

METODOLOGIAS ATIVAS E O ENSINO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I EM CURSOS DE ENGENHARIA – UMA REVISÃO DA LITERATURA

ACTIVE METHODOLOGIES AND THE TEACHING OF DIFFERENTIAL AND INTEGRAL CALCULUS I IN ENGINEERING COURSES – A LITERATURE REVIEW

Geovane Duarte Pinheiro¹, Clodis Boscaroli²

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v41p140-153.2022

RESUMO

Este artigo apresenta uma revisão sistemática da literatura acerca da utilização de metodologias ativas para o ensino de Cálculo Diferencial e Integral I em cursos de engenharia, nos quais, historicamente, essa disciplina é ofertada nas séries iniciais e apresenta muitas reprovações além da necessidade de ser refeita mais de uma vez para obtenção de aprovação. O levantamento foi realizado a partir de estudos publicados no período de 2009 a 2019, buscando responder às questões: quais metodologias de ensino e tecnologias têm sido aplicadas no ensino de Cálculo Diferencial e Integral I e abordando quais conteúdos, para os cursos de Engenharia? Quais métodos avaliativos foram aplicados e houve diferença no engajamento dos alunos quando utilizadas metodologias ativas alinhadas às tecnologias digitais? Quais as principais dificuldades encontradas nessas práticas (metodologias de ensino), na visão dos professores e dos alunos? Na condução dessa revisão, foram analisados 1182 trabalhos (entre teses, dissertações e artigos) de oito bases de dados diferentes (*Scopus, IEEE explorer, Web of Science, Scielo, Engineering Village, Capes, BDTD, Science Direct*). Os resultados trazem oito diferentes metodologias ativas utilizadas nos conteúdos referentes à disciplina de Cálculo, evidenciando uso de *softwares* como o *GeoGebra* para a realização de atividades, e apontam evidências sobre engajamento dos alunos e as principais dificuldades relatadas por professores e alunos. Ainda, o uso de recursos tecnológicos tem se mostrado facilitador do aprendizado dos alunos, bem como com a interação com outras disciplinas. Como conclusão, é possível afirmar que a utilização das metodologias ativas para o estudo do Cálculo Diferencial e Integral I, principalmente em cursos de Engenharia, necessita de um maior número de pesquisas e aplicações.

Palavras-chave: Ensino em Engenharia; Cálculo Diferencial e Integral; metodologias ativas.

ABSTRACT

This paper presents a systematic review of the literature on the use of active methodologies for teaching Differential and Integral Calculus I in engineering courses, in which, historically, this discipline is offered in the early grades and has many unapproved, who redo it more at once for approval. The survey was carried out based on studies published from 2009 to 2019, seeking to answer the questions: What teaching methodologies and technologies have been applied in the teaching of Differential and Integral Calculus I, and addressing what content for engineering courses? What evaluation methods were applied and was there a difference in student engagement when active methodologies aligned with digital technologies were used? What are the main difficulties found in these practices (teaching methodologies), in the view of teachers and students? From this review, 1182 papers were analyzed (among theses, dissertations and articles) from eight different databases (*Scopus, IEEE explorer, Web of Science, Scielo, Engineering Village, Capes, BDTD, Science*

¹ Mestrando, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, Cascavel/PR; dgeovane@gmail.com

² Professor Doutor, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, Cascavel/PR; clodis.boscaroli@unioeste.br

Direct). The results bring eight different active methodologies used in the contents related to the discipline of Calculus, showing the use of software such as GeoGebra to carry out activities, and point out evidence on student engagement and the main difficulties reported by teachers and students. Still, the use of technological resources has been shown to facilitate student learning, as well as interaction with other subjects. In conclusion, it is possible to state that the use of active methodologies for the study of Differential and Integral Calculus I, mainly in engineering courses, requires a greater number of researches and applications.

Keywords: Teaching in Engineering; Differential and integral calculus; active methodologies.

INTRODUÇÃO

Quando se trata dos cursos de Engenharia no Brasil, segundo Oliveira (2019), não há dados finais que apontem as motivações da alta evasão. Analisando a quantidade de engenheiros por habitante, ainda segundo Oliveira (2019), para cada 10 mil habitantes, o Brasil registra 4,8 engenheiros, enquanto países desenvolvidos, como Coréia do Sul, Finlândia e Áustria, contam com a proporção de mais de 20 engenheiros para cada 10 mil habitantes. Para esse autor, além desses dados, outros ficam evidenciados em relação à quantidade de vagas nos cursos de engenharia ofertadas e a sua ocupação (considerando instituições estaduais, federais e privadas) que indicam um padrão de ocupação de menos de 30% das vagas oferecidas. Isso se relaciona a problemas da formação inicial dos estudantes e à ausência de políticas adequadas de acolhimento ou nivelamento pelas instituições, bem como à organização curricular, que muitas vezes não aproxima os estudantes dos ambientes profissionais.

Outro fator é que os currículos acabam por fixar os estudantes em trajetórias predeterminadas, que não correspondem a uma dinâmica eficaz de aprendizado, o que não contribui para uma formação voltada às competências profissionais que precisam ser desenvolvidas. Assim, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) dos cursos de Engenharia no Brasil foram reformuladas e publicadas em abril de 2019, com o objetivo de propor uma organização institucional dos currículos e, assim, fazer com que as

instituições busquem metodologias ativas para manter o foco na formação de competências esperadas em futuros engenheiros.

Dentro das matrizes curriculares dos cursos de Engenharia, a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, doravante Cálculo é tida como um dos componentes básicos da formação, vista, de acordo com Santos (2009), como uma linguagem de comunicação entre as demais disciplinas do curso, o que pode ser um elemento gerador de grandes mudanças no Ensino de Engenharia.

