



REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática

ISSN: 2318-6674

revistareamec@gmail.com

Universidade Federal de Mato Grosso
Brasil

Costa Silvano, Antonio Marcos; Silva, José Galdino; Barbosa Procópio, José Wiron; Gomes David, Francisco Franciano
USO DO SOFTWARE GEOGEBRA NO DESENVOLVIMENTO DO ENSINO E APRENDIZAGEM DE CÁLCULO DE INTEGRAIS

REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, vol. 10, núm. 3, e22075, 2022
Universidade Federal de Mato Grosso
Brasil

DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.v10i3.14273>

- ▶ Número completo
- ▶ Mais informações do artigo
- ▶ Site da revista em redalyc.org



USO DO *SOFTWARE* GEOGEBRA NO DESENVOLVIMENTO DO ENSINO E APRENDIZAGEM DE CÁLCULO DE INTEGRAIS

GEOGEBRA SOFTWARE USE ON TEACHING AND LEARNING DEVELOPMENT PROCESS OF INTEGRAL CALCULATION

USO DEL *SOFTWARE* GEOGEBRA EN EL DESARROLLO DEL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DEL CÁLCULO DE INTEGRALES

Antonio Marcos da Costa Silvano*

José Galdino da Silva**

José Wiron Barbosa Procópio***

Francisco Franciano Gomes David****

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar as contribuições do uso pedagógico e cognitivo do *software* GeoGebra no processo de ensino e aprendizagem das técnicas de integração de funções matemáticas, pautado nos pressupostos da teoria da aprendizagem significativa ausubeliana e nas concepções de apropriação e uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC). A pesquisa, classificada como qualitativa exploratória, foi desenvolvida a partir de estudo bibliográfico e da análise dos trabalhos mapeados nas principais bases de dados, no portal de periódicos da CAPES e na análise das resoluções de duas situações-problema, estabelecendo relações entre as representações algébricas, geométricas e gráficas de funções matemáticas no cálculo de integrais. O resultado da pesquisa permitiu verificar indícios de que o ensino do cálculo de integrais ainda é desenvolvido por meio do modelo de ensino tradicional, sem que haja uma compreensão profunda dos conceitos explorados. Além disso, evidenciou que pouco são utilizadas as potencialidades pedagógicas e cognitivas do *software* GeoGebra para auxiliar professores e alunos no processo de ensino e aprendizagem, e que são necessários mais investimentos na formação de professores com essa finalidade. Foi possível verificar que as concepções da aprendizagem significativa colaborativa dos conceitos do cálculo de integrais com a inserção das TDIC possibilitam o desenvolvimento de novos conhecimentos e habilidades, bem como a maturação de novos saberes.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa. GeoGebra. Cálculo de Integrais.

*Doutor em Educação pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Professor do Instituto Federal de Educação do Ceará (IFCE), Cedro, Ceará, Brasil. Endereço para correspondência: Alameda José Quintino, s/n, Prado, Cedro, Ceará, Brasil, CEP: 63400-000. E-mail: marcos.silvano@ifce.edu.br.

**Especialização em Docência na Educação Profissional e Tecnológica pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE). Professor do Instituto Federal de Educação do Ceará (IFCE), Cedro, Ceará, Brasil. Endereço para correspondência: Alameda José Quintino, s/n, Prado, Cedro, Ceará, Brasil, CEP: 63400-000. E-mail: jose.galdino@ifce.edu.br.

***Especialização em Docência na Educação Profissional e Tecnológica pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE). Professor do Instituto Federal de Educação do Ceará (IFCE), Cedro, Ceará, Brasil. Endereço para correspondência: Alameda José Quintino, s/n, Prado, Cedro, Ceará, Brasil, CEP: 63400-000. E-mail: wironprocopio@ifce.edu.br.

****Licenciado em Matemática pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE). Professor da Rede Municipal de Ensino Cedro, Ceará, Brasil, Endereço para correspondência: Alameda José Quintino, s/n, Prado, Cedro, Ceará, Brasil, CEP: 63400-000. E-mail: francianogomes100@gmail.com

ABSTRACT

The present work aimed to analyze the contributions of the pedagogical and cognitive use of GeoGebra software in the teaching and learning process of integration techniques of mathematical functions based on the assumptions of the Ausubelian meaningful learning theory and on the conceptions of appropriation and use of Digital Technologies of Information and Communication (TDIC). The research classified as exploratory qualitative was developed from the bibliographic study and analysis of the works mapped in the main databases, in the CAPES journals portal and in the analysis of the resolutions of two problem-situations establishing relationships between algebraic, geometric and graphic representations of mathematical functions in the calculus of integrals. The result of the research showed evidence that the teaching of integral calculus is still developed through the traditional teaching model, without a deep understanding of the concepts explored. In addition, showed that the pedagogical and cognitive potentials of the software GeoGebra are rarely used to assist teachers and students in the teaching and learning process and that more investment is needed in teacher training for this purpose. It was possible to verify that the conceptions of collaborative meaningful learning of the concepts of the calculus of integrals with the insertion of TDIC allows the development of new knowledge and skills, as well as the maturation of new knowledge.

