

# IMPACTO DOS CURSOS INTRODUTÓRIOS DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL PARA ESTUDANTES DE ENGENHARIA

IMPACT OF INTRODUCTORY COURSES IN DIFFERENTIAL AND INTEGRAL CALCULUS FOR ENGINEERING STUDENTS

Miguel Leocádio de Sousa Neto<sup>1</sup>, Giovana Delmondes Andrade<sup>2</sup>, Antonio Evaldo Vieira de Góes Junior<sup>3</sup>, Wesley Brito Bezerra<sup>4</sup>, Marcos Antonio Tavares Lira<sup>5</sup>

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v41p412-421.2022

## RESUMO

As disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral (Cálculo) representam grande parte da dificuldade encontrada no início dos cursos de Engenharia. Essas disciplinas constituem uma base indispensável para o entendimento de muitos fenômenos físicos e de engenharia, fazendo-se necessárias para a construção de muitos conhecimentos inerentes à formação de engenheiros. Este artigo aborda parte das dificuldades encontradas em cursos de Cálculo e uma proposta de atividade de ensino para atenuar as taxas de evasão e retenção nessas disciplinas. Foram realizados dois pré-cursos de Cálculo para preparar os alunos para as disciplinas de Cálculo I e Cálculo III. Os pré-cursos são iniciativas do Programa de Educação Tutorial do curso de graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Piauí. Notou-se sucesso na escolha da utilização da metodologia *Problem-Based Learning* (PBL) e do *software* Geogebra nas aulas. Essa atividade contribui para a melhoria do curso de graduação e para a formação de professores na Engenharia.

**Palavras-chave:** Cálculo; Metodologia PBL; Geogebra; pré-cursos.

## ABSTRACT

The disciplines of Differential and Integral Calculus (Calculus) represent a large part from the difficulties at the beginning of Engineering courses. Those disciplines constitute an indispensable basis for understanding many physical and engineering phenomena, making themselves necessary to build knowledge inherent in the training of engineers. This paper approaches part of the difficulties found in Calculus courses and a proposal of teaching activity to reduce evasion and retention rates in those disciplines. Two Calculus pre-courses were held to prepare students for Calculus I and Calculus III disciplines. The pre courses are initiatives from the Tutorial Education Program of the Electrical Engineering undergraduate course at the Federal University of Piauí. Success was noted in the choice of using the Problem-Based Learning (PBL) methodology and the Geogebra software in classes. This activity contributes to the improvement of the undergraduate course and to the formation of teachers in Engineering.

**Keywords:** Calculus; PBL methodology; Geogebra; Pre-courses.

<sup>1</sup> Estudante do curso de graduação em Engenharia Elétrica da UFPI, Teresina, Piauí; miguel@ufpi.edu.br

<sup>2</sup> Estudante do curso de graduação em Engenharia Elétrica da UFPI, Teresina, Piauí; giovanadelmondes@gmail.com

<sup>3</sup> Estudante do curso de graduação em Engenharia Elétrica da UFPI, Teresina, Piauí; antonio.evaldo349@gmail.com

<sup>4</sup> Estudante do curso de graduação em Engenharia Elétrica da UFPI, Teresina, Piauí; wesley.brito.bez@gmail.com

<sup>5</sup> Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFPI). Docente do curso de Engenharia Elétrica (UFPI), Teresina, Piauí; marcoslira@ufpi.edu.br

## INTRODUÇÃO

As disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral fazem parte da base matemática exigida nas engenharias. O Cálculo de funções de uma variável real é o primeiro contato que os alunos desses cursos têm com uma matemática *diferente* da habitual (SILVA; JARDIM; CARIUS, 2016). Essas abordagens diferentes – muitas vezes acompanhadas de uma base deficiente de Matemática durante o Ensino Médio, da eventual imaturidade dos alunos, de suas necessidades de trabalhar e das várias novas atividades da vida universitária – fazem com que os níveis de reprovação em disciplinas de Cálculo sejam preocupantes (GOMES, 2007; REIS, 2012). A própria natureza dos conteúdos, que podem ser complexos até para alunos com boa base matemática e bom histórico de rendimento escolar, também contribui para essa situação (BARBOZA; MEZZANO, 2011).

Diversas pesquisas apontam que os cursos de Cálculo – em especial o Cálculo I – apresentam altos índices de evasão e retenção. Tais índices são explicados pela falta de entendimento dos conceitos elementares da Matemática, que acabam dificultando o desempenho dos alunos não só nas disciplinas de Cálculo, mas também em disciplinas de Física e profissionalizantes, características de cada Engenharia (MOLON; FIGUEIREDO, 2013). Rezende (2003) explica que o lugar matriz dessa situação é a omissão das ideias e problemas norteadores do Cálculo no ensino de Matemática.

