
# O ENSINO DAS SIMETRIAS DO CÁLCULO INTEGRAL COMO FERRAMENTA DIDÁTICA APLICADA A DISCIPLINA DE CIRCUITOS ELÉTRICOS NO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6015

***Autores:*** *ALBERTO HELENO ROCHA DA SILVA,JUAN BRUNNO GOMES DE LIMA,PAULINE NOEMIA DOS SANTOS,RODRIGO LUSTOSA PERONICO,JÊLIO CÉSAR FERREIRA DE LIMA VALERIANO*

***Resumo:*** *O Cálculo Integral é uma das principais ferramentas dos estudantes das engenharias. É perceptível que uma grande maioria de discentes das engenharias não identificam facilmente as aplicações do cálculo dentro do curso e principalmente na área de atuação profissional. Nesse contexto, o artigo tem por foco evidenciar o uso das simetrias, como método de ensino, aplicadas às técnicas de integração e como essas simetrias modificam as equações e as formas dos gráficos e das regiões das quais se deseja obter integrais ou áreas transformando uma equação de integral complexa numa equação de integral mais simples e trazendo uma beleza atrativa e harmoniosa à aparência dos gráficos. Os gráficos foram construídos a partir do soft gratuito GeoGebra e as simetrias se mostraram importantes aliadas para resolução de problemas da disciplina de circuitos elétricos no curso de engenharia elétrica para definir a quantidade de carga que passa por um circuito num intervalo determinado de tempo.*

***Palavras-chave:*** *Simetrias,Cálculo Integral,Engenharia Elétrica,Circuitos Elétricos,Método de Ensino.*

# O ENSINO DAS SIMETRIAS DO CÁLCULO INTEGRAL COMO FERRAMENTA DIDÁTICA APLICADA A DISCIPLINA DE CIRCUITOS ELÉTRICOS NO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

## 1 INTRODUÇÃO

A base do cálculo integral surge da necessidade de calcular áreas de superfícies planas cujos contornos não são formados por segmentos de reta (STEWART, 2015). Neste contexto, Arquimedes (287 – 212 a.C.) é um grande precursor do cálculo integral com a publicação da obra **A Quadratura da Parábola** (MAOR, 2003; LEITHOLD, 1994). O método utilizado por Arquimedes para o cálculo da área de uma secção de parábola se apoia em dois métodos existentes em sua época: o método da argumentação de Antífon de Atenas, que afirma que por sucessivas duplicações do número de lados de um polígono regular inscrito num círculo, a diferença entre a área do círculo e a dos polígonos seria “ao fim” exaurida; e, o método da exaustão de Eudóxo, admitindo que, se de uma grandeza subtrai-se uma parte não menor que sua metade, do restante outra parte não menor que sua metade, e assim por diante, numa determinada etapa do processo chega-se a uma grandeza menor que qualquer outra da mesma espécie fixada *a priori*. Ambos os métodos serviram para que Arquimedes e tantos outros matemáticos resolvessem problemas que envolviam áreas de figuras geométricas formadas por linhas curvas e não por linhas poligonais (segmentos de reta). Contudo, esse método era lento e cansativo, pois exigia que se calculasse inúmeras vezes áreas de triângulos cada vez menores até “não existir mais espaço” para uma área comparável às unidades pré-definidas (ARQUIMEDES, 2018).

É nesse contexto que o cálculo evolui a partir da ideia de limites e com isso a simetria avança em conceitos e aplicações devido, principalmente, às formas, pois essas estão diretamente ligadas à topologia (SINGH, 2011). É a partir da evolução do cálculo integral que se deve usar os conceitos de simetrias e as técnicas de integração na tentativa de tornar o aprendizado mais significativo para os estudantes das engenharias e dar uma base sólida na compreensão das estruturas básicas da integração.

É exatamente aqui que entra o poder das simetrias no cálculo integral. A utilização de simetrias, especialmente aquelas de natureza geométrica e topológica (SILVA SOUZA *et al*, 2024), apresenta-se como uma metodologia promissora para o ensino de Cálculo Diferencial e Integral no contexto das Engenharias (MARIA DOS SANTOS NETA *et al*, 2023). Essa abordagem permite que conceitos abstratos — como derivadas, limites e integrais — sejam visualizados de forma mais concreta, favorecendo a construção do conhecimento por meio de associações espaciais e estruturais, diminuindo as dificuldades de aprendizagem nas disciplinas de cálculo e ampliando o leque de aplicações das simetrias em disciplinas afins.