Keywords: Meaningful Learning. GeoGebra. Calculus of Integrals.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo analizar las contribuciones del uso pedagógico y cognitivo del *software* GeoGebra en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las técnicas de integración de funciones matemáticas a partir de los presupuestos de la teoría ausubeliana del aprendizaje significativo y de las concepciones de apropiación y uso de las Tecnologías Digitales de la Información y de la Comunicación (TDIC). La investigación, clasificada como cualitativa exploratoria, se desarrolló a partir del estudio bibliográfico y análisis de los trabajos mapeados en las principales bases de datos, en el portal de revistas de la CAPES y en el análisis de las resoluciones de dos situaciones-problema, estableciendo relaciones entre representaciones algebraicas, geométricas y gráficas de funciones matemáticas en el cálculo de integrales. El resultado de la investigación evidenció que la enseñanza del cálculo integral aún se desarrolla por medio del modelo de enseñanza tradicional, sin una comprensión profunda de los conceptos explorados. Además, mostró que poco se aprovecha el potencial pedagógico y cognitivo del uso del *software* GeoGebra para ayudar a profesores y estudiantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje, y que se necesita más inversión en la formación de profesores para ese fin. Fue posible verificar que las concepciones de aprendizaje significativo colaborativo de los conceptos del cálculo de integrales con la inserción de TDIC posibilitan el desarrollo de nuevos conocimientos y habilidades, así como la maduración de nuevos conocimientos.

Palabras clave: Aprendizaje Significativo. GeoGebra. Cálculo de Integrales.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Cálculo Diferencial e Integral (CDI) no Brasil é, geralmente, desenvolvido por meio de uma abordagem instrucionista, fragmentada, descontextualizada e tradicional, que dificulta o processo de assimilação e de compreensão dos conceitos por parte dos alunos para se apropriarem do significado do que realmente estão fazendo, quando

realizam cálculos de limites, derivadas e integrais de funções matemáticas (MENEZES, 2018; SILVANO, 2011).

Essa abordagem de ensino é caracterizada por ser o professor o detentor do conhecimento e por ser o ensino centrado na exposição dos conceitos de forma mecânica, com predomínio da necessidade de memorização do conteúdo pelo aluno. Nesse contexto, o aluno é um ser passivo, que não interage no transcurso do processo de ensino e aprendizagem, não realiza reflexões dialógicas relevantes nem com seu professor nem com os colegas em sala de aula. Pode-se, pois, afirmar que, nessa metodologia, acontecem apenas a apresentação do conteúdo que está no livro, pelo docente, e a memorização de fórmulas necessárias para a resolução dos exercícios, pelo aluno (MENEZES, 2018; SILVANO, 2011).

Nesse contexto, essa abordagem de ensino apresenta limitações epistemológicas e metodológicas no processo de desenvolvimento cognitivo dos estudantes, especialmente por privilegiar a transmissão de conhecimentos de forma pronta, acabada, conhecimentos esses que devem ser absorvidos sem uma ressignificação e sem inter-relações com outros campos do conhecimento.

Além dessas questões, no desenvolvimento dos conceitos de CDI, não se estabelecem associações entre os novos conceitos e os conhecimentos prévios dos alunos e, tampouco, as devidas relações entre as diversas representações algébricas e geométricas de limites, derivadas e integrais, para que os alunos tenham uma visualização geométrica do que estão fazendo algebricamente, o que poderia contribuir significativamente para facilitar o entendimento da resolução dos problemas ou até mesmo como resolvê-los.

Durante o desenvolvimento das aulas das disciplinas de CDI, nos cursos de Licenciaturas em Matemática notadamente, fica evidente a dificuldade dos estudantes de compreenderem os conceitos envolvidos geometricamente, especialmente no estudo de integrais de funções matemáticas, foco da investigação deste trabalho. Ao mesmo tempo, verificam-se as limitações recursivas do professor em representá-las de uma forma mais interativa, de modo a propiciar aos alunos que visualizem simulações e animações, para construir reflexões pertinentes, relativas às situações-problema em discussão. Nesse caso, muitas das vezes, o professor utiliza apenas pincel e quadro branco.