Por conta dos elevados índices de retenção e evasão nos cursos de Engenharia da Universidade Federal do Piauí (UFPI), foi desenvolvido pelo Programa de Educação Tutorial (PET) do curso de Engenharia Elétrica da UFPI um programa de pré-cursos. Essa iniciativa consiste em oferecer aulas dos conteúdos de disciplinas com elevadas taxas de retenção ou evasão, entre elas Cálculo I e Cálculo III, objetos deste trabalho, antes do início do semestre letivo. Assim, o público atendido pelos pré-cursos inicia essas disciplinas com certa familiaridade com os

conteúdos e com uma base matemática fortalecida.

Essa iniciativa também vai ao encontro dos objetivos do PET enquanto programa, pois contribui para a formação de docentes. Muniz (2018) chama atenção para a importância de alimentar a graduação com engenheiros-professores: pessoas com a vontade e o propósito da devida competência pedagógica para a efetiva melhoria do ensino superior. O PET seleciona pessoas com bom rendimento nos cursos de graduação, mas é muito importante desenvolver as competências pedagógicas entre os estudantes que optam pela docência, uma vez que um bom engenheiro não necessariamente é um bom professor (BEHRENS, 2011).

Nesse contexto, este trabalho é um relato de experiência dos pré-cursos de Cálculo desenvolvidos: Cálculo de funções de uma variável e Cálculo de funções de várias variáveis reais, nomeados, respectivamente, como pré-cursos de Cálculo I e Cálculo III, devido à ementa das disciplinas de Cálculo do próprio curso de graduação em Engenharia Elétrica da UFPI. O projeto objetiva preparar os discentes para as disciplinas que estão por vir e mostrar àqueles os elementos fundamentais destas. Além disso, com o desenvolvimento dos pré-cursos, realiza-se o treinamento dos integrantes do grupo PET para a docência, com conteúdos com os quais os petianos já estão familiarizados.

Curi e Farias (2008) traçaram os perfis dos estudantes de engenharia nos cursos de Cálculo e abordaram as principais dificuldades encontradas pelos alunos. Entre elas, apontaram a resolução de determinados exercícios considerados mais difíceis e de provas quando o nível não acompanha o trabalhado em sala de aula. Ademais, 69,5% dos entrevistados disseram estudar resolvendo exercícios.

Visando a alcançar uma dinamização das aulas do pré-curso de Cálculo I, foram aplicados conceitos da metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (do inglês *Problem-based learning* – PBL). A metodologia consiste na apresentação de uma questão motriz: é abordado um problema instigador, envolvendo o aluno ao aproximá-lo das aplicações de determinadas ferramentas do

Cálculo. Tal método constitui uma aceitável estratégia de aprendizagem, pois incentiva que o aluno estude sozinho e traga para a aula apenas as dificuldades encontradas durante os estudos (GUIMARÃES, 2018).

Nasser (2009) trata dos fatores que dificultam o bom desenvolvimento das competências necessárias no Cálculo. A autora conclui que os alunos não chegam à universidade com a base matemática necessária e destaca a falta de experiência dos alunos em analisar e traçar gráficos como um forte obstáculo para seus progressos. As experiências com uso de computadores são motivadoras e estimulantes e, por esse motivo, adotou-se o Geogebra como ferramenta didática na metodologia utilizada no pré-curso de Cálculo III (funções de várias variáveis), possibilitando uma metodologia mais dinâmica (SILVA et al, 2015; NEHRING, 2007). O programa é adotado e apresenta bons resultados em várias pesquisas sobre Ensino de Matemática (GONÇALVES; REIS, 2013; REZENDE; PESCO; BORTOLOSSI, 2012).

## METODOLOGIA

As atividades tiveram carga horária de 20 horas, cumpridas em encontros de 2 horas (voltados para aulas expositivas) e exercícios feitos pelos alunos. Os pré-cursos foram desenvolvidos em salas de aula do bloco de Engenharia Elétrica do Centro de Tecnologia da UFPI. A divulgação foi feita via redes sociais e puderam se inscrever no projeto estudantes de todos os cursos que tivessem disciplinas de Cálculo, fossem da UFPI ou de outras Instituições de Ensino Superior. Os ministrantes recomendaram bibliografias e se fizeram presentes para ajudar o público atendido pelo projeto com eventuais dúvidas. Ao fim dos pré-cursos, aplicou-se questionários qualitativos para a avaliação das atividades.