Com a adoção da metodologia baseada em simetrias para o cálculo de integrais definidas, os resultados qualitativos indicaram uma evolução na autonomia dos estudantes e na qualidade das resoluções apresentadas.

## 2 METODOLOGIA

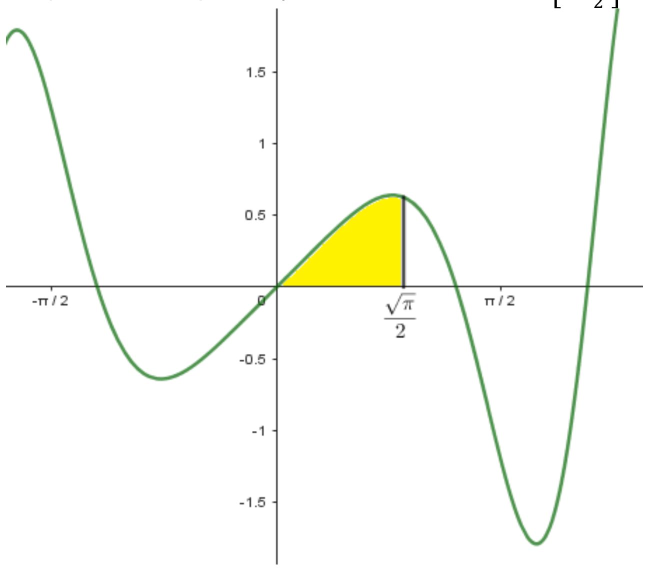
No presente estudo, a aplicação das simetrias foi introduzida em atividades didáticas realizadas durante as aulas com as turmas de Cálculo Diferencial e Integral I (equivalente em ementa ao Cálculo II em outras instituições de ensino superior) dos cursos de Engenharia Civil e Elétrica do Instituto Federal de Alagoas – IFAL, campus Palmeira dos Índios.

Durante as aulas, os estudantes são incentivados a identificar padrões no cálculo de integrais, esses padrões são simetrias algébricas e geométricas, que aparecem nas equações e em gráficos de funções. As simetrias algébricas ocorrem sempre que se realizam mudanças nas equações como, por exemplo, uma substituição simples que converte uma equação em outra equivalente, e, as simetrias geométricas ocorrem nos gráficos dessas funções que são modificados em virtude de mudanças de variáveis e consequentemente gera mudanças em seus intervalos de integração.

Agora, ao fazer uso de uma simetria diretamente ligada à topologia (LIVIO, 2011), uma simetria do tipo que aparece em Maria dos Santos Neta *et al* (2023) e em Silva Souza *et al* (2024), da mesma forma como ocorre com as simetrias aplicadas ao cálculo dos limites pode ser aplicada às integrais enquanto gráficos e cálculo de áreas, ou até mesmo a qualquer integral definida ou indefinida. Suponha, a título de exemplo, um quadrado de lado $2\ cm$ e um triângulo de base $4\ cm$ e altura $2\ cm$, tem-se que a área de ambos é $4\ cm^2$, o que implica que esses dois polígonos são equivalentes em termos de área e consequentemente são simétricos topológicos pela mesma grandeza (nesse caso, a área que deve permanecer $4\ cm^2$). De acordo com Livio (2011), por simetria topológica, é possível transformar esse quadrado no triângulo e vice-versa, ou ainda, em qualquer outra forma geométrica bidimensional que mantenha a porção de área inalterada ($A = 4\ cm^2$). A topologia permite que se transforme uma figura geométrica bidimensional em outra sem que haja perda da quantidade representada (LIVIO, 2011). Essa é uma das propriedades das simetrias que não é tão fácil de identificar, mas quando o estudante compreende torna-se uma poderosa ferramenta na capacidade de resolução de problemas que envolvem o cálculo de integrais.

Por exemplo, ao calcular a integral definida da função $f(x) = x \cdot \cos x^2$, $\forall x \in \left[0, \frac{\sqrt{\pi}}{2}\right]$, que trata de calcular a área dada pela região em destaque no gráfico da figura 1, é necessário fazer a substituição $u = x^2$.