Quando observada a forma de ensino, o cartesianismo do século XVII marcou a fundação da filosofia moderna e buscou unificar o saber estabelecendo bases de uma nova ciência e estruturando métodos que permitiriam conhecer a verdade mediante a utilização da linguagem matemática, cujos fundamentos haviam sido elaborados por Galileu. Esse modelo de conhecimento da ciência, baseando-se no positivismo e cartesianismo, não objetiva refletir sobre o significado da própria ciência. Nele, o sujeito assume uma posição passiva diante dos fatos e acontecimentos. Pensando no ensino de Cálculo nos cursos de Engenharia, percebe-se o prejuízo nos processos de ensino e aprendizagem, em muito, por conta desses pensamentos quando da introdução das graduações em Engenharia.

A partir de meados das décadas de 1970 e 1980, com a evolução das pesquisas em Neurociências, as metodologias de ensino são refletidas à luz de teorias cognitivas, em que os processos pelos quais os alunos compreendem são abordados de uma maneira que possam

produzir resultados satisfatórios em relação ao que se aprende, deixando métodos de memorização e repetição de lado, para se ocupar com soluções críticas para os problemas propostos. Começa assim o surgimento das metodologias ativas de ensino (OLIVEIRA, 2011).

Com isso, observando os desafios da adoção de metodologias ativas para o ensino de Cálculo para os cursos de Engenharia, esta pesquisa buscou identificar as formas de utilização dessas metodologias para o ensino de Cálculo, relacionando para quais conteúdos e como foi a participação dos alunos em sala, trazendo, assim, a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) descrita neste artigo.

Na sequência, são apresentados o planejamento e protocolo de busca, trazendo as informações de como foi realizada a RSL, e sua metodologia, apresentando os resultados, e, por fim, as conclusões.

PLANEJAMENTO E PROTOCOLO DE BUSCA

Uma RSL é uma metodologia de pesquisa que utiliza como fonte de dados a literatura sobre algum tema ou assunto de interesse. Na RSL é disponibilizado um resumo das principais evidências relacionadas a estudos específicos, mediante a utilização de métodos explícitos e sistematizados de busca, leitura crítica e síntese da informação selecionada. Sua importância se dá pela integração de um conjunto de estudos realizados separadamente sobre determinado tema ou assunto, os quais podem apresentar resultados conflitantes e/ou coincidentes, bem como, por meio de tal método, pode-se identificar temas que necessitam de novas evidências, auxiliando na investigação da pesquisa (SAMPAIO; MANCINI, 2007).

O primeiro passo ao iniciar a RSL foi pesquisar em plataformas de busca trabalhos semelhantes, que tratassem do mesmo tema proposto desta pesquisa.

Entre as principais atividades relacionadas ao planejamento de uma RSL estão as especificações das questões de interesse, das

strings de busca e da estratégia de procura. Para a RSL desta investigação, considera-se:

- 1) Quais metodologias de ensino e tecnologias têm sido aplicadas no ensino de Cálculo, abordando quais conteúdos, para os cursos de Engenharia?
- 2) Quais métodos avaliativos foram aplicados e houve diferença no engajamento dos alunos quando utilizadas metodologias ativas alinhadas às tecnologias digitais?
- 3) Quais as principais dificuldades encontradas nessas práticas (metodologias de ensino), na visão dos professores e dos alunos?

Para a definição das *strings* de busca, foram selecionados um conjunto de palavras-chave sobre metodologias ativas, Cálculo, cursos de Engenharia e tecnologias na educação, fazendo correspondência com as questões de investigação, e foram verificadas as palavras sinônimas e grafias alternativas para otimização. O conjunto de palavras-chave foi testado em diferentes bancos de dados e, a partir desses resultados, foram refinadas essas palavras, junto a operadores booleanos para conexão, ficando assim definida a *string* de busca:

Metodologia de ensino OR Método de ensino OR Metodologias ativas OR Ensino e aprendizagem OR Jogos digitais OR Software educacional OR Ferramentas de ensino-aprendizagem OR Gamificação OR Engenharia AND Cálculo Diferencial e Integral OR Cálculo Diferencial OR Cálculo Integral

A lista de fontes incluiu artigos, teses e dissertações disponíveis nas seguintes bibliotecas digitais: *Scopus*, *IEEE explorer*, *Web of Science*, *Scielo*, *Science direct*, *Engineering Village*, *Capes* e *BDTD*. Para os critérios de inclusão foram considerados os estudos que tratassem da disciplina de Cálculo em cursos de Engenharia, utilizando metodologias de ensino, especificamente metodologias ativas, no ensino do Cálculo, e os recursos utilizados em sala de aula.

Os critérios de exclusão abrangeram estudos que descreveram apenas metodologias

que não fossem utilizadas na disciplina de Cálculo, publicações não acessíveis gratuitamente na íntegra (ou indisponíveis), estudos que não tratassem do ensino superior, fora dos idiomas português e inglês e, também, fora do período estabelecido.

Para a busca, foram utilizados os seguintes procedimentos:

- 1) Pesquisar os estudos utilizando a *string* de busca para o período de 2009-2019;
- 2) excluir os estudos duplicados;
- 3) filtrar publicações por título, palavras-chave e resumo utilizando os critérios de inclusão e exclusão;
- 4) ler os estudos selecionados;
- 5) fazer extração dos dados;
- 6) sintetizar os resultados.

As buscas foram realizadas nas fontes durante o período de 01 a 05 de fevereiro de 2021, resultando em 1182 publicações. Em

primeiro lugar, os arquivos duplicados foram eliminados, e os critérios de inclusão e exclusão foram aplicados. Foram obtidas 94 publicações que foram lidas (resumo completo). A verificação da qualidade dos estudos primários foi realizada da seguinte forma: após a leitura dos artigos que passaram pelos critérios de inclusão/exclusão preestabelecidos, foram considerados quais estudos responderam ao menos uma das questões propostas pela RSL. Na sequência, foram excluídos estudos duplicados identificados após leitura completa das pesquisas. Dos 44 trabalhos inclusos após esse filtro e leitura na íntegra, finalmente chegou-se em 33 publicações selecionadas para compor o *corpus* de análise. A Tabela 1 detalha o processo de seleção, indicando a quantidade de trabalhos por biblioteca digital. A partir de então, foi realizado o fichamento e a extração de dados.