### Pré-curso de Cálculo I

No pré-curso de Cálculo I, trabalhou-se na resolução de exercícios com participação dos alunos para a exposição da teoria e para a apresentação de estratégias para a solução de problemas mais complexos. Nessa perspectiva,

as aulas foram divididas em dois momentos: exposição do conteúdo e resolução de exercícios. A exposição do conteúdo foi voltada para a aplicação das técnicas do Cálculo apresentadas. Inicialmente, apresentava-se um problema motivador, conforme a metodologia PBL propõe, e os ministrantes o resolviam a partir das sugestões da turma. Conforme surgiam dificuldades, era introduzida uma nova ferramenta, ressaltando sua notação, quando e como utilizá-la. O propósito dessa didática foi evitar o confronto dos alunos recém-egressos do Ensino Médio com teorias e demonstrações matemáticas complexas, o que costuma confundir e dificultar o entendimento prático das ferramentas do Cálculo.

Era reservado cerca de 75% do tempo de aula (ou seja, em torno de uma hora e meia) para o segundo momento. Por encontro, resolvia-se de dez a quinze exercícios no quadro, de modo que fossem contemplados os métodos mais relevantes de solucionar determinados tipos de questões, bem como apresentar linhas de raciocínio para a resolução de questões consideradas de maior nível de dificuldade. Sempre era reservado um tempo para que os alunos tentassem resolver os exercícios sozinhos. Em seguida os ministrantes aplicavam as propostas dos alunos, juntamente com uma explicação mais didática para os demais.

Foi consultado o livro de Stewart (2013) para a maioria dos exercícios dados; a outra parte foi elaborada pelos ministrantes. Esses problemas foram escolhidos de modo que os alunos praticassem repetidamente os conteúdos trabalhados, adquirindo competências vistas em sala de aula ao mesmo tempo que, conforme a progressão das questões, os alunos se familiarizassem com exercícios mais desafiadores, estimulando o raciocínio lógico.

Além dos problemas propostos em cada aula, foi ministrada uma aula de revisão apenas com exercícios, na qual foram resolvidos problemas usando as novas competências. Esperava-se que, com essa abordagem, surgissem as dúvidas mais recorrentes em relação aos principais tópicos da ementa e aos métodos de resolução mais exigidos. Essas dúvidas normalmente dizem respeito a detalhes muito sutis referentes às resoluções de

problemas e que não são percebidos apenas em teoria.

A aula em questão incluiu revisão da ementa de Limites e Derivadas e foi ministrada antes do assunto de Integrais. Visto que os dois primeiros tópicos abrangem uma quantidade considerável de conteúdo, pretendia-se que os alunos tivessem mais uma oportunidade de trabalhá-los antes de partir para o último tópico. A ementa de Integrais, por si já extensa, foi propositalmente reduzida a fim de que os ministrantes tivessem mais tempo para aprofundar e revisar os conceitos mais básicos da disciplina.

### Pré-curso de Cálculo III

No pré-curso de Cálculo III, disponibilizou-se as notas de aula para que os alunos pudessem recorrer aos exercícios e conteúdos ministrados na mesma linguagem tratada em sala de aula. Durante as aulas, a utilização do Geogebra foi simples e dedicada à criação de gráficos. Dessa forma, pôde-se abordar com imagens elementos novos do Cálculo em várias variáveis: o espaço tridimensional, gráficos de funções, derivadas parciais, campos vetoriais entre outros. O programa foi utilizado, ainda, para delimitar volumes que seriam calculados com integrais duplas.

Em todos os encontros, foram desenvolvidos pelo menos sete exemplos no quadro com auxílio do Geogebra (usando o projetor para mostrar os gráficos) para que os alunos pudessem visualizar o que estavam de fato fazendo nas questões. Com esse método repetitivo, esperou-se fixar as ideias principais e fazer com que o público tivesse anotações que ajudassem no decorrer da própria disciplina posteriormente.

Durante as aulas, eram deixadas algumas questões para que os alunos respondessem em casa, que seriam retomadas e resolvidas no quadro no encontro seguinte. Assim, os alunos poderiam praticar sozinhos e sanar eventuais dúvidas. Além disso, alunos que faltaram a uma aula poderiam ver no encontro seguinte quais conteúdos foram abordados no momento faltado.