Figura 1 – Integral de $f(x) = x \cdot \cos x^2$, $\forall x \in \left[0, \frac{\sqrt{\pi}}{2}\right]$.

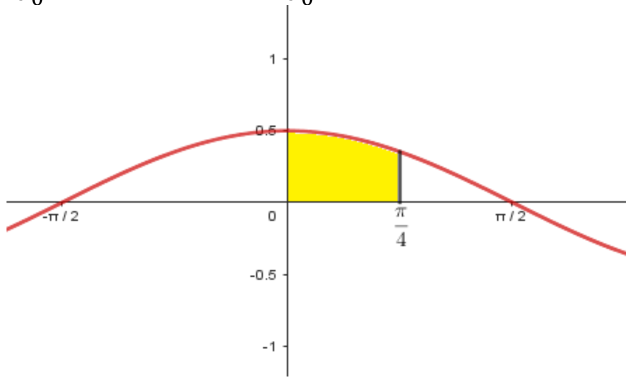



Fonte: Elaborado pelos autores com utilização da versão gratuita do soft GeoGebra, 2025.

A substituição aplicada é uma simetria algébrica que converte a função $f(x) = x \cdot \cos x^2$ na função $f(u) = \frac{1}{2}\cos u$ e o intervalo $x \in \left[0, \frac{\sqrt{\pi}}{2}\right]$ no intervalo $u \in \left[0, \frac{\pi}{4}\right]$. Essa simetria algébrica gera uma simetria topológica que converte o gráfico e a área da região da figura $1$ no gráfico e área da figura 2.

Figura 2 – Transformação por simetria:

$$\int_0^{\frac{\sqrt{\pi}}{2}} x \cdot \cos x^2 \, dx \equiv \int_0^{\frac{\pi}{4}} \frac{1}{2}\cos u \, du = \frac{\sqrt{2}}{4} \, u.a.$$




Fonte: Elaborado pelos autores com utilização da versão gratuita do soft GeoGebra, 2025.

O importante aqui é que a grandeza área, não é alterada. Ou seja, por simetria topológica pode-se transformar a área do gráfico da figura 1 na área do gráfico da figura 2, pois ambas as regiões têm área equivalente à $\frac{\sqrt{2}}{4}\, u.a.$

Utilizando essas estruturas de simetria algébrica e topológica como ferramentas para a resolução de problemas clássicos do cálculo integral, consegue-se dar mais sentido a esses problemas, que deixam de ser estritamente algébricos, passando a ser também geométricos. Isso reforça a ideia inicial de René Descartes que cria a Geometria Analítica a partir da fusão entre Álgebra e Geometria (BRUNSCHVICG, 2022).

A ausência dessa abordagem, conforme observado em atividades diagnósticas aplicadas durante as aulas e posteriormente observadas em resultados de avaliações, resultava em maior dificuldade por parte dos alunos nas interpretações algébricas e gráficas de integrais, bem como na aplicação de técnicas de substituição em integrais definidas, por conta principalmente das mudanças nos intervalos de integração. Estudantes que compreendem e usam essas técnicas raramente erram os exercícios de integrais definidas que tentam resolver.

O método das simetrias pode ser aplicado também no ensino de Cálculo Diferencial ao transformar problemas matemáticos abstratos em construções geométricas e visuais que facilitam o raciocínio dos alunos. Por exemplo, ao estudar o conceito de derivada como taxa de variação, pode-se apresentar simetrias de reflexão e rotação que ajudam o aluno a visualizar a tangente à curva e sua relação com a inclinação do gráfico. Mais ainda, ao empregar simetrias algébricas e topológicas em problemas de limites e continuidade, é possível transformar gráficos complexos em representações mais simples sem alterar seu comportamento essencial, proporcionando uma abordagem didática mais concreta (MARIA DOS SANTOS NETA et al, 2023). Isso favorece o aprendizado significativo, pois liga diretamente a estrutura algébrica com a representação gráfico-geométrica e o contexto físico de aplicação (como o cálculo de áreas, distâncias, o comportamento de cargas, fluxos, ou resistência de materiais, entre outros problemas diversos que demandam do cálculo integral como ferramenta de resolução). Essa aplicação didática se alinha com as necessidades cognitivas dos estudantes das diversas engenharias que costumam se beneficiar de abordagens visuais e aplicadas.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