Tabela 1 – Estudos primários selecionados

Base de dados	Candidatos a estudos primários	Estudos primários identificados	Resultado após avaliação de qualidade
<i>Scopus</i>	147	7	7
<i>IEEE explorer</i>	11	3	0
<i>Web Of Science</i>	191	3	3
<i>Scielo</i>	1	0	0
<i>Engineering Village</i>	530	14	11
<i>Capes</i>	151	5	3
<i>BDTD</i>	141	12	9
<i>Science Direct</i>	10	0	0
Totais	1182	44	33

Fonte: elaborada pelos autores.

Para a condução da RSL, foi utilizado o *software Microsoft Excel*, em conjunto com gerenciadores de referências bibliográficas (*JabRef*, *Mendeley* e *Zotero*). O *Microsoft Excel* foi utilizado para criar as planilhas, com os critérios de inclusão e exclusão, e para quantificar os trabalhos; para importação dos dados de pesquisa de cada base consultada, foi utilizado o *JabRef* e *Zotero*, de forma a se obter os títulos e resumos das pesquisas. Com o *Mendeley*, foi possível obter os artigos completos no formato .PDF. O objetivo foi o de criar uma estratégia para extração dos dados

que facilitasse a análise dos resultados obtidos, que passa a ser relatada a seguir.

Extração e análise dos dados

Ao término das etapas anteriores, foi realizada a leitura completa das 33 publicações e, em seguida, feito um fichamento, extraindo de cada estudo as informações relevantes para responder às questões da RSL. Para cada questão, foi adotada uma estratégia para atingir os objetivos propostos: na Questão 1, foram listadas as metodologias de ensino de cada

pesquisa, juntamente com as tecnologias utilizadas e para quais conteúdos; na Questão 2, foram observados os métodos avaliativos e o engajamento dos alunos; para a Questão 3, as principais dificuldades. Ao listar cada pergunta, foram extraídos os dados, fazendo-se a síntese das informações para análise. O Quadro 1 apresenta as publicações selecionadas assim identificadas: A01, A02, ... para os artigos; D1, D2, ... para as dissertações; T01, T02, ... para as teses.

A partir da identificação, os trabalhos foram classificados, segundo as questões de pesquisa, e agrupados conforme cada questão.

Quadro1 – Publicações selecionadas

ID	Referência
A01	Silva-Garcia; Fernández-Samacá (2011)
A02	Kinnari-Korpela (2015)
A03	Bigotte et al. (2016)
A04	Mahayukti (2018)
A05	Tasman; Ahmad (2018)
A06	Abadi; Fiangga (2018)
A07	Wiryanto (2018)
A08	Mendezabal; Tindowen (2018)
A09	Martin-Vaquero et al. (2018)
A10	Flores et al. (2018)
A11	Zehra; Abbasi (2019)
A12	Pramuditya et al. (2019)
A13	Machromah et al. (2019)
A14	Rojas Suárez et al. (2019)
A15	Montoya; Prada (2019)
A16	Saraza <i>et al.</i> (2019)
A17	Aréchiga Maravillas et al. (2019)
A18	Zabala-Vargas et al. (2019)
A19	Rosas et al. (2019)
A20	Ting et al. (2019)
A21	Pereira et al. (2019)
D01	Garcia; Oliveira (2010)
D02	Costa (2013)
D03	Monção (2015)
D04	Carvalho (2016)
D05	Pires (2016)
D06	Cordeiro Rafael (2017)
D07	Arias. (2017)
T01	Santos. (2009)
T02	Escher (2011)
T03	Vieira (2013)

T04	Vogado (2014)
T05	Menoncini (2018)

Fonte: elaborado pelos autores.

Quando abordada a análise dos dados referente à Questão 1 “Quais metodologias de ensino e tecnologias têm sido aplicadas no ensino de Cálculo, abordando quais conteúdos, para os cursos de Engenharia?”, é possível identificar no Gráfico 1 que 72% das pesquisas não tratam de uma metodologia em específico, ficando os 28% restantes como referências a outras metodologias utilizadas para o ensino de Cálculo. Os autores que não definiam a metodologia utilizada em sala ficaram aqui na classificação para esta pesquisa como “Não especificada”. O objeto de estudo destes não era a metodologia em sala de aula e sim outros aspectos envolvidos no processo de ensino.

Ainda sobre tal questão, as pesquisas encontradas nesta RSL não utilizam o termo “metodologias ativas”, porém nos estudos A13, A15 e A17 são apresentadas metodologias classificadas como ativas, segundo Filatro e Cavalcanti (2018), que apontam três princípios essenciais das metodologias ativas: protagonismo do aluno, ação-reflexão e colaboração. Embora todos tragam a pesquisa abordando sobre o ensino de Cálculo, as metodologias empregadas diferem, mas apresentam uma preocupação em comum, que é a alta evasão e reprovação dos alunos.

No método tradicional de ensino, de acordo com Talbert (2019), a aula é usada principalmente para apresentar aos alunos um novo material pela primeira vez, frequentemente na forma de uma aula expositiva. O trabalho que foca na aplicação, resumo, avaliação e criatividade é realizado posteriormente pelos alunos, individualmente, sem a supervisão de um professor nessa fase. Isso foi tido como um método “mais eficiente”, em que o professor era o detentor de todo o conhecimento, e o aluno era tratado como um sujeito passivo, que apenas recebia informações e as reproduzia para obter aprovação em disciplinas, o que justifica a quantidade de trabalhos que não especificam ou abordam diretamente sobre a metodologia de sala de aula.

