



LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6270

Autores: ANDERSON CARDOSO BARBOSA GUEDES

Resumo: O ensino de física em escolas do ensino médio no Brasil é um grande desafio. É uma das maiores dificuldades a falta de laboratórios para a realização de experimentos. Portanto, este trabalho teve por objetivo mostrar como um laboratório de circuitos elétricos foi implementado em uma escola. A partir desse laboratório foi possível ensinar aos alunos como medir a resistência elétrica de um resistor por meio do código de cores, verificar a primeira lei de Ohm, e como montar associações de resistores em série, paralelo e associação mista. Além disso, comprovar que a implementação de aulas práticas de física pode melhorar o desempenho dos alunos. Este trabalho também teve o objetivo de mostrar que a criação de laboratórios para ensino de física tem custos acessíveis e que essas ideias devem ser disseminadas para que outros laboratórios em outras escolas possam ser montados de modo mais fácil.

Palavras-chave: circuitos elétricos, laboratório de física, ensino médio

LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO

1 INTRODUÇÃO

O ensino de qualquer componente curricular da área de ciências da natureza (física, química ou biologia) no ensino médio do Brasil é cheio de desafios e dificuldades. Dificuldades estas que vão desde a formação do professor com baixos salários, até as limitações e deficiências de infraestrutura escolar, como ausência de laboratórios e uma base sólida em matemática, segundo Costa e Barros (2015).

No que diz respeito a limitações físicas e ausência de laboratórios nos componentes curriculares, na física esse problema se agrava, pois, há muitas subdivisões dessa matéria como cinemática, dinâmica, hidrostática e hidrodinâmica, termodinâmica, ondulatória, óptica, eletricidade e eletromagnetismo. Cada uma delas requisitam diferentes equipamentos e aparelhos que são específicos, ou seja, não podendo ser utilizados em muitos conteúdos. Vale ressaltar ainda que instrumentos para laboratórios de física além de caros são difíceis de serem encontrados no mercado.

Sendo assim, a física talvez seja o componente curricular que mais impõe desafios e dificuldades quanto a montagem de um laboratório que atenda em boa parte os conteúdos abordados ao longo do ensino médio.

Diante dos desafios, é importante que Professor, Coordenação e Direção estejam alinhados para tentar contornar as dificuldades, pesquisando equipamentos e instrumentos de preços acessíveis e desenvolvendo práticas pedagógicas com o objetivo de melhorar o aprendizado, de tal maneira que venha despertar o interesse por física, ciência e tecnologia no geral, e cumprir da melhor forma possível as demandas como orienta a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Sendo assim, ao final do ano letivo de 2023, foi feita uma proposta ao Colégio Centro Integrado de Ensino Continuo – CIEC, localizado na cidade de Bom Jesus da Lapa – BA, para a aquisição de equipamentos e instrumentos para a montagem de um laboratório destinado aos conteúdos de Eletrodinâmica e Circuitos Elétricos. A proposta foi recebida com muito entusiasmo e os recursos foram disponibilizados para a compra que permitiram as aulas práticas a partir do ano de 2024.

Para nortear a realização das práticas, foram desenvolvidos pelo Professor os roteiros experimentais. Portanto, este trabalho tem por objetivo mostrar não só como foi a realização das práticas, mas como se deu o preenchimento desses roteiros, mencionar os aprendizados adquiridos e relatar as percepções dos alunos do 3º ano do ensino médio de 2024.

2 EXPLANAÇÃO DA BNCC

Os códigos da Base Nacional Comum Curricular – BNCC, estão apresentados no Quadro 1 como forma de explanação aos conteúdos que se fizeram presentes nos roteiros das práticas de eletrodinâmica e circuitos elétricos.

Quadro 1 - Códigos da BNCC pertinentes ao conteúdo de Circuitos Elétricos

Código	Descrição
EM13CNT106	Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica (...).
EM13CNT107	Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos (...).
EM13CNT301	Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais (...).
EM13CNT302	Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, (...).
EM13CNT307	Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) (...).
EM13CNT308	Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos (...).

Fonte: Adaptado de BNCC, 2025.

Na elaboração de todos os roteiros experimentais esses 6 códigos se fizeram presentes. O modo como a prática era realizada bem como as análises requisitadas após os experimentos estão em conformidade com esses códigos.

3 METODOLOGIA

A Tabela 1 contém os equipamentos adquiridos para as práticas de circuitos elétricos com suas respectivas quantidades.

