a conexão de três botões a bornes específicos. Isso permite ao aluno fazer associações conforme sua necessidade, especialmente quando usado em conjunto com outros módulos. Neste caso, foram utilizados botões do tipo "tic tac" e microchaves que são comuns em diversas aplicações, fáceis de encontrar e economicamente vantajosos em comparação com outras alternativas.

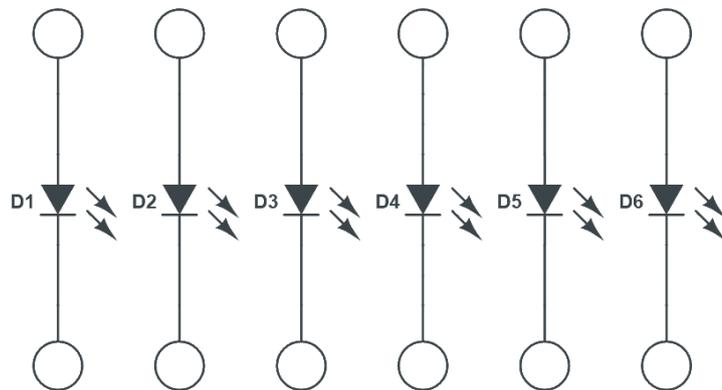


Figura 4 - Esquema Elétrico do Módulo 4

A Figura 4 apresenta o Módulo 4, que consiste em ligar uma série de LEDs a bornes designados. Isso possibilita ao aluno realizar diversas configurações conforme as exigências

dos testes. Além disso, esse módulo pode ser utilizado em conjunto com os demais para realizar testes de sinais e analisar o comportamento de vários circuitos. Optou-se por LEDs de cores diversas neste caso, visando tornar as conexões mais visíveis e facilitar a observação do comportamento de diferentes LEDs no circuito.



Figura 5 - Esquema Elétrico do Módulo 5

Por fim, a Figura 5 apresenta o Módulo 5, cuja montagem segue o mesmo princípio dos módulos anteriores: a conexão dos terminais de um diodo a bornes especificados. Isso permite ao aluno configurar o circuito conforme a necessidade e, na prática, observar o funcionamento de um semicondutor. Para este módulo, foi escolhido o diodo 1N4007, uma escolha frequente devido à sua ampla disponibilidade, baixo custo e aplicação genérica.

Após a definição dos módulos, a elaboração dos esquemas e a seleção de alguns dos componentes a serem utilizados, e levando em consideração o propósito de criar uma bancada interativa de custo acessível, o passo subsequente consistiu na busca por materiais disponíveis a preços vantajosos. Essa etapa envolveu a identificação de todas as peças que seriam necessárias para a concretização do projeto, a pesquisa de possíveis alternativas, e culminou na elaboração de um orçamento abrangente para o projeto.

O orçamento englobou duas vertentes: a primeira são as ferramentas necessárias para a montagem dos módulos, enquanto a segunda os componentes essenciais para aquisição, demonstrados na seguinte tabela:

Produto	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
Ferro de Solda 60W	1	R\$ 45,00	R\$ 45,00
Rolo de Solda Estanho 1mm	1	R\$ 8,60	R\$ 8,60
Chave Phillips Pequena	1	R\$ 15,00	R\$ 15,00
Parafuso M3 X 12 Porca E Arruela	32	R\$ 0,40	R\$ 12,80
Voltímetro Amperímetro Digital	1	R\$ 23,00	R\$ 23,00
Fonte Tipo ATX	1	R\$ 40,00	R\$ 40,00
Borne para Pino Banana Vermelho	4	R\$ 2,50	R\$ 10,00
Borne para Pino Banana Preto	2	R\$ 2,50	R\$ 5,00
Potenciômetro Linear 200k	1	R\$ 3,60	R\$ 3,60
Transistor TIP41C	1	R\$ 1,70	R\$ 1,70
Lâmpada Bolinha 12V 15W	2	R\$ 4,50	R\$ 9,00
Bocal Soquete E27	2	R\$ 3,00	R\$ 6,00
Microchave 3 Terminais	2	R\$ 3,10	R\$ 6,20
Chave Tic Tac com Trava	1	R\$ 0,90	R\$ 0,90
LED 5mm	6	R\$ 0,30	R\$ 1,80
Diodo 1N4007	1	R\$ 0,20	R\$ 0,20
Fio Preto 0,75mm	1 m	R\$ 0,70	R\$ 0,70
Fio Vermelho 0,75mm	1 m	R\$ 0,70	R\$ 0,70
Fio Azul 0,75mm	1 m	R\$ 0,70	R\$ 0,70
Total			R\$ 190,90