Na perspectiva de superar os desafios e limitações pedagógicas, ao abordar esses conceitos em sala de aula, professores(as) e pesquisadores(as) da área de educação matemática têm proposto novas estratégias de ensino, pautadas em pressupostos construtivistas, com o uso pedagógico e cognitivo das Tecnologias Digitais da Informação e

Comunicação (TDIC), para auxiliarem professores e alunos em sala de aula, a partir do uso do *software* educativo GeoGebra, que pode ser utilizado tanto no computador quanto em dispositivos móveis, como os aparelhos de *smartphone*.

Nessa estratégia de ensino, com a inserção das TDIC na prática pedagógica docente e no currículo, um dos pontos da investigação se refere às inter-relações das representações geométricas de integrais para melhor compreensão dos procedimentos e técnicas de cálculos de integrais, algebricamente.

Diante do exposto, o presente trabalho foi pautado nos pressupostos teóricos e práticos da aprendizagem significativa ausubeliana, da inserção e uso das TDIC para auxiliarem professores e alunos. Teve como objetivo analisar as contribuições do uso pedagógico e cognitivo do *software* GeoGebra para o processo de ensino e aprendizagem das técnicas de integração de funções matemáticas.

O estudo foi desenvolvido por meio de uma abordagem qualitativa exploratória, a partir de um estudo bibliográfico, análise de trabalhos acessados e mapeados nas principais bases de dados e no portal de periódicos da CAPES, os quais tivessem relações – pertinentes e relevantes – com o tema em foco, bem como na análise da resolução de duas situações problemas, estabelecendo inter-relações com as representações algébricas e geométricas do cálculo de integrais.

2 UM BREVE HISTÓRICO DO ENSINO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL (CDI) NO BRASIL

O ensino da disciplina de CDI teve início, no Brasil, na Academia Real Militar do Rio de Janeiro por volta do ano 1810. Segundo Lima (2013), esse ensino baseava-se no livro *Traité Élémentaire de Calcul Différentiel et de Calcul Intégral*, do francês Sylvestre François Lacroix (1765-1843). Contudo, a tradução desse texto foi feita apenas em 1812 por Francisco Cordeiro da Silva Torres Alvin (1775-1856), tornando-se o primeiro livro de CDI em língua portuguesa e servindo como referência para o ensino dessa disciplina em todo o país durante décadas.

Com a criação da Escola Politécnica de São Paulo, em 1893, passou-se ao ensino de CDI baseado na visão de Leibniz e Newton, precursores do Cálculo, por meio do livro *Premiers Éléments du Calcul Infinitesimal de Hyppolite Sonnet*, lançado em 1869, que focava nos infinitésimos e na noção intuitiva de limite.

análise dos resultados, visando a atender o objetivo da pesquisa. Em seguida foram percorridas a síntese e a discussão dos resultados, e por fim são apresentadas as discussões das resoluções das duas situações-problema.

No Quadro 1, são apresentados os trabalhos analisados, selecionados pela pesquisa, os quais abordam o uso das TDIC no processo de ensino e aprendizagem de CDI.

| Nº | ANO | TÍTULO | AUTORES |
|----|------|--|-------------------------------------|
| 1 | 2016 | Ensino e aprendizagem de cálculo: a partir do uso de <i>softwares</i> matemáticos. | Santana e Silva |
| 2 | 2018 | O uso das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino de Cálculo Diferencial e Integral: reflexões a partir de uma metanálise. | Flores, Lima e Müller |
| 3 | 2018 | A utilização de TDIC em tarefas de Avaliação: uma possibilidade para o ensino de cálculo diferencial e integral. | Mendes, Trevisan e Elias |
| 4 | 2020 | O uso pedagógico do <i>software Winplot</i> na formação de professores de cálculo. | Silvano, Melo, Ribeiro e Lavor Melo |

Quadro 1 – Trabalhos analisados pela pesquisa que abordam o uso das TDIC no processo de ensino e aprendizagem de CDI.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O trabalho acadêmico (1), intitulado “Ensino e aprendizagem de cálculo: a partir do uso de softwares matemáticos”, das autoras Santana e Silva (2016), apresenta as possíveis contribuições da utilização dos *softwares* aos processos de ensino e aprendizagem do conceito de derivadas de uma função de uma variável real.

Nesse trabalho, as autoras enfatizam a importância do uso das tecnologias digitais para o ensino e aprendizagem de matemática, especialmente, de Cálculo Diferencial e Integral, superando as limitações metodológicas do ensino tradicional, que privilegia, em excesso, a memorização e a transmissão dos conteúdos de forma mecânica, sem oferecer compreensão nenhuma dos conceitos envolvidos na resolução das situações-problema.

Destacam que o uso de *software* matemático possibilita a expansão dos limites da sala de aula, permitindo aos alunos construir novos conceitos que integrem os conhecimentos teóricos e práticos por meio de uma abordagem interdisciplinar.