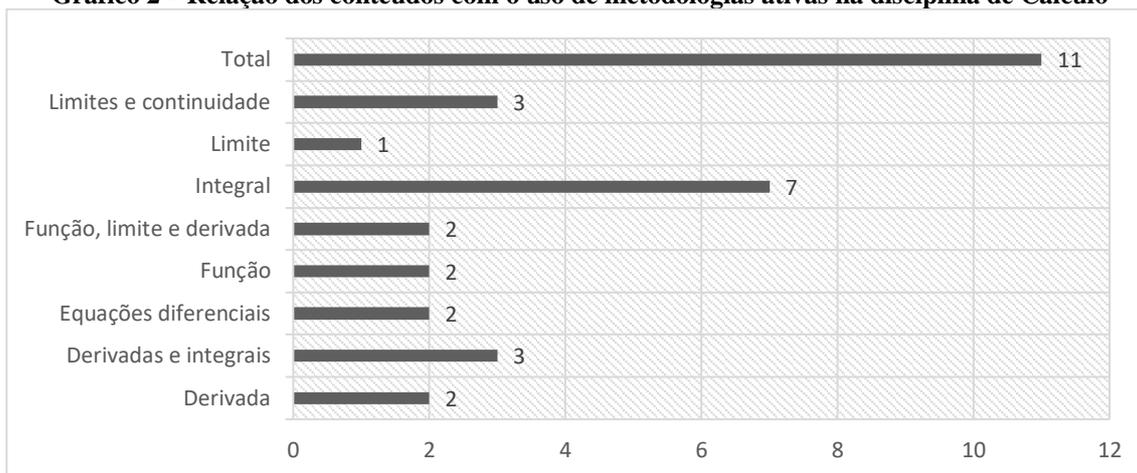
Gráfico 1 – Metodologias utilizadas para o ensino de Cálculo

Fonte: elaborado pelos autores.

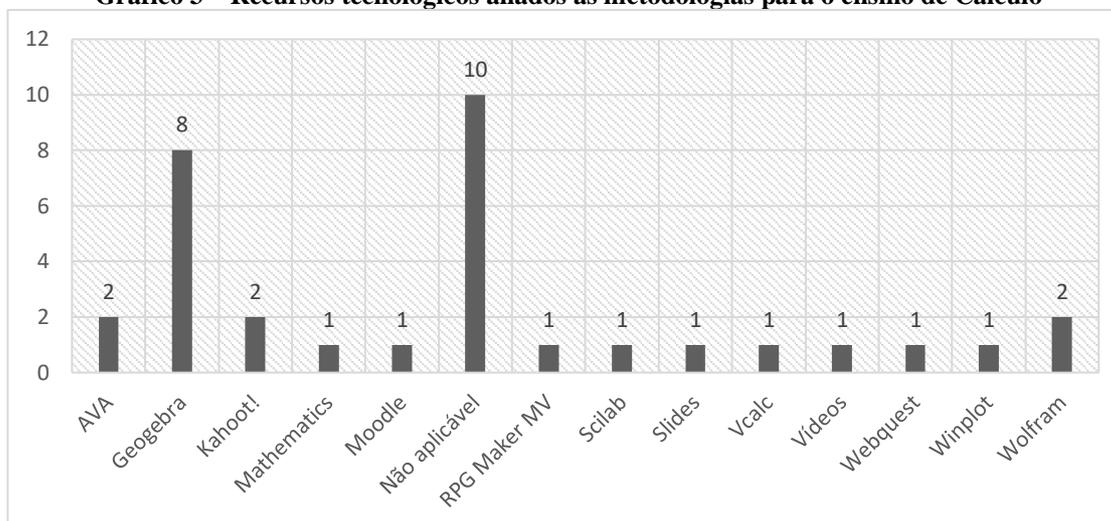
Os conteúdos de Cálculo abrangem, em grande parte dos currículos, conteúdos de funções, limites, continuidade, derivadas e integrais. Alguns estudos trazem a aplicação de metodologias e/ou utilização de recursos em apenas parte desses conteúdos (T02, T03, T06, D01, D09, A01, A03, A04, A05, A06, A07, A08, A09, A10, A11, A13, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21); os demais abordam todo o conteúdo. Ainda em relação aos conteúdos explorados na disciplina de Cálculo, no Gráfico 2, verifica-se que 33% dos estudos relacionam os conteúdos à adoção de metodologias ativas para todos os conteúdos abordados, e, em outros casos, são utilizadas dessas metodologias apenas para uma parte da disciplina. Destaca-se o ensino de Integrais, em que cerca de 21% relatam a utilização de metodologias ativas para esse conteúdo, alinhado com a utilização de *softwares*, como é o caso do *GeoGebra*. Em sua maioria, os estudos não reportam a utilização de alguma ferramenta em específico; porém, nota-se que o *GeoGebra* é um *software* que se destaca na utilização em sala de aula. Por ser um *software* livre e gratuito, sua utilização em sala de aula é facilitada. O *GeoGebra* potencializou a aprendizagem à medida que agilizou os cálculos, as construções gráficas, evitando trabalhos tediosos e, conseqüentemente, possibilitando maior tempo aos alunos para análises e interpretações (MENONCINI, 2018).

Ao se deparar com metodologias ativas e com a forma como elas são utilizadas para o ensino de Cálculo, é possível verificar que esse tipo de metodologia ainda não é muito utilizado para a disciplina, e que as ferramentas utilizadas para auxiliar professores que se destacam são os *softwares* que facilitam a interpretação de conceitos no dia a dia, conforme demonstrado no Gráfico 3. O destaque na utilização de *softwares* se apresentou para o uso do *GeoGebra*. Essa ferramenta gráfica – e gratuita – permite ao usuário uma dinâmica de atividades que combina conceitos de geometria e álgebra. Para Menoncini (2018), o *GeoGebra* potencializa a aprendizagem, conforme agiliza os cálculos e os gráficos, o que fornece ao aluno um maior tempo para suas análises.