Tabela 1 - Orçamento do Projeto

Com o objetivo de assegurar a universalidade e acessibilidade de todos os itens, os valores apresentados na tabela são estimativas médias aproximadas com base nos preços observados na plataforma do Mercado Livre, uma vez que ela opera em todo o território nacional e possui uma gama de fornecedores imensa. É importante ressaltar que os custos de frete não foram considerados pois variam de um lugar para o outro.

Os componentes utilizados são de natureza simples, podendo ser facilmente substituídos por alternativas similares e encontrados com grande facilidade em sucatas eletrônicas. Isso permite a montagem dos módulos com peças reaproveitadas, o que, por sua vez, tem o potencial de reduzir ainda mais os custos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A intenção inicial do projeto foi desenvolver módulos que proporcionassem aos alunos a oportunidade de observar, na prática, o comportamento das grandezas elétricas quando aplicadas em diferentes circuitos, mantendo-os a um custo acessível, isso resultou na busca e aquisição das peças necessárias para a montagem de cada módulo em sucatas eletrônicas.

A fonte de tensão foi retirada de um computador cuja placa-mãe estava irrecuperável devido a danos, e os fios dos terminais não utilizados foram removidos para serem utilizados posteriormente, o potenciômetro e transistor foram recuperados de um rádio antigo, as lâmpadas e bucais foram reaproveitados de um varal de luzes, as microchaves, o botão, os LEDs e o diodo são provenientes do painel de uma máquina desativada, porém podem ser encontrados em alguns eletrodomésticos, além disso os parafusos e porcas podem ser retirados de móveis quebrados ou sucatas similares.

Essa prática de reutilização de peças pode reduzir drasticamente o preço necessário para elaboração dos módulos, como neste caso, o orçamento passou de R\$ 190,90 para R\$ 105,80 com a reutilização de componentes e parafusos, considerando a possibilidade de emprestar as ferramentas, o orçamento pode ser ainda menor, chegando a R\$ 37,20.

Além da redução de custo isso se demonstra um ponto importante para sustentabilidade pois muitos desses itens se tornariam resíduos não degradáveis, e mesmo em casos de venda para ferro-velho, devido à baixa massa dessas peças o impacto no preço é mínimo.

Uma vez que os componentes foram adquiridos, os módulos foram montados. Nesse caso em específico as bases foram confeccionadas a partir de potes de manteiga, exceto o Módulo 5, que por conter apenas um diodo foi montado sobre uma caixa plástica de um protetor auricular vencido, mas podem ser facilmente substituídos por vasilhas de plástico ou garrafas PET, que são igualmente fáceis de encontrar. No entanto, por trabalhar com elétrica e como alguns componentes podem esquentar não é recomendado utilizar caixas de papelão, visto que isso aumentaria o risco de incêndio. Os módulos finalizados podem ser observados na figura abaixo:



Figura 6 - Módulos Finalizados

Com os módulos prontos, procedeu-se aos testes, todos os casos junto da fonte de alimentação e do circuito de medições, de forma a obter os seguintes resultados nos ensaios:

O Módulo 1, composto por um *dimmer* eletrônico possibilitou a variação da tensão de entrada permitindo a realização de experimentos que observam a relação entre tensão e corrente, assim como a análise do comportamento de cargas quando aplicados diferentes níveis de tensão quando utilizado em conjunto com o Módulo 2, conforme ilustrado na figura abaixo:



Figura 7 - Ensaio de Variação de Tensão

Nessas 4 amostras fica evidente a variação da luminosidade da lâmpada, com o módulo de medição é possível acompanhar a tensão e corrente na lâmpada, com o aumento da tensão aplicada, a luminosidade também aumenta, por sua vez consome mais potência,

aumentando a corrente, ao realizar esse ensaio é possível explicar para os alunos a relação das grandezas elétricas demonstradas pela lei de Ohm e ao mesmo tempo explicar o funcionamento da potência na carga.

O Módulo 2, que compreendia duas lâmpadas incandescentes de 12V, possibilitou a análise do comportamento da tensão e corrente em circuitos série e paralelo, visíveis na variação de luminosidade da lâmpada e também no módulo de medições, como demonstrado na figura abaixo:



Figura 8 - Ensaio de Associação de Lâmpadas

Nesse ensaio é possível observar o comportamento de cargas quando ligadas em série e paralelo, e os reflexos que isso traz nas alterações de tensão, corrente e potência, permitindo que os alunos observem na prática os efeitos de diferentes organizações de circuito.

No Módulo 3, com microchaves e um botão, foi possível observar o funcionamento dos contatos normal aberto, normal fechado e com trava em um circuito, junto do Módulo 4, com LEDs de cores variadas, onde é possível observar de uma forma mais visual o comportamento de cada tipo de contato, o que contribui para uma compreensão inicial dos princípios de controle elétrico, apresentado na figura abaixo:

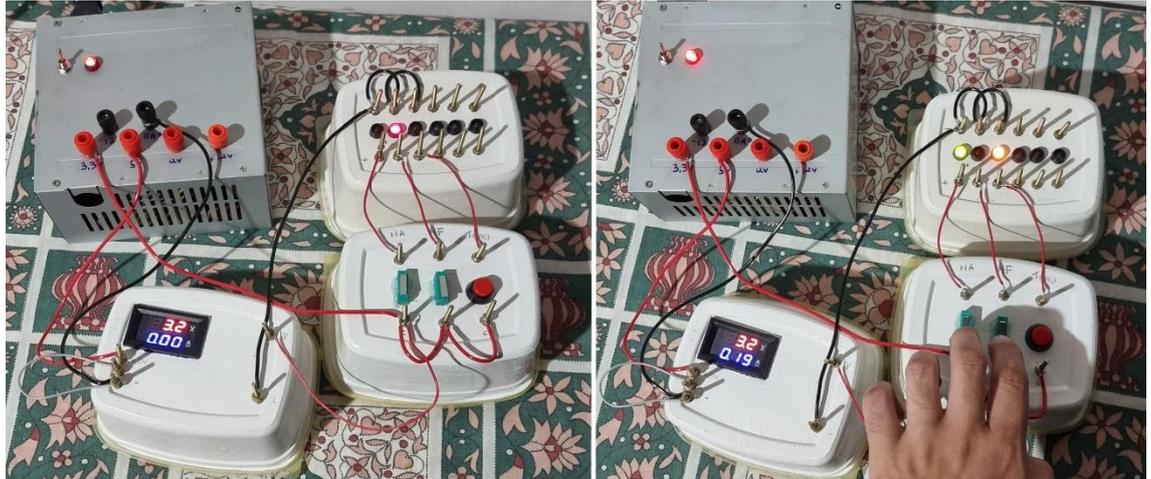


Figura 9 - Ensaio do Funcionamento dos Botões

Esse ensaio permite que os alunos tenham um contato mais direto com os conceitos de comando elétrico, visto que várias ligações diferentes podem ser elaboradas, o que pode auxiliar na compreensão dos conceitos estudados.