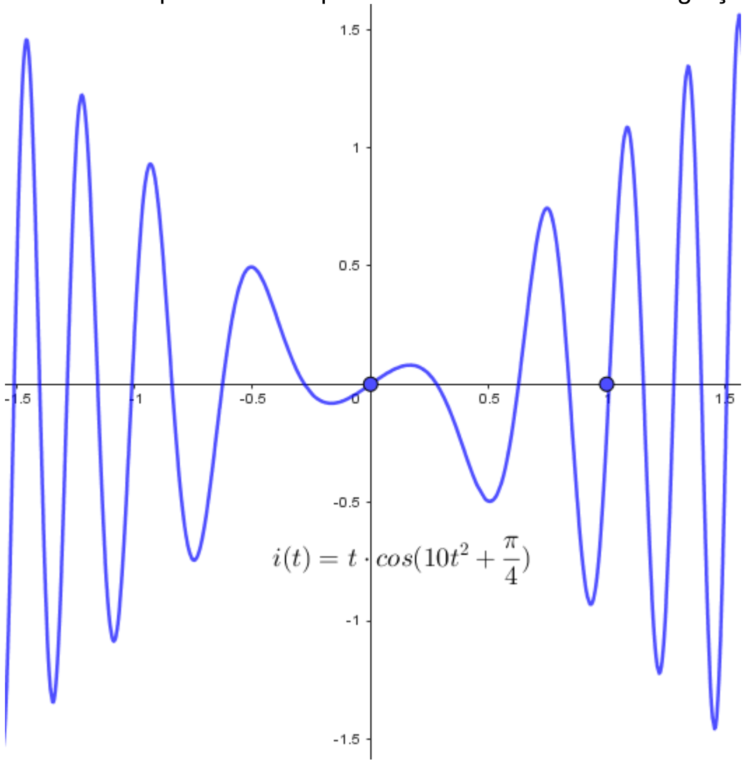
No contexto das engenharias, o uso de simetrias e mudança de variáveis não significa apenas simplificar os cálculos das integrais mais complexas, como também permite uma análise e interpretação de uma forma distinta acerca dos fenômenos. Tais técnicas são especialmente valiosas quando as funções envolvidas apresentam comportamento oscilatório ou variam rapidamente à medida que o tempo passa.

Para exemplificar, no contexto da engenharia elétrica, suponha que há um dispositivo eletrônico que está sujeito a uma corrente alternada definida pela equação (1)

$$i(t) = t \cdot \cos\left(10t^2 + \frac{\pi}{4}\right) \tag{1}$$

para um intervalo de tempo que varia de $t_0 = 0s$ até $t_1 = 1s$ (gráfico da figura 3).

Figura 3 – Função da corrente elétrica em função do tempo. Estão destacados os pontos correspondentes ao intervalo de integração.




Fonte: Elaborado pelos autores com utilização da versão gratuita do soft GeoGebra, 2025.

Note que o gráfico da função $i(t)$ é simétrico em relação à origem do plano cartesiano (SILVA, 2014) o que define bem o conceito de função ímpar. Suponha que se deseja determinar se um componente ganhou ou perdeu elétrons nesse intervalo de tempo com a passagem da corrente. Tem-se, segundo Nilsson e Riedel (2020), para o problema proposto os seguintes dados:

- $i(t)$ é a função da corrente elétrica em função do tempo;
- $Q$ é a quantidade da carga elétrica medida em Coulomb;
- $t$ é o tempo dado em segundos.