Tabela 1 - Materiais adquiridos para o laboratório do Circuitos Elétricos

Item	Quantidade
Fonte de alimentação dupla CC/CA	01
Kit de 600 resistores	02
Kit <i>Jumpers</i>	03
Multímetro Digital	05
<i>Proto</i> board 830 furos	05

Fonte: Autoria Própria.

A Figura 1 apresenta os equipamentos adquiridos para o laboratório.

Figura 1 - Equipamentos do laboratório de Circuitos Elétricos



Fonte: Autoria Própria.

O Quadro 2 apresenta os experimentos que foram realizados ao longo do ano letivo de 2024.

Quadro 2 - Experimentos realizados no laboratório de Circuitos Elétricos

Experimento	Descrição
1º experimento	Determinação da resistência de resistores de filme de carbono por código de cores
2º experimento	Verificação da 1ª lei de Ohm
3º experimento	Associação em série de resistores
4º experimento	Associação em paralelo de resistores
5º experimento	Associação mista de resistores

Fonte: Autoria Própria.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a realização do 1º experimento, foi apresentado aos alunos a tabela de código de cores. Com ela foi possível determinar a resistência elétrica dos 10 resistores utilizados por meio da identificação das 5 faixas. Em seguida, eles mediram a resistência com o multímetro na função de ohmímetro, comparando os valores.

Por meio do roteiro experimental, os alunos foram orientados a construir uma tabela que informava a faixa de valores (resistência mínima e máxima) permitida, uma vez que a tolerância informada segundo o fabricante era de 1%. Nessa mesma tabela, eles ainda calcularam a variação percentual do valor medido no multímetro em relação ao valor obtido por meio do código de cores, indicando se aquele resistor estava ou não dentro dos parâmetros sugeridos pelo fabricante.

A Tabela 2 exemplifica como os dados de 2 dos 10 resistores foram coletados e analisados nesse experimento.

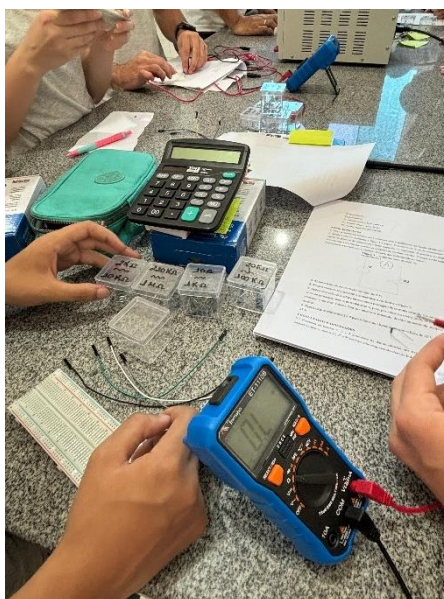
Tabela 2 - Coleta e análise de dados do 1º experimento

Resistor	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	Valor nominal	Intervalo de tolerância	Valor Medido	Erro (%)
R ₁	5	1	0	0	± 1%	5,1 kΩ	5,049 kΩ ~ 5,151 kΩ	5,05 kΩ	- 0,98
R ₂	2	7	0	0	± 1%	2,7 kΩ	2,673 kΩ ~ 2,727 kΩ	2,65 kΩ	- 1,85

Fonte: Autoria Própria.

A Figura 2 mostra um dos momentos da realização do 1º experimento.

Figura 2 - Realização do 1º experimento



Fonte: Autoria Própria.

Na realização do 2º experimento, como forma de verificar a 1ª lei de Ohm na prática, foi utilizada a equação $U = R \cdot I$, em que U é tensão, R é a resistência e I é a corrente. De acordo com o roteiro, os alunos verificaram a lei variando não só os resistores (que iam de 100 Ω até 68 kΩ), mas os valores da tensão para cada um dos resistores. No caso, eles começaram com a tensão de 5 V, aumentando de 5 em 5 até o valor de 25 V.