Além desses aspectos, a pesquisa, de caráter qualitativo, reforça o lugar que as tecnologias digitais ocupam no atual cenário da Educação Matemática, caracterizando novos contextos e vantagens do uso desses recursos para auxiliarem professores e alunos em sala de aula.

O artigo científico (2), cujo título é “O uso das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino de Cálculo Diferencial e Integral: reflexões a partir de uma metanálise”, dos autores Flores, Lima e Müller (2018), busca compreender como vem ocorrendo o uso das tecnologias digitais no ensino de Cálculo e quais seus impactos nas práticas pedagógicas.

Os autores revelam, a partir da técnica de análise adotada no trabalho – a metanálise – que a inclusão de tecnologias digitais no ensino de Cálculo não é tarefa simples, e que é necessário maior investimento na formação dos professores com essa finalidade (FLORES; LIMA; MÜLLER, 2018).

Enfatizam também que é preciso avançar nas pesquisas sobre o processo de ensino e aprendizagem de Cálculo com a utilização das tecnologias digitais, uma vez que as pesquisas não conseguiram, efetivamente, elucidar as questões epistemológicas relativas ao ensino e aprendizagem dessa área do conhecimento.

A pesquisa revelou que, para além da inserção dos recursos das tecnologias digitais e uso de *softwares*, “é necessário reconfigurar as práticas educativas, sendo necessárias ações que entendam o estudante como um sujeito autônomo e ativo no processo de aprendizagem” (FLORES; LIMA; MÜLLER, 2018, p. 32).

O artigo (3) intitulado “A utilização de TDIC em tarefas de Avaliação: uma possibilidade para o ensino de cálculo diferencial e Integral”, de autoria de Mendes, Trevisan e Elias (2018), reforça a necessidade de ressignificar as práticas de ensino e aprendizagem de CDI em oposição ao modelo tradicional em que o professor expõe o conteúdo, apresenta exemplo e aplica prova para verificar se o aluno consegue reproduzir o que foi transmitido.

Essa proposta de ensino, segundo os autores, não promove uma aprendizagem significativa, colaborativa e duradoura, pois no geral, o aluno memoriza os procedimentos de cálculos, demonstrações e procura reproduzir processos analíticos e algoritmos com o objetivo de alcançar uma medida baseada em acertos ou erros, que será convertida em nota ou em conceito.

A pesquisa foi pautada numa abordagem de cunho qualitativo, desenvolvida por meio de uma revisão bibliográfica, e na análise dos dados coletadas nos anos de 2016 e 2017 junto aos alunos do curso de engenharia, do qual os autores são docentes.

As ações desenvolvidas por Mendes, Trevisan e Elias (2018) nesse trabalho evidenciaram, durante os momentos formais de avaliação, indícios de que o contexto de sala de aula (ensino, aprendizagem, avaliação) precisa entrelaçar-se com a utilização das TDIC,

especialmente, em relação do uso do *software* GeoGebra no ensino e aprendizagem, contribuindo para diminuir a artificialidade tanto do ensino como da avaliação dos conteúdos de CDI.

No artigo científico (4), cujo título é “O uso pedagógico do *software* Winplot na formação de professores de cálculo”, os autores apresentaram os resultados de uma ação formativa com um grupo de professores de matemática que lecionam a disciplina de CDI nos cursos superiores de uma instituição privada de ensino.

A investigação desenvolvida por Melo *et al.* (2020), foi pautada nos pressupostos da pesquisa qualitativa colaborativa, embasada, teórica e metodologicamente, na teoria da aprendizagem significativa ausubeliana e na proposta construtivista do uso pedagógico das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), concebida por Almeida e Valente (2011), e teve o objetivo de mobilizar conhecimentos e saberes, para a apropriação e uso pedagógico do *software* Winplot, na construção e análise de gráficos de funções aplicadas ao CDI.

O estudo revelou indícios de que o uso das TDIC, atrelado aos fundamentos teóricos propostos na ação formativa, a partir da realização da oficina, possibilitou aos docentes refletirem sobre suas práticas de ensino, bem como verificar as potencialidades e contribuições do uso operacional e pedagógico de *softwares* no processo de ensino e aprendizagem em sala de aula.

Evidenciou a necessidade da apropriação e uso pedagógico das TDIC, por parte dos docentes, a partir da compreensão de que esses recursos possibilitam maior interação e recursividade ao fazer docente, de forma dinâmica, permitindo o protagonismo dos atores envolvidos no desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem de conceitos e representações de gráficos de funções matemáticas.

Nesta sessão, apresentamos as discussões relativas às resoluções de duas situações-problema recorrentes nos principais livros de CDI, envolvendo principalmente o cálculo de integrais. Foram utilizados os recursos e potencialidades do *software* GeoGebra para a articulação das representações algébricas, geométricas e gráficas das funções matemáticas.