Segue assim que

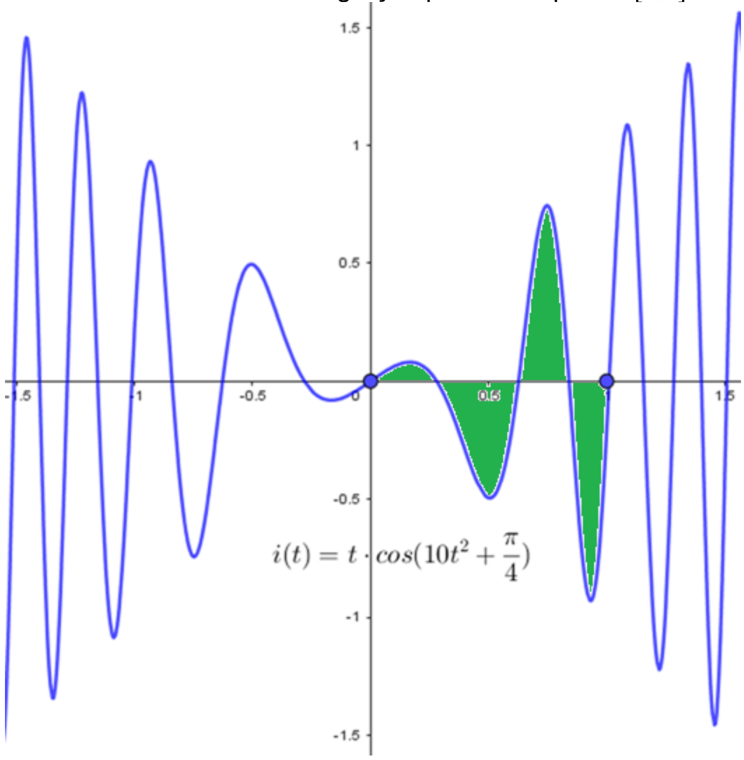
$$i(t) \triangleq \frac{dq}{dt} \Rightarrow dq = i(t)dt \Rightarrow \int dq = \int i(t)\,dt \Rightarrow Q = \int_{t_0}^{t_1} i(t)\,dt \qquad (2)$$

Substituindo a equação (1) na identidade dada pela equação (2) acima, temos:

$$Q = \int_0^1 t \cdot \cos\left(10t^2 + \frac{\pi}{4}\right) dt \qquad (3)$$

Resolver a integral da equação (3), corresponde a calcular a soma das “áreas” em destaque que aparecem no gráfico da figura 4, sem desconsiderar o seu respectivo sinal. Pois, sabe-se, das propriedades de integrais definidas que as regiões acima do eixo das abcissas representam áreas com sinais positivos e as regiões abaixo do eixo das abcissas tem valores numéricos equivalentes às áreas, mas são representadas com sinais negativos. E, consequentemente, pode-se afirmar que o valor da integral definida corresponde a essa soma dessas “áreas” positivas e negativas (STEWART, 2015).

Figura 4 – Gráfico da função $i(t)$ com destaque para a região que cobre o intervalo de integração para o tempo $t \in [0,1]$.




Fonte: Elaborado pelos autores com utilização da versão gratuita do soft GeoGebra, 2025.

No contexto do problema proposto as regiões destacadas acima do eixo horizontal correspondem às cargas positivas, ou seja, os prótons, e, as regiões abaixo do eixo horizontal correspondem às cargas negativas, nesse caso, os elétrons (ALEXANDER & SADIKU, 2013).

Para resolver esse problema, é necessário resolver uma integral de um produto de duas funções ($i(t) = v(t) \cdot w(t)$), uma polinomial $v(t) = t$ e uma composta $w(t) = \cos\left(10t^2 + \frac{\pi}{4}\right)$. Isso já é um grande obstáculo para o estudante que não domina as propriedades primitivas de integrais definidas e as técnicas básicas de integração. Para resolver esse problema, usa-se a técnica da substituição simples, que é uma das formas de simetria algébrica que transforma a equação (3) numa outra equação (4) mais simples e que pode ser calculada de forma direta pelo Teorema Fundamental do Cálculo (STEWART, 2015; LEITHOLD, 1994).