O Módulo 5, com um diodo 1N4007, permitiu, em conjunto com os LEDs do Módulo 4, a observação do funcionamento de um semicondutor na prática, conforme demonstrado na figura abaixo:



Figura 10 - Ensaio do Funcionamento do Diodo

Esse ensaio permite que os alunos tenham contato com o funcionamento de um diodo, auxiliando na compreensão dos conceitos de semicondutores, como a queda de tensão de passagem, observada no módulo de medição. Um conhecimento importante dado sua ampla aplicação em uma grande gama de produtos e áreas.

Com os testes concluídos observa-se que o projeto esteve em sintonia com a necessidade premente de repensar a abordagem do ensino de elétrica. Sendo possível observar pontos discutidos no referencial teórico que são atendidos na aplicação dos módulos.

Capecchi (2013) aponta que é fundamental problematizar o ensino de Física, afastando-se de uma abordagem baseada no senso comum, o que implica em explorar questões que demandam investigação e ferramentas específicas para serem adequadamente compreendidas. Os módulos oferecem um caminho para concretizar essa abordagem, proporcionando aos alunos a oportunidade de vivenciar a Física de forma prática e significativa.

A ideia de que o ensino de Ciências requer a habilidade de se expressar e se comunicar por meio de instrumentos apropriados, destacada por Lemke (2003), também é abordada nesse projeto, visto que os módulos permitem aos alunos não apenas adquirir conhecimento teórico, mas também aplicá-lo de maneira prática, tornando a Física algo mais tangível e acessível.

Barbosa (1999) ressalta a presença de uma linguagem técnica e um formalismo matemático na Física do ensino médio, o que dificulta a compreensão dos conceitos básicos por parte dos alunos. A aplicação dos módulos auxilia na superação desse desafio, permitindo que os alunos visualizem e experimentem os princípios físicos de forma concreta.

Uma das críticas recorrentes ao ensino experimental é a falta de conexão entre o que é feito no laboratório e o conteúdo ensinado em sala de aula (Barbosa, 1986). Os módulos procuram resolver esse problema, integrando a prática experimental com o conteúdo teórico, permitindo que os alunos vejam a relação direta entre o que fazem nos experimentos e o que aprendem em sala de aula, tornando o ensino mais coerente e envolvente.

McDermott e Shaffer (1992) destacam a necessidade de uma base observacional e experimental sólida por parte dos alunos e os módulos abordam essa lacuna, incentivando os alunos a associarem a razão à observação como destacado por Ribeiro, Almeida e Carvalho (2012), sendo essa abordagem essencial para consolidar a compreensão dos conceitos estudados.

Monteiro et al. (2010) por sua vez afirmam que o estudo experimental é pouco explorado nas salas de aula pois muitas vezes professores apresentam dificuldades em adquirir equipamentos, os módulos, como podem ser montados em grande parte com peças reutilizadas, podem sanar esse problema e ao mesmo tempo levar o aluno a ter maior interesse e ter novas ideias, permitindo que o aluno tome frente de sua própria educação com destaque por Maciel (2011).

A sustentabilidade também é um tema importante, e a reutilização de peças de sucata eletrônica para construir os módulos é uma estratégia exemplar nesse sentido, visto que reduzir o desperdício e minimizar o impacto ambiental demonstra uma preocupação genuína com a sustentabilidade.

Além disso, o uso de tecnologias de informação e comunicação (TIC) no ensino de Física, conforme abordado por Fiorentini e Lorenzato (2012) e Fiolhais e Trindade (2003), destaca a importância de inovar na forma como a Física é ensinada. Os módulos incorporam essas tecnologias e ideias, oferecendo uma abordagem moderna e envolvente que pode aumentar o interesse e a compreensão dos alunos.

Em resumo, o projeto está alinhado com tendências educacionais que visam proporcionar uma educação mais prática, significativa e envolvente. Ele aborda desafios comuns no ensino de Física, como a falta de base observacional, a desconexão entre teoria e prática, e a complexidade da linguagem técnica, oferecendo uma solução prática e acessível. Além disso, o uso de tecnologias e a ênfase na sustentabilidade enriquecem ainda mais a proposta. Atendendo também as expectativas dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) no quesito ensino de Física.