Percebe-se, assim, que a utilização de tecnologias aliadas às metodologias de ensino se mostra cada vez mais necessária para um ambiente de aprendizagem de Cálculo. É necessário que professores enfrentem essa atualização tecnológica, pesquisando também processos metodológicos que utilizem desses recursos para adaptação ao um novo contexto de sala de aula.

Gráfico 2 – Relação dos conteúdos com o uso de metodologias ativas na disciplina de Cálculo

Fonte: elaborado pelos autores.

Gráfico 3 – Recursos tecnológicos aliados às metodologias para o ensino de Cálculo

Fonte: elaborado pelos autores.

Ao estabelecer uma análise entre os Gráficos 1, 2 e 3, é possível observar que no ensino de Cálculo para os cursos de Engenharia, quando são abordados recursos e metodologias, são utilizados praticamente para todo o conteúdo da disciplina. As ferramentas tecnológicas que apresentam uma maior demanda são as gráficas, que auxiliam no entendimento e aprofundamento dos conceitos vistos em sala de aula e que auxiliam os alunos na resolução de atividades fora de sala de aula. Percebe-se, assim, que ainda há uma lacuna a ser explorada, aliando o ensino de Cálculo com metodologias ativas e utilização de recursos tecnológicos para o auxílio de professores e alunos. Vale ainda destacar, em Kinnari-Koperla (2015), que os métodos que utilizam vídeos curtos, no contexto da Matemática, são

significativos e necessários para uma melhoria do engajamento dos alunos nas atividades fora de sala de aula – na experiência dos alunos pesquisados, o resultado foi como se o professor estivesse ensinando fisicamente o conteúdo. Com base nos *feedbacks* dos alunos, usar vídeos é um método adequado para apresentar conteúdos matemáticos.

Acerca da Questão 2, “Quais métodos avaliativos foram aplicados e houve diferença no engajamento dos alunos quando utilizadas metodologias ativas alinhadas às tecnologias digitais?”, em 75% dos estudos, conforme consta no Gráfico 4, os métodos de avaliação se referem a própria metodologia, ou seja, a metodologia utilizada em sala de aula já contemplava as formas de avaliar os alunos. Os métodos virtuais aqui descritos se referem a

questionários aplicados para os alunos para sua avaliação. Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), como *Moodle*, possuem ferramentas próprias de avaliação e, assim, permitem a aplicação de testes e tarefas em que os alunos interagem diretamente no ambiente virtual para resolução dos exercícios propostos. O modelo ARCS – Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação – aparece relatado em um estudo (A18).

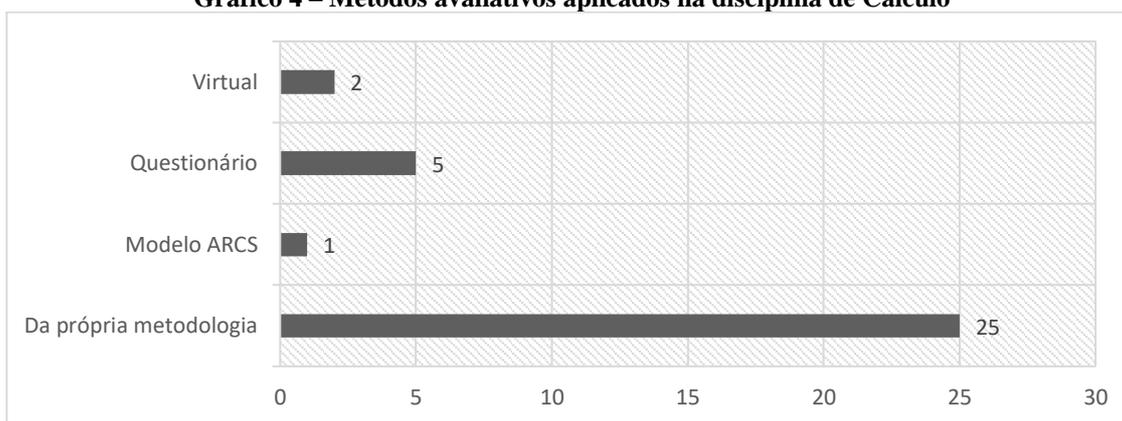
As avaliações adotadas por cada estudo abordam as estratégias específicas de cada metodologia utilizada. As estratégias podem ser modificadas pelo estudante com o intuito de aumentar a efetividade da aprendizagem em uma atividade ou ambiente específico. Isso significa dizer que não há estratégias melhores ou piores, mas sim estratégias mais ou menos adequadas ao tipo de atividade a ser aprendida (PIRES, 2016). Para que a avaliação da aprendizagem matemática seja significativa e contribua à aprendizagem do aluno, há que se optar por uma forma assentada na teoria dialético-crítica, de caráter formativo, contínuo e processual, ainda que essa opção exija dos profissionais envolvidos uma reanálise de suas concepções e práticas em educação, ensino e

aprendizagem, fundamentalmente em avaliação educacional (COSTA, 2013).