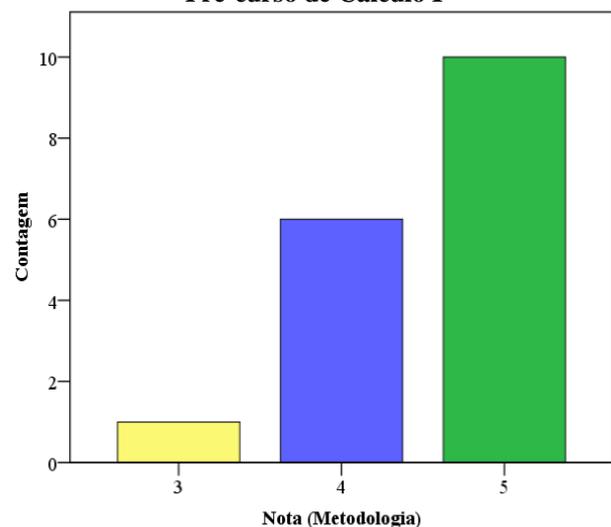
## RESULTADOS

### Pré-curso de Cálculo I

Matricularam-se 43 alunos no pré-curso de Cálculo I; 18 foram reprovados por falta e 25 concluíram o pré-curso, representando 58,14% de aprovados em relação ao total. Vale ressaltar que seis dos reprovados não compareceram a nenhuma aula; desconsiderando estes, a taxa de aprovação em relação a um total de 37 alunos foi de 67,57%. Contudo, é notável, ainda, uma considerável taxa de desistência, possivelmente decorrente de dificuldades encontradas durante as próprias aulas, assim como alguns dos estudantes que responderam o questionário de avaliação alegaram.

O questionário contou com 17 respostas e demonstrou ótimas avaliações, com algumas ressalvas a respeito da abordagem. Inicialmente, os estudantes avaliaram a metodologia de ensino utilizada, com notas de 1 a 5, em ordem crescente de satisfação. É possível ver os resultados na Figura 1 e a avaliação média foi de 4,53.

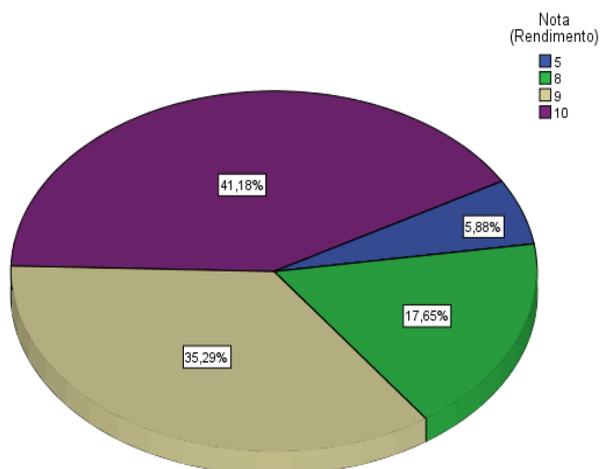
Figura 1 – Avaliação da metodologia aplicada no Pré-curso de Cálculo I



Fonte: elaborada pelos autores.

Os estudantes também avaliaram o próprio rendimento no curso, com notas de 0 a 10, de acordo com o nível de satisfação. Os resultados são apresentados na Figura 2, fornecendo uma média avaliativa de 9,0.

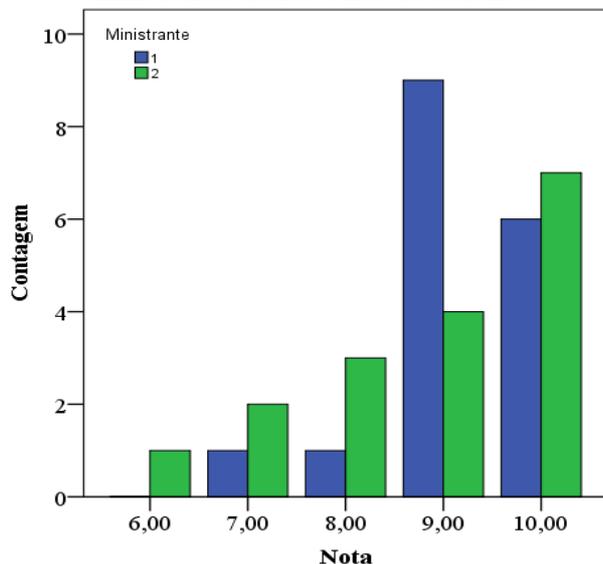
**Figura 2 – Avaliação do rendimento no Pré-curso de Cálculo I**



Fonte: elaborada pelos autores.

Foi pedido que avaliassem as performances de cada um dos dois ministrantes do pré-curso, com notas de 0 a 10. A Figura 3 mostra os resultados para cada ministrante, identificados por A e B, com avaliações médias de 9,18 e 8,82, respectivamente, constituindo uma média avaliativa geral de 9,0.

**Figura 3 – Avaliação das performances dos ministrantes do Pré-curso de Cálculo I**



Fonte: elaborada pelos autores.