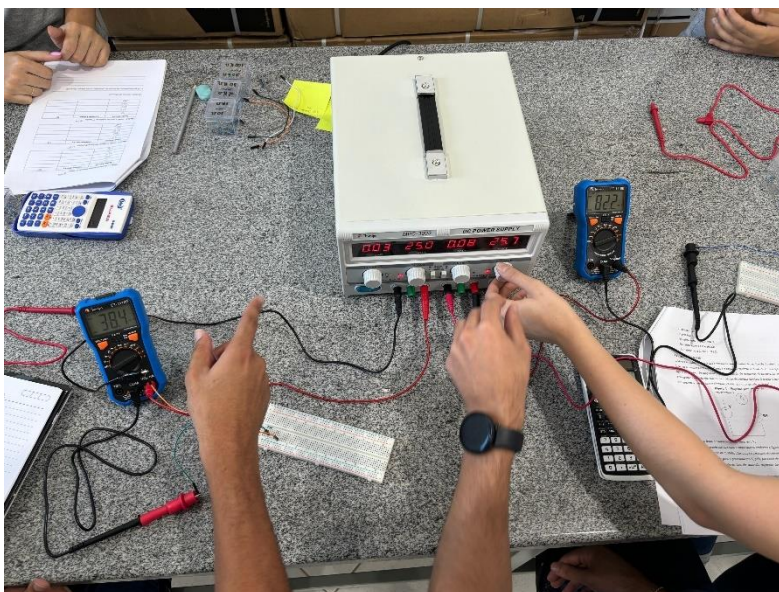
Um fato curioso neste experimento é que ao utilizarem resistências de valores baixos, como o de 100 ou 150 Ω, por exemplo, aplicando tensões maiores como 20 ou 25 V, alguns resistores acabaram queimando. Com isso, entenderam melhor não só o efeito Joule, mas a relação inversa entre resistência e corrente.

Ainda nesse 2º experimento, eles construíram gráficos de tensão em relação a corrente para que pudessem verificar quais resistores eram ôhmicos e quais não eram. Como todos os resistores eram de filmes de carbono, todos os grupos acabaram encontrando gráficos em formato de reta crescente.

Quanto aos gráficos, foram determinadas a tangente de cada uma dessas retas e comprovaram que por meio dela era possível encontrar o valor da resistência do resistor.

A Figura 3 mostra um dos momentos da realização do 2º experimento.

Figura 3 - Realização do 2º experimento



Fonte: Autoria Própria.

Na realização do 3º experimento os alunos compreenderam a importante propriedade dos resistores que é a resistência equivalente. No caso, a associação em série. Eles montaram circuitos utilizando 2 e 4 resistores, variando a resistência para cada circuito montado.

Com esse experimento, confirmaram que quando resistores são associados em série, a resistência equivalente é obtida por meio da soma das resistências.

Na realização dessa prática os alunos foram orientados a não montarem associações em série com resistores de resistências muito distintas, pois, uma vez que o *display* do multímetro só informava 4 dígitos, algumas resistências podiam acabar não sendo medidas. Com isso, entenderam a importância do fator de fundo de escala de instrumentos de medidas elétricas como ohmímetros, voltmímetro e amperímetros.

De acordo com o roteiro experimental, eles montaram uma tabela comparando os valores medidos com os calculados e em seguida, determinaram a variação percentual. Com isso, perceberam que associações com resistências mais baixas apresentavam maiores variações entre os valores medidos e calculados. Então, entenderam que havia outros fatores influenciando na medida, como a resistência das pontas de prova, do multímetro, da protoboard, bem como o próprio erro associado à tolerância do resistor.

A Tabela 3 exemplifica como foi feita a análise de um dos circuitos com associação em série de 4 resistores.

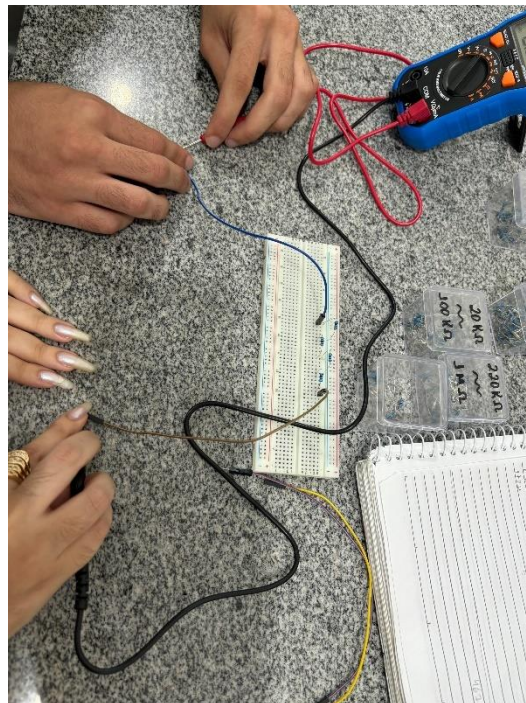
Tabela 3 - Análise do circuito referente ao 3º experimento

R_1 (Ω)	R_2 (Ω)	R_3 (Ω)	R_4 (Ω)	R_{eq} (nominal) (Ω)	R_{eq} (medida) (Ω)	Variação (%)
680	510	680	470	2340	2310	-1,28

Fonte: Autoria Própria.