A primeira situação-problema analisada em nossa discussão explicita o enunciado “Calcular a área sob a função $f(x) = 3x^2 - 5x + 2$, limitada pelas retas $x = 1$, $x = 3$ e o eixo x ”, que é frequentemente explorada nos livros didáticos e, conseqüentemente, nas aulas de CDI. Uma possível solução para essa situação-problema – adotados os procedimentos a partir

da definição do teorema fundamental do cálculo e da técnica geral de integral definida –, é ilustrada abaixo (Figura 1).

$$\begin{aligned}
 A &= \int_1^3 (3x^2 - 5x + 2) dx \\
 &= \int_1^3 (3x^2) dx - \int_1^3 (5x) dx + \int_1^3 2 dx \\
 &= x^3 \Big|_1^3 - \frac{5}{2} x^2 \Big|_1^3 + 2x \Big|_1^3 \\
 &= (3^3 - 1^3) - \frac{5}{2} (3^2 - 1^2) + 2(3 - 1) \\
 &= 26 - 20 + 4 \\
 &= 10 \text{ u. a.}
 \end{aligned}$$

Figura 1 – Resolução da primeira situação-problema
Fonte: Elaborada pelos autores (2022)

Essa é uma das resoluções que os alunos aprendem utilizando a regra geral de integração. No entanto, eles, majoritariamente, não sabem o significado que estão calculando. O que significa o valor 10 encontrado no final da resolução? Se o professor fizer essa pergunta aos alunos, em uma sala de aula, provavelmente eles dirão que estão calculando a área sob a curva e que 10 é o valor da área determinada pelos limites de integração estabelecidos, mas isso pode ter sido algo memorizado, caso não consigam explicar de outra forma ou simplesmente nem responderem ao que o professor perguntou.

Para entender como se dá o cálculo da área sob uma curva, os alunos precisam ter a compreensão e saber a aplicação da definição de integral definida, que são conceitos extremamente relevantes. Entretanto, isso se torna mais fácil de ser assimilado quando são apresentadas as representações geométricas e gráficas. Observando essas representações, potencializa-se o processo de assimilação dos conceitos e conhecimentos significativos, estabelecendo-se as inter-relações das diferentes representações do cálculo de integrais definidas.

A seguir é apresentada a Figura 2, que ilustra a representação algébrica, geométrica e gráfica da situação-problema em discussão.

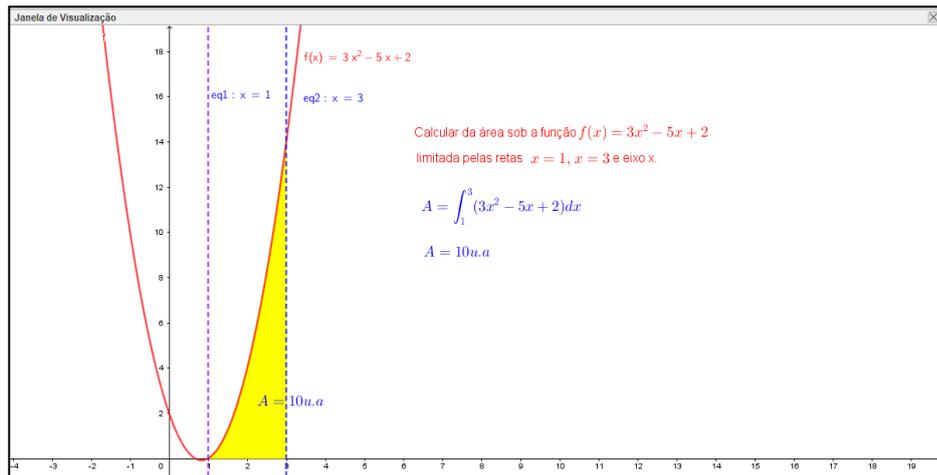


Figura 2 – Representação algébrica, geométrica e gráfica da primeira situação-problema
Fonte: Elaborada pelos autores com auxílio do GeoGebra (2022)

O uso pedagógico e cognitivo do *software* GeoGebra propiciou novas compreensões e recursividade relativas às representações algébricas, geométricas e gráficas da situação-problema, permitindo a visualização, simulação e animação de forma dinâmica e interativa, de modo a facilitar o processo de assimilação dos conceitos e construção de novos saberes e conhecimentos significativos (MELO *et al.*, 2020, ALMEIDA; VALENTE, 2011).