Também foram pedidas as opiniões dos estudantes a respeito da quantidade de conteúdo ministrada e o tempo de curso entre: insuficiente, razoável e excessivo. Todos consideraram razoável a quantidade de

conteúdo ministrada; quanto ao tempo de curso, quinze alunos responderam “razoável” e dois responderam “insuficiente”. Adicionalmente, perguntou-se o que os alunos mudariam a respeito da metodologia, além de sugestões e comentários em relação ao pré-curso em geral. Entre as respostas, houve muitos elogios, como também houve críticas em relação à falta de aplicação de listas de exercícios e ao pouco tempo de curso para uma grande quantidade de conteúdo ministrado. A seguir estão algumas respostas dos alunos sobre o que eles mudariam na metodologia do curso:

*“Uma interação melhor com os alunos, fazendo mais perguntas diretas aos mesmos, fora isso, o curso é perfeito.”* (Resposta anônima de um dos alunos, 2020).

*“Menos conteúdo para ser mais detalhado, ou um maior tempo para que o conteúdo não fosse corrido demais.”* (Resposta anônima de um dos alunos, 2020).

Abaixo, destaca-se mais duas respostas referentes a sugestões e comentários:

*“Curti a sinergia entre os ministrantes, e também parece que ambos se dedicaram bastante para preparar e dar as aulas.”* (Resposta anônima de um dos alunos, 2020).

*“Em cursos futuros, poderia haver a aplicação de listas de exercícios com o intuito de maximizar a aprendizagem dos estudantes. Bem como maior duração do tempo de curso para que fossem trabalhados com mais eficácia cada um dos tópicos abordados.”* (Resposta anônima de um dos alunos, 2020).

Apesar das avaliações positivas, no geral, em relação à metodologia aplicada, às performances dos ministrantes e ao rendimento, é notável a dificuldade encontrada por parte dos alunos em acompanhar o conteúdo ministrado. Tendo em vista a carga horária fixa dos pré-cursos, aponta-se que não é viável estendê-la,

principalmente para evitar desistências durante as aulas. Todavia, duas sugestões são levadas em consideração para pré-cursos futuros de Cálculo I, visando a um melhor aproveitamento dos alunos: redução de parte da ementa ministrada, possibilitando um maior desenvolvimento dos assuntos dados e priorizando os conceitos base; e aplicação de listas de exercício para serem resolvidas pelos estudantes fora de sala de aula, a fim de maior fixação do conteúdo. Uma vez que parte da ementa da disciplina de Cálculo I já fora reduzida para adaptação ao pré-curso, a última opção é encorajada para prática futura.

### Pré-curso de Cálculo III

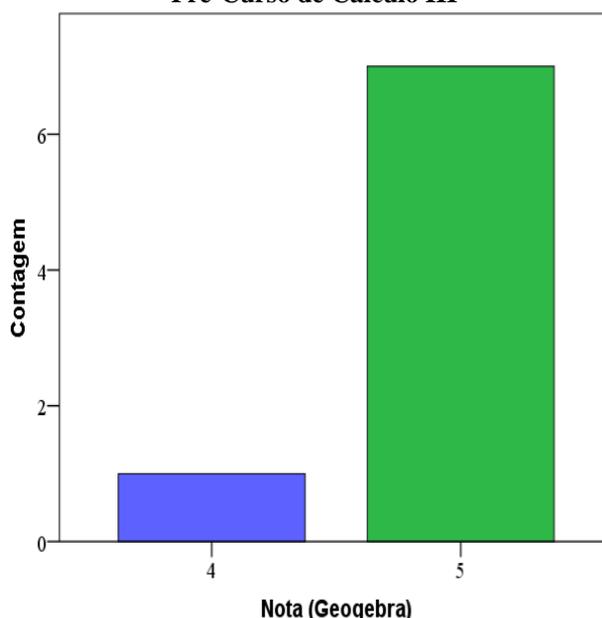
Dos 11 alunos matriculados no pré-curso de Cálculo III, um parou de frequentar as aulas e 10 concluíram o pré-curso. Das 20 horas dedicadas ao projeto, 12 foram cumpridas em sala de aula e as oito horas restantes foram reservadas para exercícios. Optou-se por essa divisão de tempo uma vez que o pré-curso acontecia em manhãs de dias úteis no período de férias. Apesar da relevância da atividade, considerou-se importante que a atividade fosse mais produtiva do que cansativa. Desse modo, embora pudesse ser ministrado mais conteúdo, o público atendido pode fixar melhor o conteúdo ministrado e tem menor tendência a desistir do pré-curso. Essa abordagem não prejudica o objetivo do projeto uma vez que os estudantes terão acesso a todo o conteúdo em maiores detalhes nas disciplinas oferecidas pela Universidade em aulas ministradas por profissionais muito mais experientes do que os estudantes de graduação, que compõem o PET.