A Figura 4 mostra um dos momentos da realização do 3º experimento.

Figura 4 - Realização do 3º experimento



Fonte: Autoria Própria.

Na realização do 4º experimento foi obtida a compreensão de outro tipo de associação, que é a associação em paralelo. Eles montaram circuitos diversos contendo 2, 3 e 6 resistores associados dessa forma.

Na montagem da associação em paralelo de 2 resistores, verificaram que a resistência equivalente é dada pela razão entre o produto pela soma das resistências dos resistores associados.

Nos circuitos envolvendo 3 e 6 resistores, os alunos confirmaram que a resistência equivalente é dada pelo inverso do somatório dos inversos das resistências dos resistores associados.

Ainda, durante a montagem dos circuitos, entenderam que a característica principal de uma associação em paralelo é o fato de os resistores estarem ligados aos mesmos terminais, ou seja, submetidos à mesma diferença de potencial elétrico.

Assim como no 3º experimento, no 4º também montaram uma tabela para comparar os valores medidos com os calculados, determinando a variação percentual. Mais uma vez, analisaram como circuitos envolvendo resistores de baixa resistência são mais sensíveis a variações nas medidas.

As Tabelas 4 e 5 mostram, respectivamente, como foram feitas as análises dos circuitos envolvendo associações em paralelo de 2 e 3 resistores.

Tabela 4 - Análise da associação em paralelo de 2 resistores no 4º experimento

$R_1 (\Omega)$	$R_2 (\Omega)$	$R_{eq} \text{ (nominal)}$	$R_{eq} \text{ (medido)}$	Variação (%)
5,1 k	4,7 k	2,446 k Ω	2,450 k Ω	0,17

Fonte: Autoria Própria.

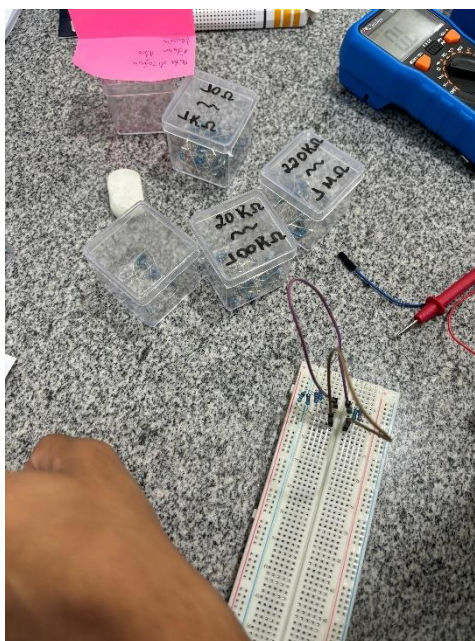
Tabela 5 – Análise da associação em paralelo de 3 resistores do 4º experimento

R_1 (Ω)	R_2 (Ω)	R_3 (Ω)	R_{eq} (nominal)	R_{eq} (medido)	Variação (%)
5,1 k	4,7 k	10 k	1,965 k Ω	1,960 k Ω	- 0,27

Fonte: Autoria Própria.

A Figura 5 mostra um dos momentos da realização do 4º experimento.

Figura 5 - Realização do 4º experimento



Fonte: Autoria Própria.

Na realização do 5º experimento os alunos tiveram a oportunidade de entender como que associações em série e em paralelo podem ser combinadas em um mesmo circuito, ou seja, formando uma associação mista de resistores. Foram propostos 4 tipos de circuitos envolvendo esse tipo de associação.

Por meio da realização desse experimento, foi compreendida a importância de identificar os nós de um circuito elétrico para que eles pudessem ir resolvendo associações parciais em série e em paralelo até conseguirem determinar a resistência equivalente do circuito.

Mais uma vez, montaram uma tabela para comparar o valor da resistência medida com a calculada e em seguida determinaram a variação percentual.

A Tabela 6 apresenta uma das análises feitas em um circuito envolvendo uma associação mista de resistores conforme arranjo da Figura 6.