Na segunda situação-problema, foi explorada outra técnica de integração, denominada técnica de integração por substituição. Essa regra de integração consta, basicamente, em substituir a variável dada por uma variável auxiliar. Esse procedimento é possível quando a integral dada puder ser escrita na forma:

$$\int_a^b f(g(x)) \cdot g'(x) dx . \tag{1}$$

Escrevendo com uma nova variável (u), temos que $g(x) = u$ e $g'(x) dx = du$, em que du é a diferencial da variável u . Assim, se $g'(x)$ é contínua num intervalo fechado $[a, b]$, $g(x) = u$ é derivável e tem um intervalo, em que f é contínua como imagem. Então, a reescrita da integral apresentada fica dessa forma definida:

$$\int_{g(a)}^{g(b)} f(u) du . \tag{2}$$

A segunda situação-problema traz em seu enunciado “*Calcule a área dada pela função $f(x) = x^2 \sqrt{5 + 2x^3}$ limitada pelas retas $x = -1$, $x = 2$ e o eixo x* ”.

Uma possível solução adequada para a situação-problema – adotados os procedimentos de cálculo, como no caso anterior, a partir da definição do teorema

fundamental do cálculo e da técnica integração por substituição –, é ilustrada na Figura 3, abaixo.

$$\int_{-1}^2 (x^2 \sqrt{5+2x^3}) dx$$

Fazendo $u = 5 + 2x^3$, temos $du = 6x^2 dx$,
 logo $\frac{du}{6} = x^2 dx$.

Daí $\int_{-1}^2 (x^2 \sqrt{5+2x^3}) dx \Rightarrow \int \frac{1}{6} \sqrt{u} du = \frac{1}{6} \int u^{\frac{1}{2}} du =$
 $= \frac{1}{6} \left[\frac{u^{\frac{1}{2}+1}}{\frac{1}{2}+1} \right] = \frac{1}{6} \left[\frac{u^{\frac{3}{2}}}{\frac{3}{2}} \right] = \frac{1}{6} \cdot \frac{2}{3} u^{\frac{3}{2}} = \frac{1}{9} u \sqrt{u}$.

Voltando à variável inicial x , temos, portanto que:
 $\int_{-1}^2 (x^2 \sqrt{5+2x^3}) dx = \left[\frac{1}{9} (5+2x^3) \sqrt{5+2x^3} \right]_{-1}^2$
 $\cong \boxed{10,12 \text{ u. a.}}$

Figura 3 – Resolução da segunda situação-problema
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Esta resolução apresenta maior complexidade em relação à resolução da situação-problema anteriormente vista, por abordar, além dos conceitos preliminares do CDI, outra técnica de integração, no caso, integração por substituição. Assim como na resolução da primeira situação-problema, os alunos continuam com dificuldades em compreender o significado do que estão calculando.

Esse aspecto é observado pelo fato de haver a necessidade de desenvolvimento de uma prática pedagógica docente, uma transposição didática que mobilize e articule os conceitos teóricos e práticos, explorando as diferentes e/ou múltiplas representações algébricas, geométricas e gráficas do cálculo de integrais, que, geralmente, não são evidenciadas em sala de aula.

A seguir, é apresentada, na Figura 4, a representação algébrica, geométrica e gráfica da situação-problema em foco.

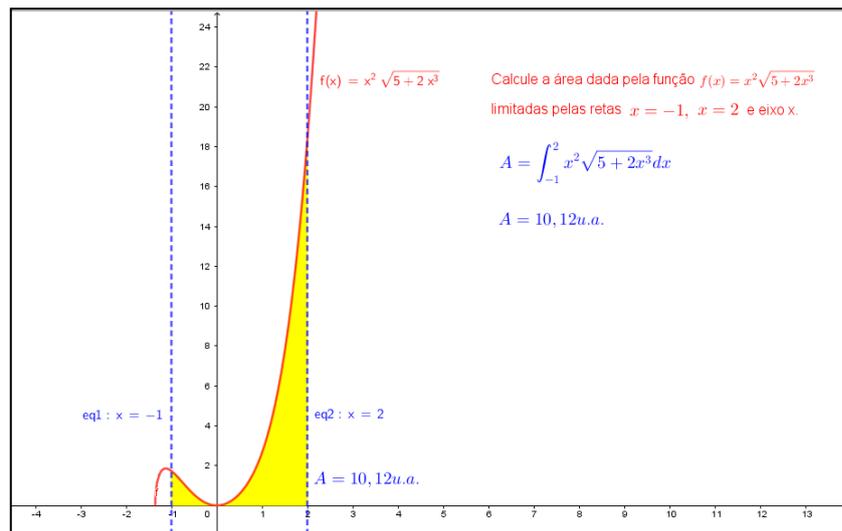


Figura 4 – Representação algébrica, geométrica e gráfica da segunda situação-problema
Fonte: Elaborada pelos autores com auxílio do GeoGebra (2022)

A partir da análise das representações algébricas, geométricas e gráficas da segunda situação-problema, construídas com o auxílio do *software* GeoGebra, que envolve o cálculo de integral, verificamos que foi possível explorar a compreensão dos conceitos, significados e contextos que são relevantes para o processo de ensino e aprendizagem.