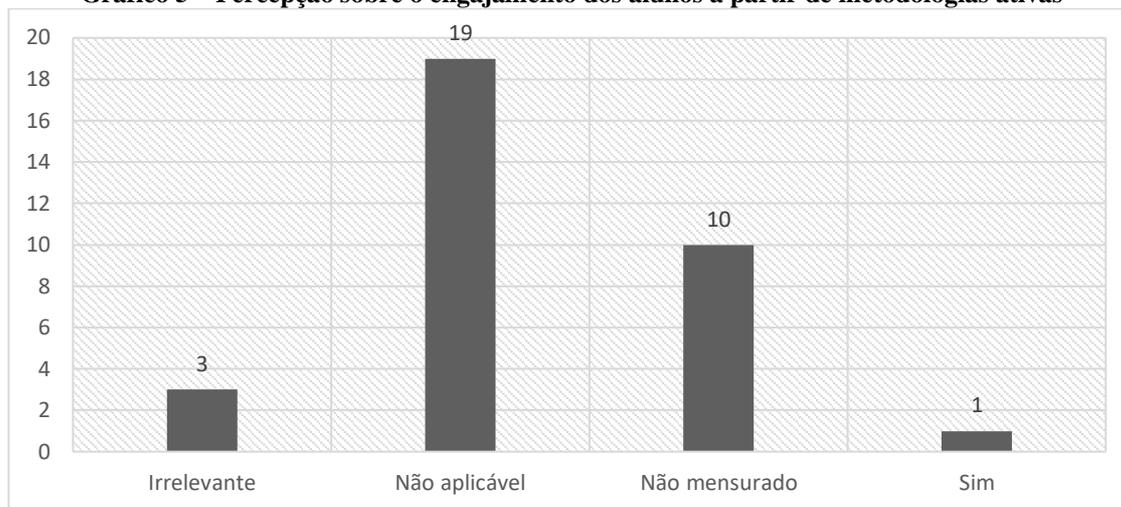
Ao tratar sobre o engajamento de alunos (Gráfico 5) quando aplicadas as metodologias ativas, entende-se por engajamento uma ligação estabelecida entre o aluno e a atividade a ser realizada, de forma que essas atividades contribuam para a participação ativa dos alunos dentro de um contexto escolar (KINNARI-KORPELA, 2015). Em 57% dos estudos não são relatadas informações sobre engajamento dos alunos, o que foi classificado como “Não aplicável”; “Não mensurado”; e “Irrelevante”. Esses estudos abordam aspectos que não tornaram possível investigar se as diferentes metodologias utilizadas tiveram impacto no engajamento dos alunos. Por fim, apenas um estudo aponta que houve interesse maior dos alunos.

Quando se menciona sobre engajamento dos alunos, são evitadas as comparações de relação de engajamento. Não é possível afirmar que as novas maneiras de representar os conceitos de Cálculo e a utilização de projetores em aula favorecem o entendimento do conceito em relação ao modo tradicional (ESCHER, 2011).

Gráfico 4 – Métodos avaliativos aplicados na disciplina de Cálculo



Fonte: elaborado pelos autores.

Gráfico 5 – Percepção sobre o engajamento dos alunos a partir de metodologias ativas

Fonte: elaborado pelos autores.

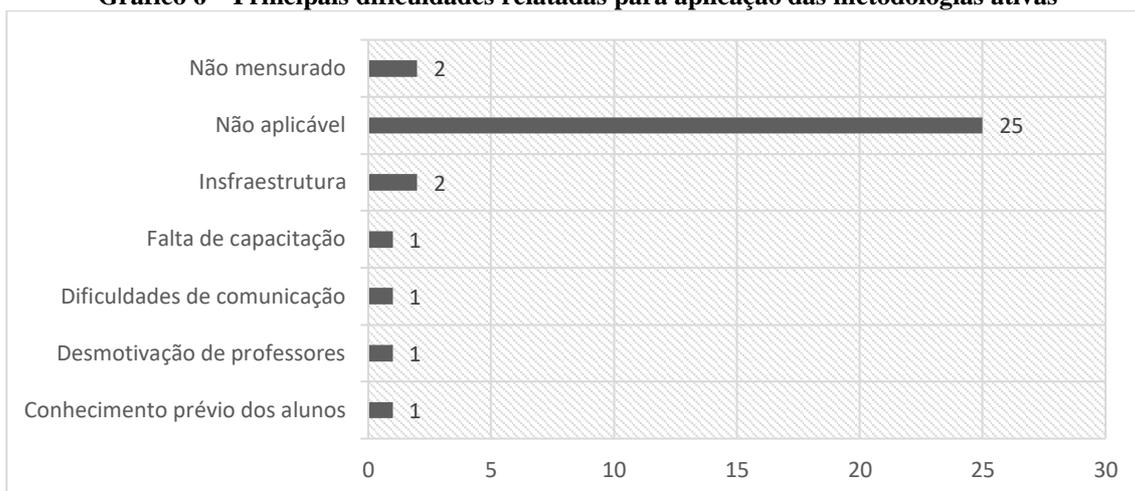
Os resultados da Questão 3, sobre quais as principais dificuldades encontradas nessas práticas (metodologias de ensino), na visão dos professores e dos alunos, podem ser visualizados no Gráfico 6, em que “Não mensurado” se refere à quantidade de trabalhos que não relatam qual o tipo de dificuldade encontrada e “Não aplicável” aos estudos que não relatam sobre dificuldades. Segundo Escher (2011), de acordo com o que foi constatado no depoimento dos professores, o computador tem sido utilizado e problemas nas instituições têm se resolvido. Instalações inadequadas, a falta de técnicos presentes na escola, inexistência de *softwares* especializados e outras críticas vão se esvaindo com o passar do tempo.

As interações em Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), conforme relata Oliveira (2010) em sua pesquisa, foram escassas, mas há indícios de participação crescente dos alunos, sinalizando a importância da intermediação do tutor e do professor. Dessa relação entre alunos, professor e tutor no ambiente virtual emerge uma forma de se comunicar matematicamente que não se restringe a cálculos e registros simbólicos,

superando adversidades de comunicação durante o processo.

Da pesquisa de Santos (2009), que aborda a articulação das disciplinas por intermédio do Cálculo, o resultado do trabalho apresenta, de todas as respostas dadas por alunos e professores, que houve uma clara diferença entre essas respostas, quando indagados sobre a motivação para o ensino de Cálculo utilizando a interdisciplinaridade. A postura dos professores foi menos motivadora às mudanças. Já os alunos, em sua maioria, mostraram-se motivados. Uma das conclusões é que, para trabalhar de forma diferente, é preciso aprender outras formas, de outras maneiras, abrindo-se para novas experiências. Por esse motivo, existe a necessidade de mudança na postura do professor, para que ele se torne mais flexível e aberto a mudanças.