Encontrou-se uma oportunidade de metodologia ativa para abordar o Teorema de Fubini. Uma conclusão desse teorema é que, desde que uma função seja contínua numa região retangular, essa função pode ser integrada em suas variáveis em qualquer ordem e o resultado dessa integral múltipla será o mesmo (THOMAS, 2012). Foram chamados dois alunos para o quadro para resolver a mesma integral dupla em ordens de integração diferentes, explicando aos demais como estavam fazendo suas contas. Os alunos

chegaram a resultados diferentes, sendo apenas um deles adequado. Orientou-se, então, que o resto da turma identificasse o erro. Em aproximadamente dois minutos, os alunos identificaram e corrigiram o erro, chegando a um resultado também adequado. Essa atividade fez com que todos os alunos participassem do processo, interagindo para encontrar a resolução adequada para o exercício.

Oito alunos responderam ao questionário avaliativo proposto, afirmando máxima satisfação com a metodologia aplicada, a performance do ministrante e o tempo de curso. Os alunos responderam sobre o quanto acreditam que foi útil recorrer ao Geogebra durante o pré-curso, avaliando com notas de 1 a 5, em ordem crescente de satisfação. A Figura 4 traz os agradáveis resultados dessa avaliação: todos os alunos aprovaram a utilização do programa e a avaliação média foi de 4,88.

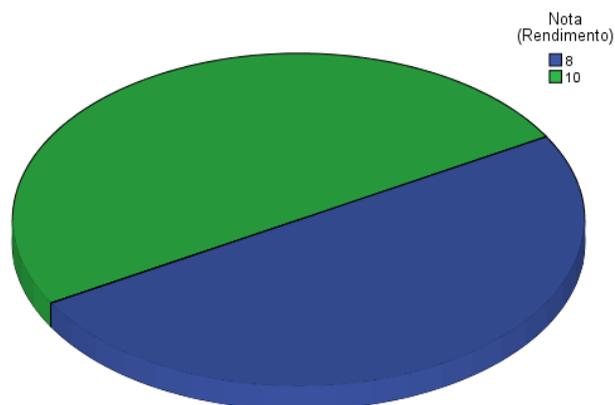
Figura 4 – Avaliação da metodologia aplicada no Pré-Curso de Cálculo III



Fonte: elaborada pelos autores.

Pedi-se também que os estudantes avaliassem o próprio rendimento na atividade com notas de 0 a 10. A Figura 5 apresenta as respostas, que implicam alto rendimento do pré-curso, uma vez que os alunos atendidos pelo pré-curso acreditam ter tido um rendimento de 90%, em média.

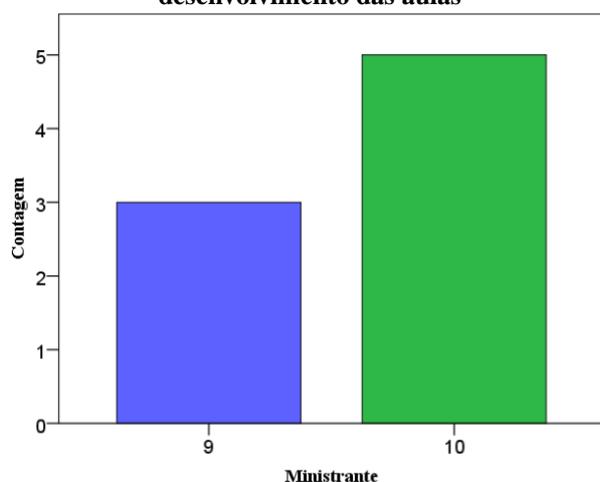
**Figura 5 – Avaliação do rendimento do Pré-Curso de Cálculo III**



Fonte: elaborada pelos autores.

Foi pedido ao público atendido uma avaliação a respeito da performance do ministrante, como uma forma quantitativa de se receber um retorno sobre a qualidade das aulas ministradas. A nota média dada ao ministrante foi de 9,63, e a Figura 6 é composta pelos resultados dessa avaliação.

**Figura 6 – Notas dadas ao ministrante pelo desenvolvimento das aulas**



Fonte: elaborada pelos autores.

Em campos do formulário reservados para críticas e sugestões, houve poucas respostas. A maioria delas foram elogios sobre a didática nas aulas e nenhuma resposta avaliava negativamente o curso. Duas respostas com mais conteúdo são destacadas a seguir.

*“Gostei muito da ideia de colocar uma questão para responder na aula seguinte, fixa bem mais o conteúdo que foi apresentado, fazendo esse breve retorno*

*à aula anterior. Uma ótima didática do ministrante!”* (Resposta anônima de um dos alunos, 2020).

*“Estava perfeito. Principalmente ao retornar para assuntos que já sabíamos previamente e o cuidado de estar lembrando eles.”* (Resposta anônima de um dos alunos, 2020).