Segundo Bortolossi (2016), o *software* GeoGebra propicia ao usuário a interação por meio de suas janelas de visualização, permitindo várias representações diferentes de uma mesma construção de função matemática ou objeto matemático, que se estruturam entre si – uma alternativa didática.

Nessa direção, o uso eficiente do *software* GeoGebra, integrado à prática pedagógica docente e ao currículo, possibilita novos horizontes teóricos, metodológicos e práticos relativos ao processo de ensino e aprendizagem do CDI, especialmente do cálculo de integrais, superando os desafios do ensino tradicional.

6 CONSIDERAÇÕES

O trabalho teve o objetivo de analisar as contribuições do uso pedagógico e cognitivo do *software* GeoGebra no processo de ensino e aprendizagem das técnicas de integração de funções matemáticas pautadas nos pressupostos da teoria ausubeliana e nas concepções de apropriação e uso das TDIC para auxiliar professores e alunos em sala de aula na construção de representações de funções matemáticas na disciplina de CDI.

O desenvolvimento do trabalho de investigação e pesquisa permitiu verificar indícios de que o ensino de CDI é muitas vezes desenvolvido de forma pronta e acabada por meio de

um modelo de ensino tradicional, memorístico, mnemônico, sem que haja uma compreensão profunda dos conceitos explorados e apresentando a ausência de reflexão relativa ao processo de ensino e aprendizagem desse componente curricular.

Além disso, a pesquisa apresentou evidências de que pouco é explorado o uso de *softwares* para auxiliar no desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem desses conteúdos, o que dificulta a assimilação e compreensão das diversas representações (algébrica, geométrica, gráfica) de técnicas de cálculo de integrais de funções matemáticas. Nesse contexto, o estudo aponta a necessidade de mais investimento na formação de professores com a finalidade de integração das TDIC ao currículo e à prática docente.

A prática com o uso do *software* GeoGebra permitiu verificar que a aprendizagem significativa dos conceitos relativos ao ensino e aprendizagem das técnicas de integração de funções matemáticas propicia o desenvolvimento de novos conhecimentos e habilidades bem como a maturação de novos saberes.

Por meio dessas representações construídas com o auxílio do *software* GeoGebra foi possível analisar e compreender os procedimentos e conceitos utilizados nas técnicas e cálculos de integrais possibilitando aos discentes maior interação e participação ativa favorecendo a aprendizagem significativa colaborativa.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. New York/USA: Ed. Holt, Rinehart and Winston, 1968.

ALMEIDA, M. E. B. de; VALENTE, J. A. **Tecnologias e currículo: trajetórias convergentes ou divergentes?** São Paulo: Paulus, 2011.

BARDIN, Laurence. *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

BORTOLOSSI, H. J. O uso do *software* gratuito GeoGebra no ensino e na aprendizagem de estatística e probabilidade. **Vidya**, v. 36, n. 2, p. 429-440, jul./dez., 2016.

FLORES, J. B., LIMA, V. M. do R., MÜLLER, T. J. O uso das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino de Cálculo Diferencial e Integral: reflexões a partir de uma metanálise. **Abakos**, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p. 21-35, maio, 2018. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/abakos/article/view/16238>. Acesso em 15 jul. 2022.

GIL, Antônio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas S.A., 2008.

LIMA, G. L. de. O ensino do cálculo no Brasil: breve retrospectiva e perspectivas atuais. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. **Anais...**, Curitiba,

SBEM, 2013. Disponível em:

<http://sbem.iuri0094.hospedagemdesites.ws/anais/XIENEM/pdf/960_96_ID.pdf>. Acesso em 15 abr. 2020.

MARCELE, T. M., TREVISAN, A. L., ELIAS, H. R. A utilização de TDIC em tarefas de avaliação: uma possibilidade para o ensino de cálculo diferencial e integral. In: Debates em Educação, 2018. **Anais...** Disponível

<<https://www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/5308>>. Acesso em 15 jul. 2022.

MELO, B. R. S. de *et al.* O uso pedagógico do *software Winplot* na formação de professores de cálculo. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 378-395, 2020. DOI: 10.26571/reamec.v8i3.10470. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/10470>. Acesso em 16 ago. 2022.

MENEZES, D. B. **O Ensino do Cálculo Diferencial e Integral na Perspectiva da Sequência Fedathi.: Caracterização do Comportamento de um Bom Professor.** Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará. Faculdade de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação. Fortaleza, 2018. 127f.

MORAES, R; GALIAZZI, M. C. *Análise textual discursiva*. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2016

OLIVEIRA, C. de; MOURA, S. P.; SOUSA, E. R. de. TICs na educação: a utilização das tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem do aluno. **Pedagogia em Ação**. Revista eletrônica do curso de pedagogia da PUC Minas. Minas Gerais, v. 7, n. 1, p. 75-94, 1^o dez. 2015. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/pedagogiacao/article/view/11019/8864>>. Acesso em 8 abr. 2022.

