

Situação: O preprint não foi submetido para publicação

O LIVRO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I

Lino Marcos da Silva, Andressa da Silva Lino, Paulo José Pereira, Geida Maria Cavalcanti de Sousa

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.2582>

Submetido em: 2021-07-02

Postado em: 2021-07-05 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

O LIVRO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I: A VISÃO DOS ALUNOS DE CURSOS DE ENGENHARIA

LINO MARCOS DA SILVA¹

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5240-7388>

ANDRESSA DA SILVA LINO²

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9135-6069>

PAULO JOSÉ PEREIRA³

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4436-8304>

GEIDA MARIA CAVALCANTI DE SOUSA⁴

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9466-7559>

RESUMO: Entre os instrumentos utilizados no processo de ensino e aprendizagem, o livro didático se destaca. Especificamente, na disciplina Cálculo Diferencial e Integral, essa ferramenta tem grande relevância por exercer um papel de interlocução entre o conteúdo da disciplina e o aluno. Contudo, sabe-se que a escolha dos livros didáticos é, em geral, realizada sob a ótica do professor. Assim, é possível que elementos valorizados pelos discentes e que contribuem com sua aprendizagem não estejam sendo considerados nos livros de cálculo adotados nos cursos de engenharia, deixando assim de cumprir o seu papel. Neste trabalho, investigaram-se as relações estabelecidas entre os discentes e o livro didático de Cálculo adotado nos cursos de engenharia de uma universidade federal utilizando-se de uma pesquisa de campo, de cunho qualitativo, cuja investigação analisou um fato social, o uso do livro didático de Cálculo adotado nos cursos de engenharia, com vistas a elaborar um panorama do livro na visão dos alunos. Para isso, foram aplicados questionários e realizada a análise dos programas de disciplinas. Os principais resultados obtidos indicaram que o livro didático e a clareza da linguagem utilizada pelos autores são elementos muito relevantes para o aprendizado da disciplina. No entanto, no que dizem respeito às contribuições dos elementos estruturais do livro, os discentes apontaram os exemplos e os exercícios resolvidos, com questões de calcular e de aplicação dos conteúdos, como os mais significativos. Espera-se que os resultados alcançados possam auxiliar os docentes na escolha e na elaboração de ferramentas didáticas eficientes.

Palavras-chave: Ensino de Matemática, Cálculo Diferencial e Integral, Livro Didático.

THE DIFFERENTIAL AND INTEGRAL CALCULATION BOOK I: THE VISION OF ENGINEERING STUDENTS

ABSTRACT: Among the instruments used in the teaching and learning process, the textbook stands out. Specifically, in the subject of Differential and Integral Calculus, this tool has great relevance for playing a role of dialogue between the content of the subject and the student. However, it is known that the choice of textbooks is, in general, made only from the point of view of the instructor of the subject. Thus, it is possible that elements valued by students and that contribute to their learning are not being considered in the calculus textbooks adopted in several engineering courses. In this work, the relations established between students and the Calculus textbook adopted in engineering courses at a federal university were investigated using a qualitative

1 Universidade Federal do Vale do São Francisco, Univasf. Juazeiro, BA, Brasil. <lino.silva@univasf.edu.br>

2 Universidade Federal do Vale do São Francisco, Univasf. Juazeiro, BA, Brasil. <lino.andressa97@gmail.com>

3 Universidade Federal do Vale do São Francisco, Univasf. Juazeiro, BA, Brasil. <paulo.pereira@univasf.edu.br>

4 Universidade Federal do Vale do São Francisco, Univasf. Juazeiro, BA, Brasil. <geida.cavalcanti@gmail.com>

and quantitative field research, whose investigation analyzed a social fact, the use of the Calculus textbook adopted in engineering courses, in order to elaborate an overview of the textbook in the view of students. To this end, questionnaires were applied and the programs of the courses were analyzed. The main results obtained pointed out that the textbook and the clarity of the language used by the authors are very relevant elements for learning the subject. However, regarding the contributions of the structural elements of the textbook, the students highlighted examples and solved exercises as more significant, with issues of calculus and application of the contents. It is hoped that the results achieved can help teachers in choosing and developing efficient teaching tools.