Assim, a disciplina de Cálculo deve estar sempre sendo investigada e analisada para sugestões de mudanças. Os professores devem pesquisar processos metodológicos para conseguir se adaptar às novas situações e, assim, auxiliar alunos no entendimento dos conceitos da disciplina de Cálculo.

Gráfico 6 – Principais dificuldades relatadas para aplicação das metodologias ativas

Fonte: elaborado pelos autores.

De fato, as pesquisas ainda devem avançar muito em relação a metodologias de ensino aliadas a tecnologias. Conforme se observa em Vieira (2013), o que se entende por ensino tradicional era o método da memorização de estruturas para resolução de problemas. Hoje não é possível ensinar matemática se pautando apenas nessa característica. No entanto, as experiências metodológicas não devem ser ditadas por modismos, mas precisam estar ancoradas em estudos didático-pedagógicos que as justifiquem.

A metodologia tradicional ainda é importante, porém a educação não deve ficar atrás da evolução tecnológica pela qual passa a sociedade. Alinhar novas metodologias de ensino e, principalmente, metodologias ativas faz com que o aluno busque o conhecimento através de diversas fontes disponíveis e com que o professor ganhe o espaço como aquele em que irá direcionar para o que é correto.

Ao verificar todas as questões de pesquisa, as quais servem de suporte para a pergunta geral da pesquisa – De que forma as metodologias ativas e tecnologias contribuem para o ensino de Cálculo? –, é possível estabelecer que o caminho apresentado por esta RSL mostra que ainda é possível explorar metodologias ativas, alinhadas com uso de tecnologias e recursos digitais, para uma melhor integração entre alunos e professores, de forma que o aluno consiga entender o conteúdo e, então, desenvolva competências necessárias para o mercado de trabalho.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados desta RSL, é possível afirmar que a utilização das metodologias ativas, principalmente para os cursos de Engenharia, necessita de um maior número de pesquisas e aplicações no que se refere ao estudo do Cálculo. Ainda assim, as aplicações em diferentes conteúdos são mais produtivas e facilitadas quando utilizados os recursos tecnológicos. A interação com outras disciplinas também se mostrou como uma parte importante para o entendimento dos alunos.

REFERÊNCIAS

- ABADI, A.; FIANGGA, S. Using historical perspective in designing discovery learning on Integral for undergraduate students. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 296, n. 1, 2018.
- ARÉCHIGA MARAVILLAS, J. C.; DÍAZ, S. A.; SALAZAR-TORRES, J.; ANDRADE, D. A. S. Testing GeoGebra as an effective tool to improve the understanding of the concept of limit on engineering students. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1408, n. 1, 2019.
- ARIAS, R. **Ensino de conceitos de vibrações mecânicas utilizando a simulação computacional apoiada na plataforma Scilab/Matlab: uma aplicação no curso de**

engenharia mecânica. 2017. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Computação Aplicada, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2017.

BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. (Orgs.). **Ensino Híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

BARROS, R. M.; MELONI, L. G. P. O processo de ensino e aprendizagem de cálculo diferencial e integral por meio de metáforas e recursos multimídia. **Anais... XXXIV COBENGE**. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2006. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/13/artigos/1_263_374.pdf> Acesso em: 10 out. 2020.

BIGOTTE, M. E. et al. The influence of educational learning paths in academic success of mathematics in engineering undergraduate. **Proceedings... Frontiers in Education Conference, FIE**, v. 2016-Nov., 2016.

CARVALHO, H. A. **A análise dos erros dos alunos em Cálculo I como estratégia de ensino**. 2016. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

COSTA, P. K. A. **Avaliação da aprendizagem na Licenciatura em Matemática a Distância**. 2013. 197 f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2013.

ESCHER, M. A. **Dimensões teórico-metodológicas do cálculo diferencial e integral: perspectivas histórica e de ensino e aprendizagem**. 2011. 222 f. Tese (Doutorado) - Pós-Graduação em Educação Matemática, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011.

FILATRO, A.; CAVALCANTI, C. C. **Metodologias inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa**. São Paulo: Saraiva, 2018.

FLORES, J. B. et al. O uso das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino de

Cálculo Diferencial e Integral: reflexões a partir de uma metanálise. **Abakós**, v. 6, n. 2, p. 21-35, 2018.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

KINNARI-KORPELA, H. Using short video lectures to enhance mathematics learning - experiences on differential and integral calculus course for engineering students. **Informatics in Education**, v. 14, n. 1, p. 69-83, 2015.

LIMA, G. S. B. **Explorando noções elementares do Cálculo em sala de aula, a partir de suas aplicações sob uma perspectiva histórica**. 2017. 191 f. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

MACHROMAH, I. U.; PURNOMO, M. E. R.; SARI, C. K. Learning calculus with geogebra at college. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1180, n. 1, 2019.

MAHAYUKTI, G. A. The effectiveness of mathematics software aided learning tool with performance assessment on student independence and student learning outcomes. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1040, n. 1, 2018.

MARTIN-VAQUERO, J. et al. Basic mathematics assessment in engineering degrees: Case study. **IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON**, v. 2018-April, p. 1639-1644, 2018.

MENDEZABAL, M. J. N.; TINDOWEN, D. J. C. Improving students' attitude, conceptual understanding and procedural skills in differential Calculus through Microsoft Mathematics. **Journal of Technology and Science Education**, v. 8, n. 4, p. 385-397, 2018.