## CONCLUSÕES

Nota-se, pelas avaliações, que é pouco provável que a performance dos ministrantes tenha sido um fator determinante para as desistências ocorridas. Seis inscritos não compareceram sequer a uma aula do pré-curso de Cálculo I, o que possivelmente se deve ao fato de os cursos terem sido gratuitos, e é comum haver inscritos que não comparecem nessas atividades. Isso aponta para a necessidade de filtrar melhor os inscritos, de modo que pessoas realmente interessadas na atividade tenham acesso às vagas. Pôde-se notar a ocorrência de alunos nos pré-cursos que reprovaram as respectivas disciplinas no semestre letivo. Por esse motivo, percebe-se também que o projeto serve como um reforço para diminuição de indicadores de retenção.

A oportunidade encontrada para exercícios com o Teorema de Fubini se mostrou uma boa prática para aulas de Cálculo, em pré-cursos ou na própria disciplina, por despertar engajamento. Aplicar novamente essa atividade para quantidades maiores de exercícios e alunos, e mesmo com outros conteúdos, é uma boa prática para manter os alunos focados numa atividade dessa natureza.

Percebeu-se que as metodologias aplicadas foram bem-sucedidas, e que uma atividade dessa natureza tende a ser mais proveitosa quando há um esforço da coordenação do projeto para que este não seja desgastante para os alunos. Contudo, ainda houve alunos do pré-curso de Cálculo I propondo como mudança na metodologia o aumento da carga horária e a aplicação de lista de exercícios. Deve-se, então, buscar meios de conciliar tais sugestões com o maior dinamismo das aulas, o que agradou à maioria dos alunos.

Uma novidade muito impactante do Cálculo em várias variáveis é a existência de

gráficos tridimensionais que não são simplesmente superfícies de revolução. O Geogebra se mostrou bastante adequado nesse aspecto, apesar de ter sido superficialmente aplicado, considerando o potencial pedagógico desse *software*. Do mesmo modo, a apresentação e desenvolvimento de um conteúdo a partir de problemas motivadores, conforme proposto pelo método PBL, mostrou-se eficiente para aulas introdutórias. Isso abre a possibilidade de maior exploração dessa metodologia nos cursos de Cálculo.

## REFERÊNCIAS

- BARBOZA, P. V.; MEZZANO, F. Motivos de evasão no curso de Engenharia Elétrica: realidade e perspectiva. **Anais... XXXIX COBENGE: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA**, Blumenau, 2011.
- BEHRENS, M. A. **Docência universitária: formação ou improvisação?** Educação, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 441-454, set./dez. 2011.
- CURI, R. C.; FARIAS, R. Mota de Souza. **Métodos de estudo e sua influência no desempenho dos alunos em disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral**. In: XXXVI COBENGE: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. 2008.
- GOMES, E. Ensino e aprendizagem do cálculo na engenharia: um mapeamento das publicações nos COBENGEs. **Anais... XXXV COBENGE: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA**. 10 a 13 de setembro, Curitiba, 2007.
- GONÇALVES, D. C.; REIS, F. S. **Atividades Investigativas de Aplicações das Derivadas Usando Geogebra**. *Bolema*, v. 27, n. 46. p. 417-432, 2013.
- GUIMARÃES, G. Aprendendo Cálculo Diferencial e Integral em Engenharia Civil: Uma proposta interdisciplinar entre teoria e prática. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 37, n. 1, p. 66-75, 2018.
- MELLO, M.; MELLO, J. **Reflexões Sobre o Ensino de Cálculo**. XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (2007 COBENGE), pp. 3A09– 1-3A09 - 4, set. 2007.
- MOLON, J.; FIGUEIREDO E. S. Cálculo no ensino médio: uma abordagem possível e necessária com auxílio do software Geogebra. **Ciência & Natura**, Santa Maria, v. 37, ed. especial PROFMAT, p. 156, 2013.
- MUNIZ, S.S. O Engenheiro-Professor e a Metamorfose: A necessidade da Formação Didático-Pedagógica. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 37, n.3, p. 95-101, 2018.
- NASSER, L. **Uma pesquisa sobre o desempenho de alunos de cálculo no traçado de gráficos**. In: FROTA, M. C. R.; NASSER, L. (orgs.). Educação Matemática no Ensino Superior: pesquisas e debates. Recife: SBEM, p. 43-58, 2009.
- NEHRING, C. M.; PIVA, C.; KINALSKI, N. Uma análise das produções nos COBENGEs – debate na área de Matemática. **Anais... XXXV COBENGE: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA**. Curitiba, 10 a 13 de setembro de 2007.
- REZENDE, W. M. **O Ensino de Cálculo: Dificuldades de Natureza Epistemológica**. Tese de Doutorado. São Paulo: FE-USP, 2003.
- REZENDE, W. M.; PESCO, D. U.; BORTOLOSSI, H. J. Explorando Aspectos Dinâmicos no ensino de funções reais com recursos do Geogebra. **Revista do Instituto Geogebra Internacional de São Paulo**. v. 1, n. 1, p. 74-89, 2012.
- REIS, V. W.; CUNHA, P. J. M.; SPRITZER, I. M. P. A. **Evasão no ensino superior de Engenharia no Brasil: um estudo de caso no CEFET/RJ**. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriore/s/2012/artigos/103734.pdf>>. Acesso em: 4 dez 2016.
- SILVA, J. M. et al. **Mathematical modelling and the differential and integral calculus teaching challenges**. ICTMA Conference. Nottingham, 2015.