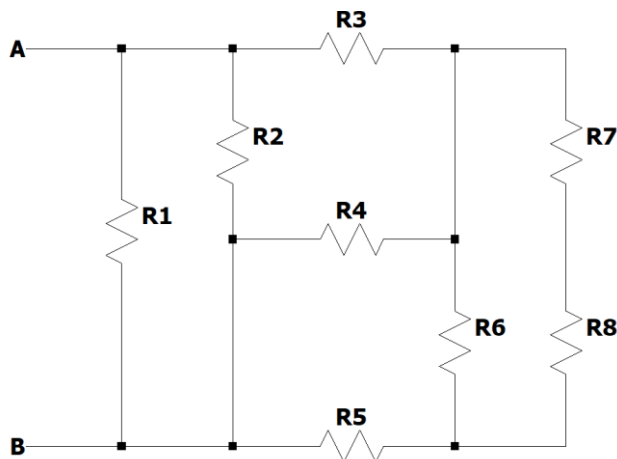
Tabela 6 - Análise de uma das associações mistas de resistores do 5º experimento

R_1 (Ω)	R_2 (Ω)	R_3 (Ω)	R_4 (Ω)	R_5 (Ω)	R_6 (Ω)	R_7 (Ω)	R_8 (Ω)	R_{eq} (nominal)	R_{eq} (medida)	Variação (%)
5,1 k	2,2 k	6,8 k	4,7 k	3,3 k	10 k	4,7 k	5,1 k	1,338 k Ω	1,324 k Ω	-0,30

Fonte: Autoria Própria.

A Figura 6 mostra um dos esquemas de circuitos sugeridos envolvendo associação mista de resistores.

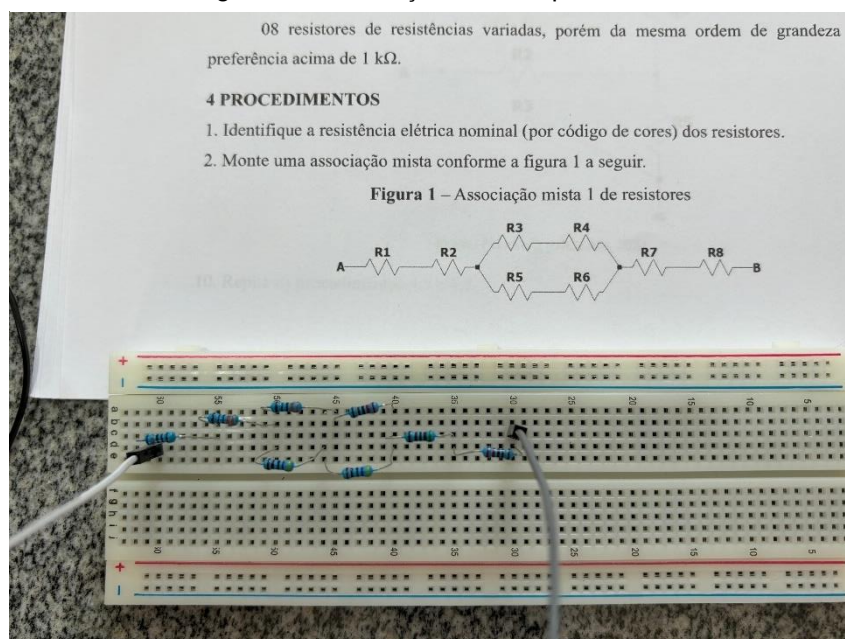
Figura 6 – Esquema de circuito para realização do 5º experimento



Fonte: Autoria Própria.

A Figura 7 mostra um dos momentos da realização do 5º experimento.

Figura 7 - Realização do 5º experimento



Fonte: Autoria Própria.

Ao final de cada roteiro experimental os alunos eram questionados a respeito do aprendizado adquirido bem como das diferenças percebidas em relação ao conteúdo que era apresentado de modo teórico em sala com a realização dos experimentos no laboratório. E todos enfatizaram o quanto foi importante a realização das práticas e como que elas contribuíram para o aprendizado e assimilação do assunto.

Para confirmar isso, a Tabela 7 mostra um comparativo entre as notas de Física dos alunos do 3º Ano do ensino médio do Colégio CIEC entre os anos de 2023 (que não havia o laboratório) com o de 2024 (já com o laboratório em funcionamento).

Tabela 7 - Comparativo de desempenho entre as turmas de 2023 e 2024

Unidade	Média da turma (2023)	Média da turma (2024)	Aumento %
I	7,4	8,2	10,8
II	7,7	7,7	Sem aumento
III	6,4	8,0	25,0
IV	6,3	6,9	9,5
Geral	7,0	7,7	10,0

Fonte: Autoria Própria.