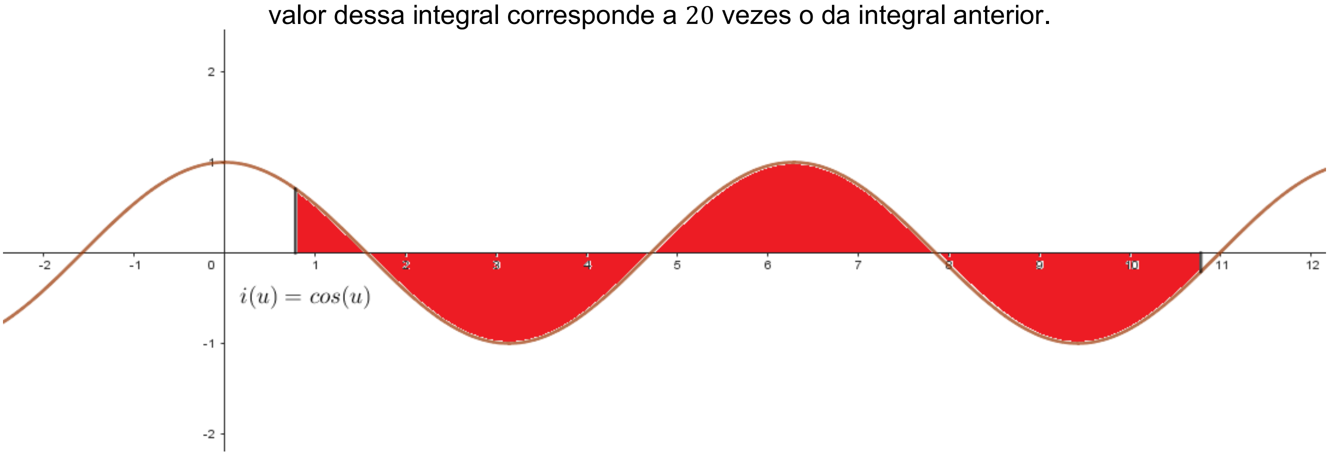
Fazendo a substituição simples abaixo, é possível converter por simetria algébrica a função $i(t)$ numa outra função $i(u)$.

$$u = 10t^2 + \frac{\pi}{4} \quad \Rightarrow \quad du = 10 \cdot 2tdt = 20tdt \quad \Rightarrow \quad tdt = \frac{1}{20}du. \tag{4}$$

Mas, agora vem um outro problema: essa simetria algébrica altera o gráfico e consequentemente altera o intervalo de integração. Esse problema é resolvido graças à simetria topológica que transforma o gráfico e a região entre o intervalo da figura 4 no gráfico e região entre o novo intervalo da figura 5 sem perdas nas somas das "áreas" das regiões positivas e negativas através da seguinte equivalência de intervalos:

- para $t_0 = 0s \rightarrow u_0 = 10t_0^2 + \frac{\pi}{4} = 10 \cdot 0^2 + \frac{\pi}{4} = 0 + \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{4}s$
- para $t_1 = 1s \rightarrow u_1 = 10t_1^2 + \frac{\pi}{4} = 10 \cdot 1^2 + \frac{\pi}{4} = 10 + \frac{\pi}{4} = \frac{40+\pi}{4}s$

Figura 5 – Gráfico modificado pela substituição simples aplicada à função composta e novo intervalo de integração $u \in \left[\frac{\pi}{4}, \frac{40+\pi}{4}\right]$. O valor dessa integral corresponde a 20 vezes o da integral anterior.




Fonte: Elaborado pelos autores com utilização da versão gratuita do soft GeoGebra, 2025.

Partindo da equação (3), substituindo (4) e modificando os intervalos, tem-se:

$$Q = \int_0^1 t \cdot \cos\left(10t^2 + \frac{\pi}{4}\right) dt \equiv \int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{40+\pi}{4}} \frac{1}{20} \cdot \cos u \, du = \frac{1}{20} \cdot \int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{40+\pi}{4}} \cos u \, du \qquad (5)$$

Note agora que, de forma bem simples, o estudante compreende que basta calcular a vigésima parte do valor da integral do cosseno no intervalo de tempo $u = [\frac{\pi}{4}, \frac{40+\pi}{4}]$, o que corresponde a parte destacada no gráfico da figura 5. Além disso, o gráfico tem uma função que é simétrica em relação ao eixo das ordenadas (SILVA, 2014), o que caracteriza $i(u)$ como uma função par. É possível observar que essa função é dotada de simetrias de translação a cada período completo, ou seja, $u = [0{,}2\pi]$ (SILVA, 2014), além disso, há também simetrias de rotação sempre que a curva toca o eixo a cada múltiplo inteiro de $\frac{\pi}{2}$ no eixo horizontal, o que faz com que a integral definida no intervalo $u \in \left[\frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}\right]$ seja numericamente igual a integral definida no intervalo $u \in \left[\frac{3\pi}{2}, \frac{5\pi}{2}\right]$, fazendo com que a integral no intervalo de um período completo, $u \in \left[\frac{\pi}{2}, \frac{5\pi}{2}\right]$, seja nula, pois, ao rotacionar a região desse intervalo no ponto $\left(\frac{3\pi}{2}, 0\right)$ a região sob o eixo é exatamente igual a região sobre o eixo (SILVA, 2014). É fácil ver também, que as porções da integral sob o eixo horizontal são maiores que as porções sobre o eixo, o que vão resultar numa integral de valor negativo (STEWART, 2015; LEITHOLD, 1994), ou seja, $Q < 0$ e isso já implica que no sistema há um excesso de elétrons, contudo, esse sistema tem mais elétrons do que prótons (ALEXANDER & SADIKU, 2013).