POLAK, Y. N. S. DINIZ, J. A. Conversando sobre pesquisa. In POLAK, Y. N. S.; DINIZ, J. A. & SANTANA, J. R. et. al. (Auts.). *Dialogando sobre Metodologia Científica*. Fortaleza: UFC, 2011

SANTANA, Bruna Maryelli da Silva *et al.* Ensino e aprendizagem de cálculo: a partir do uso de *softwares* matemáticos. **Anais III CONEDU...** Campina Grande: Realize Editora, 2016. Disponível em: <<https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/20933>>. Acesso em 15 jul. 2022

SILVANO, A. M. C. **O desenvolvimento de representações gráficas em *software* educativo para facilitar significativa e colaborativamente a construção do conceito de funções matemáticas.** Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação. Centro de Ciências. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2011. 141 f.

SILVANO, A. M. C. **Os saberes docentes e a aprendizagem significativa na formação inicial de professores com o uso das interfaces digitais interativas.** Tese (doutorado) – Centro de Educação. Programa de Pós-graduação em Educação. Universidade Estadual do Ceará (UECE). Fortaleza, 2019. 231f.

APÊNDICE 1

AGRADECIMENTOS

Não se aplica.

FINANCIAMENTO

Não houve financiamento.

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

Resumo/Abstract/Resumen: Antonio Marcos da Costa Silvano; José Galdino da Silva; José Wiron Barbosa Procópio; Francisco Franciano Gomes David.

Introdução: Antonio Marcos da Costa Silvano; José Galdino da Silva; José Wiron Barbosa Procópio; Francisco Franciano Gomes David.

Referencial teórico: Antonio Marcos da Costa Silvano; José Galdino da Silva; José Wiron Barbosa Procópio; Francisco Franciano Gomes David.

Análise de dados: Antonio Marcos da Costa Silvano; José Galdino da Silva; José Wiron Barbosa Procópio; Francisco Franciano Gomes David.

Discussão dos resultados: Antonio Marcos da Costa Silvano; José Galdino da Silva; José Wiron Barbosa Procópio; Francisco Franciano Gomes David.

Conclusão e considerações finais: Antonio Marcos da Costa Silvano; José Galdino da Silva; José Wiron Barbosa Procópio; Francisco Franciano Gomes David.

Referências: Antonio Marcos da Costa Silvano; José Galdino da Silva; José Wiron Barbosa Procópio; Francisco Franciano Gomes David.

Revisão do manuscrito: Antonio Marcos da Costa Silvano; José Galdino da Silva; José Wiron Barbosa Procópio; Francisco Franciano Gomes David.

Aprovação da versão final publicada: Antonio Marcos da Costa Silvano; José Galdino da Silva; José Wiron Barbosa Procópio; Francisco Franciano Gomes David.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmico, político e financeiro referente a este manuscrito.

DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA

Os autores declaram que disponibilizarão os dados utilizados nesta pesquisa às pessoas que lhes solicitar por meio de contato de e-mails citados neste artigo.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

COMO CITAR - ABNT

SILVANO, Antonio Marcos da Costa; SILVA, José Galdino da; PROCÓPIO, José Wiron Barbosa; DAVID, Francisco Franciano Gogmes. Uso do *software* GeoGebra no desenvolvimento do ensino e aprendizagem de cálculo de integrais. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Cuiabá, v. 10, n. 3, e22075, set./dez., 2022. <https://doi.org/10.26571/reamec.v10i3.14273>

COMO CITAR - APA

Silvano, A. M. C., Silva, J. G., Procópio, J. W. B., David, F. F. G. (2022). Uso do *software* GeoGebra no desenvolvimento do ensino e aprendizagem de cálculo de integrais. *REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*. 10(3), e22075. <https://doi.org/10.26571/reamec.v10i3.14273>

LICENÇA DE USO

Licenciado sob a Licença Creative Commons [Attribution-NonCommercial 4.0 International \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso,



permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.

DIREITOS AUTORAIS

Os direitos autorais são mantidos pelos autores, os quais concedem à Revista REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática - os direitos exclusivos de primeira publicação. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico. Os editores da Revista têm o direito de proceder a ajustes textuais e de adequação às normas da publicação.

PUBLISHER

Universidade Federal de Mato Grosso. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Publicação no [Portal de Periódicos UFMT](#). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da referida universidade.

EDITOR

Dailson Evangelista Costa  

HISTÓRICO

Submetido: 20 de agosto de 2022.

Aprovado: 08 de dezembro de 2022.

Publicado: 20 de dezembro de 2022.