SILVA, J. M.; JARDIM, D. F.; CARIUS, A. C. O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE CÁLCULO USANDO MODELOS MATEMÁTICOS E FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 35, n. 2, p. 70-80, 2016.

STEWART, J. **Cálculo**. Tradução de EZ2Translate; **Revisão Técnica de Eduardo Garibaldi**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

THOMAS, G. B. **Cálculo**. 12 ed. vol. 2. Tradução de Carlos Scalici; Revisão Técnica de Claudio Hirofume Asano. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.

---

## DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES



**Miguel Leocádio de Sousa Neto** – Estudante de graduação em Engenharia Elétrica na Universidade Federal do Piauí (UFPI), campus Ministro Petrônio Portella, desde fevereiro de 2018. Bolsista do PET Engenharia Elétrica da UFPI. Tem experiência em ensino de Cálculo Diferencial e Integral e Equações Diferenciais em minicursos de eventos, escrita científica com o *software* LaTeX, ensino de Física com o *software* Tracker, monitoria de Física no Instituto Federal do Piauí (IFPI), monitoria de Laboratório de Circuitos Digitais e projetos de extensão, nos quais ministrou cursos de Matemática para Ensino Médio e de Cálculo Diferencial e Integral.



**Giovana Delmondes Andrade** – Estudante de graduação em Engenharia Elétrica na Universidade Federal do Piauí (UFPI), campus Ministro Petrônio Portella, desde agosto de 2018. Bolsista do PET de Engenharia Elétrica da UFPI. Membro da Liga Acadêmica de Energia Solar Fotovoltaica da UFPI, como Diretora de Pesquisa. Interesse na área de Inovações Tecnológicas para Sustentabilidade Ambiental. Tem experiência de ensino nos minicursos de Cálculo Diferencial e Integral e Circuitos Digitais, bem como em monitoria em Laboratório de Circuitos Digitais.



**Antonio Evaldo Vieira de Góes Junior** – Estudante de graduação em Engenharia Elétrica na Universidade Federal do Piauí (UFPI), campus Ministro Petrônio Portella, desde agosto de 2018. Bolsista do PET Engenharia Elétrica da UFPI. Tem experiência em ensino de Engenharia enquanto monitor de Laboratório de Circuitos Digitais e em minicursos ministrados de Cálculo Diferencial e Integral.



**Wesley Brito Bezerra** – Estudante de graduação em Engenharia Elétrica na Universidade Federal do Piauí (UFPI), campus Ministro Petrônio Portella, desde fevereiro de 2018. Bolsista do PET Engenharia Elétrica da UFPI. Tem experiência em ensino de Engenharia enquanto monitor de Laboratório de Circuitos Digitais e Desenho Técnico.



**Marcos Antonio Tavares Lira** – Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Piauí. Graduado em Engenharia Elétrica e em Física. Professor do curso de Engenharia Elétrica e dos cursos de Mestrado em Engenharia Elétrica (UFPI), Mestrado em Ensino de Física (UFPI) e Colaborador no Mestrado em Climatologia (UECE). Foi o primeiro coordenador eleito do curso de Engenharia (2011-2013). Assumiu interinamente a Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação (2017), a Coordenação de Pesquisa (2016 e 2017) e a Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (2018, 2019 e 2020). Coordenador de Extensão da PREXC (2017-2020). Tutor do PET do Curso de Engenharia Elétrica. Orientador da Empresa Júnior Riseup e da Liga Acadêmica de Energia Solar. Subcoordenador do Grupo de Pesquisa em Energia Solar. Membro do Comitê Técnico Científico do Centro de Estratégias em Recursos Naturais e Energia. Membro da Câmara Técnica de Energias Renováveis do Piauí. Membro da Câmara Especializada de Engenharia Elétrica do CREA/PI. Integrante da equipe que levou a UFPI a ganhar, em 2015, o Prêmio Desafio da Sustentabilidade. Coordenador do Projeto Energia Solar para o Bombeamento de água no semiárido, agraciado com o Prêmio concedido pelo PNUD/ONU (2019).