Finalmente ao calcular essa perda de carga, aplicando o Teorema Fundamental do Cálculo e o Teorema da Variação Total (STEWART, 2015; LEITHOLD, 1994) a partir da equação (5), temos:

$$\frac{1}{20} \int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{40+\pi}{4}} \cos u \, du = \frac{1}{20} \sin u \,\Big|_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{40+\pi}{4}} = \frac{1}{20}\left(\sin\frac{40+\pi}{4} - \sin\frac{\pi}{4}\right) \approx -0{,}0842550483 \, C \qquad (6)$$

O resultado negativo confirma a intuição geométrica relativa à observação feita de que a porção maior a região está sob o eixo das abcissas indicando uma integral definida negativa e consequentemente de que existem mais elétrons do que prótons. Além disso, como a carga de 1 elétron em Coulombs é equivalente à $q_e \approx -1{,}6 \times 10^{-19} C$, é possível quantificar a quantidade de elétrons excedentes no experimento por meio de uma regra de três simples, chegando ao resultado de aproximadamente $5{,}27 \times 10^{17}$ elétrons a mais que prótons.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método de ensino de integrais aliado às simetrias, presente neste artigo, mostra-se eficiente no sentido de dar aos estudantes uma significância concreta inicialmente à definição de integral, enquanto somas de porções de áreas, e posteriormente à aplicações das integrais, fazendo com que esses alunos possam compreender transformações algébricas que ocorrem nas equações devido às simetrias algébricas e suas implicações que transformam as formas geométricas (nos gráficos) em outras formas geométricas por meio das simetrias topológicas sem perda de identidade (grandeza); pois, uma simetria algébrica basicamente se refere a uma situação em que uma estrutura matemática, como uma equação ou uma operação, mantém sua forma ou propriedades mesmo quando se faz certas transformações ou trocas, e, uma simetria topológica avalia as propriedades do espaço que permanecem inalteradas sob deformações contínuas, ou seja, se refere às transformações que preservam a estrutura topológica de um espaço, ou ainda, que não alteram suas propriedades essenciais.

Na perspectiva do ensino e do aprendizado significativo, a utilização das simetrias é uma ferramenta alternativa para tornar o ensino de cálculo integral mais atrativo e eficaz, pois, possibilita o aprendizado por meio da investigação durante a resolução dos problemas. Ao compreender esse método de simetrias ligadas às integrais chegamos à implicação direta de uma aprendizagem significativa do cálculo integral, uma vez que os estudantes se tornam capazes de identificar os meios de resolução por simetrias nos problemas específicos com determinado grau de complexidade de outras áreas do conhecimento, como foi o caso do problema apresentado, para uma forma de resolução simples proporcionada pela capacidade de visualização algébrica e topológica do problema.

Observa-se que o problema resolvido neste artigo é um problema clássico que aparece nas cadeiras de disciplinas específicas da grade curricular de cursos de bacharelado em engenharia elétrica, como o caso da disciplina de circuitos elétricos e outras disciplinas fundamentais, cuja solução é apresentada de forma simples e contextualizada.

Por fim, ressalta-se que o cálculo integral deve ser estudado, ensinado e aprendido de maneira significativa e que tenham base em problemas reais, para que os discentes – futuros profissionais das diversas engenharias – possam compreender com clareza a finalidade das integrais e, por consequência, o utilizem adequadamente e de forma significativa ao longo de sua formação e no futuro exercício profissional. Desse modo, evita-se a superficialidade no aprendizado e se proporciona uma formação acadêmica completa e satisfatória. Pode-se concluir que o método é eficaz e foge dos padrões de ensino tradicional do cálculo, cuja finalidade é a capacidade de saber calcular, e se mostra com um potencial promissor a muitas outras aplicações nas diversas engenharias.