5 CONCLUSÃO

Este projeto é uma iniciativa que visa aprimorar a qualidade da educação em eletricidade, fornecendo uma abordagem prática e acessível para os alunos, com uma metodologia adotada abrangendo desde a definição dos conceitos essenciais a serem abordados no ensino médio até o desenvolvimento de módulos práticos que ilustram esses conceitos.

Os resultados dos testes demonstraram que os módulos são eficazes em permitir que os alunos observem na prática o comportamento das grandezas elétricas e a aplicação da Lei de Ohm em diferentes configurações de circuitos, possibilitando a exploração de temas como variação de tensão e corrente, circuitos em série e paralelo, funcionamento de botões e semicondutores, além de fornecer uma base observacional sólida para os estudantes.

Além disso, a abordagem de reutilização de peças de sucata eletrônica se mostrou uma estratégia sustentável que reduz o desperdício e o impacto ambiental, destacando a preocupação com a sustentabilidade.

O projeto está alinhado com tendências educacionais que buscam tornar o ensino de Física mais prático, significativo e envolvente, abordando desafios comuns no ensino de Física, como a falta de base observacional, a desconexão entre teoria e prática e a complexidade da linguagem técnica, oferecendo uma solução prática e acessível para superá-los.

Em resumo este projeto tem o potencial de melhorar o ensino de eletricidade no ensino médio, proporcionando uma experiência educacional rica que busca integrar teoria, prática, tecnologia e sustentabilidade. Além de facilitar a compreensão dos conceitos estudados, os módulos estimulam o interesse dos alunos pela Física, tornando o aprendizado mais eficaz e significativo. Com o uso de tecnologias de informação e comunicação e ênfase na aplicação prática dos conceitos, este projeto representa uma abordagem moderna e inovadora para a educação em eletricidade, que pode ser amplamente adotada e adaptada para as necessidades específicas de diferentes contextos educacionais. Portanto, se demonstra uma contribuição valiosa para a melhoria da qualidade do ensino de Física no ensino médio e para a formação de estudantes mais preparados e conscientes em relação aos desafios tecnológicos do século XXI.

REFERÊNCIAS

- CAPECCHI, M. C. V. M. . Problematização no ensino de ciências. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, p. 21-39, 2013.
- LEMKE, J. L. Aprendendo a hablar ciência: Linguagem, aprendizagem y valores. Barcelona: Paidós, 1997
- BARBOSA, J. O., PAULO, S. R. de, & RINALDINI, Carlos. Investigação do Papel da Experimentação na Construção de Conceitos em Eletricidade no Ensino Médio. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 16, n. 1, p. 105-122, 1999.
- Barbosa, J. O. O ensino de Física e a realidade da escola. Monografia para especialização, UFMT, 1986.
- MCDERMOTT, Lillian C.; SHAFFER, Peter S. Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part I: Investigation of student understanding. American journal of physics, v. 60, n. 11, p. 994-1003, 1992.
- RIBEIRO, D. T.; ALMEIDA, A. M.; CARVALHO, P. S.. Indução eletromagnética em laboratório. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 34, n. 4, p. 1–15, out. 2012.
- MACIEL, Karen de Fátima. O pensamento de Paulo Freire na trajetória da educação popular. 2011.
- I.C.C. Monteiro, M.A.A. Monteiro, J.S.E. Germano e A. Gaspar, Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Vol. 27, n. 2, 2010.
- SILVA, F. L.; MUZARDO, F. T. Pirâmides e cones de aprendizagem: da abstração à hierarquização de estratégias de aprendizagem. Dialogia, São Paulo, n. 29, p. 169-179, mai./ago. 2018.
- BRASIL. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>.
- FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. Investigações em Educação Matemática. Autores Associados, 3ª ed. rev., Campinas-SP, 2012.
- FIOLHAIS, Carlos; TRINDADE, Jorge. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, p. 259-272, 2003.