A partir da Tabela 3 confirma-se a melhoria significativa do desempenho dos alunos do 3º Ano do Ensino Médio em Física após a implementação do laboratório de circuitos elétricos.

5 Considerações FINAIS

Após a montagem do laboratório de circuitos elétricos (que custou aproximadamente R\$ 2500,00), ficou evidente que o ensino de componentes curriculares da área de ciências da natureza com a implementação de aulas prática está muito mais próximo da realidade do que se imagina.

Por meio dos equipamentos do laboratório bem como da realização dos experimentos comprovou-se como que eles contribuem não só para a melhoria do desempenho acadêmico como o despertar para a ciência em geral.

Além disso, enfatiza-se a necessidade da disseminação e divulgação desses tipos de projetos, pois um dos maiores desafios enfrentados foi a construção a partir do zero dos roteiros experimentais bem como saber quais os corretos e mais indicados equipamentos deveriam ser adquiridos. Porém, se a devida divulgação é realizada, a implementação desses tipos de projetos pode ser feita em outras escolas de modo mais fácil.

No caso em questão, destaca-se a importância do curso de Engenharia Elétrica presente na cidade. Isso facilitou o processo.

Ainda, enfatiza-se a aplicação dos códigos da BNCC, principalmente os EM13CNT301 e EM13CNT307 que tratam do uso e análise de materiais, equipamentos e instrumentos e o EM13CNT308, que é específico quanto ao uso de aparelhos eletrônicos.

Por fim, é informado que outros roteiros experimentais estão sendo desenvolvidos para complementar as práticas de circuitos elétricos no 3º Ano, como o divisor de tensão, divisor de corrente, análise de tensão e corrente dos resistores do circuito e o estudo das leis de Kirchhoff.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à UFOB (Universidade Federal do Oeste da Bahia) pelos conhecimentos adquiridos com ênfase no componente curricular de Circuitos Elétricos I, que serviu de referência não só para a elaboração da proposta de montagem do laboratório sugerindo os equipamentos corretos, como de inspiração para a construção dos roteiros experimentais, além da correta orientação dada aos alunos.

Agradeço ao Colégio CIEC, instituição que trabalho desde 2017 que proporcionou essa grande experiência de levar os conhecimentos adquiridos na faculdade para o ensino médio. Em especial, à Diretora e proprietária da instituição, Rozânea Barbosa Guedes Pereira, que acatou com muito entusiasmo a ideia e não mediu esforços para a disponibilização dos recursos para a compra dos equipamentos.

Agradeço aos alunos do 3º Ano do Ensino Médio de 2024 que realizaram as práticas com muito zelo, carinho, competência e responsabilidade. Outras turmas virão, mas essa tem um lugar especial por ter sido a primeira.

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, Charles; SADIKU, Matthew. **FUNDAMENTOS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS**. 5 ed. Porto Alegre. Editora AMGH, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal.pdf. Acesso em: 29 de abr. 2025.

COSTA, Luciano G.; BARROS, Marcelo A. O ENSINO DA FÍSICA NO BRASIL: PROBLEMAS E DESAFIOS. In: XII Congresso Nacional de Educação, 2015, Paraná. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Luciano-Costa-16/publication/336425046_O_ensino_de_fisica_no_Brasil_Problemas_e_desafios/links/5e68f16792851c7ce05b9b3e/O-ensino-de-fisica-no-Brasil-Problemas-e-desafios.pdf. Acesso em 28 de abr. de 2025.

IMPLEMENTATION OF ELECTRICAL CIRCUITS LABORATORY FOR TEACHING PHYSICS IN HIGH SCHOOL

Abstract: *Teaching physics classes in high school in Brazil is a big challenge. And one of the biggest difficulties encountered is the lack of laboratories to carry out the experiments. Therefore, this work aimed to show how an electrical circuits laboratory was implemented in a school. From this laboratory it was possible to teach students how to measure resistor resistance using the color code, check Ohm's first law, and how to assemble resistor associations in series, parallel and mixed association. Furthermore, proving that the implementation of practical physics classes can improve student performance. This work also aimed to show that creating laboratories for teaching physics is affordable and that these ideas should be disseminated so that other laboratories in other schools can be set up more easily.*

Keywords: *electrical circuits, physics laboratory, high school, physics teaching.*