## REFERÊNCIAS

ALEXANDER, Charles K.; SADIKU, Matthew N. O. **Fundamentos de circuitos elétricos.** 5. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2013.

ARQUIMEDES. **Arquimedes e o Cálculo.** São Paulo: USP, 2018. Disponível em https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4475048/mod_resource/content/1/arquimesde_calculo.pdf. Acesso em 14 mai. 2024.

BRUNSCHVICG, L. A "Geometria" de Descartes de 1637. Tradução de Gionatan C. Pacheco. **Problemata – Revista Internacional de Filosofia.** v.13,n.2. p.285-292, 2022. Disponível em https://periodicos.ufpb.br/index.php/problemata/article/download/58054/36094/186340. Acesso em 24 abr. 2025.

LEITHOLD, Louis. **O Cálculo com Geometria Analítica.** v.1. 3.ed. São Paulo: Harbra, 1994.

LIVIO, Mario. **A equação que ninguém conseguia resolver. Como um gênio da matemática descobriu a linguagem da simetria.** 2.ed. Trad. Jesus de Paula Assis. Rev. Téc. Michelle Dysman e Diego Vaz Bevilaqua. São Paulo: Record, 2011.

MAOR, Eli. ***e*: A História de um número.** Trad. Jorge Calife. Rev. Téc. Michelle Dysman. Rio de Janeiro: Record, 2003.

MARIA DOS SANTOS NETA, Jozelita; *Et al*. Aplicabilidade do Limite Exponencial Fundamental utilizando Simetrias com ênfase em engenharia. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2023, Rio de Janeiro. Proceedings of the 51 Brazilian Congress of Engineering Education, 2023. **Anais.** Rio de Janeiro – RJ, 2023. Disponível em: www.abenge.org.br/sis_artigos.php?cod_trab=4621. Acesso em: 22 abr. 2025.

NILSSON, James W.; RIEDEL, Susan A. **Circuitos elétricos.** 10. ed. São Paulo: Pearson, 2020.

SINGH, Simon. **O Último Teorema de Fermat: a história do enigma que confundiu as maiores mentes do mundo durante 358 anos.** 19.ed. Trad. Jorge Luiz Calife. Rio de Janeiro: Record, 2011.

SILVA, Alberto Heleno Rocha da. **Simetrias para o ensino de equações e funções na educação básica.** 2014. Dissertação de Mestrado – curso de Matemática em Rede Nacional. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2014. Disponível em: http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/6197 Acesso em: 20 abr. 2025.

SILVA SOUZA, Vitória Beatriz; *Et al*. Explorando a Simetria no Limite Trigonométrico Fundamental: Implicações da Interdisciplinaridade e Aplicações no Cálculo Diferencial. In: Brazilian Congress of Engineering Education, 2024, Vitória – ES. Proceedings of the LII Brazilian Congress of Engineering Education, 2024. **Anais**. Vitória – ES, 2024. Disponível em: www.abenge.org.br/sis_artigos.php?cod_trab=5288. Acesso em: 22 abr. 2025.

STEWART, James. **Cálculo: volume 1.** 8. ed. Tradução da 7ª edição norte-americana. Trad. EZ2Translate. Rev. Téc. Eduardo Garibaldi. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

## TEACHING SYMMETRIES OF INTEGRAL CALCULUS AS A DIDACTICS TOOL APPLIED TO THE DISCIPLINE OF ELECTRICAL CIRCUITS IN THE ELECTRICAL ENGINEERING COURSE

***Abstract:*** *Integral Calculus is one of the main tools used by engineering students. Most engineering students struggle to see how calculus applies to their coursework and future careers. In this context, the article focuses on highlighting the use of symmetries as a teaching method, applied to integration techniques and how these symmetries modify the equations and shapes of graphs and regions from which integrals or areas are to be obtained, transforming a complex integral equation into a simpler integral equation and bringing an attractive and harmonious beauty to the appearance of the graphs. Graphs made with GeoGebra and symmetries helped solve electrical circuit problems in an electrical engineering course to determine charge passing through a circuit over time.*

***Keywords:*** *Symmetries, Integral Calculus, Electrical Engineering, Electrical Circuits, Teaching Method.*