MENONCINI, L. **O jogo das operações semióticas na aprendizagem da integral definida no cálculo de área**. 2018. 228 f. Tese (Doutorado) - Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

- MONÇÃO, F. F. **Uma leitura dos erros cometidos por estudantes na resolução de questões do Cálculo Diferencial e Integral**. 2015. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação *Stricto Sensu* Mestrado Profissional em Matemática, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2015.
- MONTOYA, S. A.; PRADA, D. A. The importance of conceptualization in the use of Wolfram Mathematica 10 for a course in differential calculus. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1161, n. 1, 2019.
- MOTA, A. R.; WERNER DA ROSA, C. T. Ensaio sobre metodologias ativas: reflexões e propostas. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 25, n. 2, p. 261-276, 2018.
- MUNHOZ, A. S. **ABP: Aprendizagem Baseada em Problemas**: ferramenta de apoio ao docente no processo de ensino e aprendizagem. São Paulo: Cengage Learning, 2015.
- OLIVEIRA, G. G. N. **O uso do hipertexto na aprendizagem de cálculo em um ambiente virtual**. 2010. 207 f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.
- OLIVEIRA, V. F. **A engenharia e as novas DCNs**: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros. Rio de Janeiro: LTC, 2019.
- PEREIRA, Z.; PEREIRA, L. C.; CASERES, E. A. Efecto del foro virtual sobre el aprendizaje de Cálculo Diferencial. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**, v. 21, n. 30, p. 1-11, 2019.
- PIRES, L. F. R. **As Influências das Tecnologias da Informação e Comunicação nas Estratégias de Ensino e Aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral**. 2016. 241 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.
- PRAMUDITYA, S. A.; SULAIMAN, H.; WAHYUDIN. Development of instructional media game education on integral and differential calculus. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1280, n. 4, 2019.
- PONTE, J. P. Investigar a nossa própria prática. In: GTI (Org). **Reflectir e investigar sobre a prática profissional**. Lisboa: APM, 2002.
- RAFAEL, R. C. **Cálculo Diferencial e Integral: um estudo sobre estratégias para redução do percentual de não aprovação**. 2017. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Educação Matemática, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.
- ROJAS SUÁREZ, J. P.; VERGEL-ORTEGA, M.; PABÓN GÓMEZ, J. A. Understanding of derivative as an essential part of the study of differential calculus. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1329, n. 1, 2019.
- ROSAS, J. G.; MEDINA, R. B.; MORALES VARGAS, S. R. Impact of Inverted Classroom in a Mathematics II Course for Engineering: A study using directed videos by students in Tecnológico de Monterrey. **TALE 2019 - 2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Education**, 2019.
- SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, fev. 2007.
- SANTOS, J. V. L. **Formação básica em engenharia: a articulação das disciplinas pelo cálculo diferencial e integral**. 2009. 202 f. Tese (Doutorado) - Pós-Graduação em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.
- SARAZA, D. et al. Educational engineering as research methodology in learning the concepts of limit and continuity. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1329, n. 1, 2019.
- SILVA-GARCIA, V.; FERNÁNDEZ-SAMACÁ, L. An approach to improve reading skills from mathematics courses in an engineering curriculum. **Proceedings...** 2011 IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON 2011, p. 853-858, 2011.

SILVEIRA, T, S, J. et al. Avaliação da Ambiência Interna da URI Santiago através da Escala de LIKERT Modificada para fins de Planejamento Estratégico. **Anais... X Colóquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur**. Mar del Plata, Mar del Plata, Argentina, 2010.

TALBERT, R. **Guia prático da aprendizagem invertida no ensino superior**. Porto Alegre: Penso, 2019.

TASMAN, F.; AHMAD, D. Visualizing Volume to Help Students Understand the Disk Method on Calculus Integral Course. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 335, n. 1, 2018.

TING, F. S. T.; LAM, W. H.; SHROFF, R. H. Active learning via problem-based collaborative games in a large mathematics university course in Hong Kong. **Education Sciences**, v. 9, n. 3, p. 1-22, 2019.

TREVISAN, A. L.; MENDES, M. T. Ambientes de ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral organizados a partir de episódios de resolução de tarefas: uma proposta. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p.209-227, jan./abr., 2018.

VIEIRA, A. F. **Ensino de cálculo diferencial e integral: das técnicas ao humans-with-media**. 2013. 204 f. Tese (Doutorado) - Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

VOGADO, G. E. R. **O ensino e a aprendizagem das ideias preliminares envolvidas no conceito de integral, por meio da resolução de problemas**. 2014. 167 f. Tese (Doutorado) - Pós-Graduação em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.

WIRYANTO, L. H. Line integral on engineering mathematics. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 296, n. 1, p. 0-4, 2018.

ZABALA-VARGAS, S. A. et al. Motivation increase of mathematics students in Engineering-A proposal from Game Based Learning. **Proceedings... 2019 International Symposium on Engineering Accreditation and Education**, ICACIT 2019, 2019.

ZEHRA, A.; ABBASI, S. J. Misconceptions of Derivative and Integration Techniques among Engineering Students: A Case Study. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1320, n. 1, 2019.

DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES



Clodis Boscarioli – Bacharel em Informática e especialista em Ciência da Computação pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, especialista em Formulação e Gestão de Políticas Públicas pela Escola de Governo do Paraná em parceria com a Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste. Mestre em Informática pela Universidade Federal do Paraná, Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo. Professor Associado na Unioeste, *campus* de Cascavel, atua no Bacharelado em Ciência da Computação e como docente permanente nos Programas de Pós-graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática e em Ciência da Computação.



Geovane Duarte Pinheiro – Bacharel em Engenharia de Controle e Automação pelo Centro Universitário Assis Gurgacz - FAG. Especialista em Docência do Ensino Superior pelo Centro Universitário Assis Gurgacz - FAG e em Educação Híbrida, Metodologias Ativas e Gestão da Aprendizagem pelo Centro Universitário Uniamérica. Mestrando no Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática da Unioeste. Professor do Centro Universitário Assis Gurgacz - FAG.