Keywords: Mathematics Teaching, Differential and Integral Calculus, Textbook.

EL LIBRO DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I: LA VISIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

RESUMEN: Entre los instrumentos utilizados en el proceso de enseñanza y aprendizaje, destaca el libro de texto. En concreto, en la disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, esta herramienta tiene una gran transformación porque juega un papel de interlocución entre el contenido de la disciplina y el alumno. Sin embargo, se sabe que la elección de los libros de texto, en general, se hace desde la perspectiva del profesor de la disciplina. Así, es posible que los elementos valorados por los estudiantes y que aportan a su aprendizaje no se evalúen en los libros de cálculo, adoptados en los distintos cursos de ingeniería, incumpliendo así su función. En este trabajo investigamos las relaciones institucionales entre los estudiantes y el libro de texto de Cálculo adoptado en los cursos de ingeniería de una universidad federal mediante una investigación de campo, de naturaleza cualitativa y cuantitativa, cuya investigación analizó un hecho social, el uso del libro de texto de Cálculo, con miras a elaborar un panorama del libro a la vista de los estudiantes. Para ello, se realizaron cuestionarios y se realizó el análisis de los programas disciplinarios. Los principales resultados obtenidos señalaron que el libro de texto y la claridad del lenguaje utilizado por los autores son elementos muy relevantes para el aprendizaje de la disciplina. Sin embargo, en cuanto a las aportaciones de los elementos necesarios del libro, los alumnos destacaron ejemplos y ejercicios resueltos como más comprobantes.

Palabras clave: Enseñanza de las matemáticas, Cálculo diferencial e integral, Libro de texto.

INTRODUÇÃO

A disciplina Cálculo Diferencial e Integral é obrigatória nos cursos de bacharelado em Engenharia e se constitui, frequentemente, no primeiro contato do aluno egresso do Ensino Médio com a Matemática do Ensino Superior. Nessa etapa do ensino, é razoável intuir que os conceitos matemáticos são mais avançados e, quase sempre, são abordados com mais formalismo e rigor teórico. No entanto, essa mudança na postura de abordagem dos conteúdos em sala de aula, aliada à baixa proficiência por parte da maioria dos alunos ingressantes no ensino superior, tem implicações sérias nos cursos que possuem a disciplina Cálculo Diferencial e Integral, a exemplo do caso das engenharias com elevados índices de reprovação, retenção e abandono (PASSOS et al., 2007a).

O elevado índice de reprovação na disciplina, que é considerado alto e parece oscilar, no mesmo patamar, nas diversas instituições que ofertam cursos de Engenharia no país, tem sido estudado ao longo dos anos. Os resultados apontam que são diversas as variáveis que potencialmente contribuem para esse fenômeno, como por exemplo, metodologia docente (PASSOS et al., 2007b); falta de estudo, dificuldade de acesso ao acervo bibliográfico e falta de monitoria (PASSOS et al., 2007a), deficiência na formação básica dos alunos (MENDES e GIOSTRI, 2008) e dificuldades conceituais (CURI e FARIAS, 2008).

Apesar de os estudos citados terem lançado uma luz sobre a problemática em questão, o assunto é bastante complexo e a realização de mais estudos e análises sobre diferentes enfoques devem ser realizados, de modo a possibilitar uma compreensão global do problema e, por conseguinte, melhores chances de construção de soluções efetivas para sua mitigação.

No contexto do ensino e aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral, o livro didático é um recurso bastante utilizado por professores e estudantes. No entanto, apesar de as ementas e programas da disciplina apresentarem, em geral, uma variedade de títulos, a escolha do livro tem sido realizada exclusivamente sob a perspectiva do professor. Dessa maneira, é pertinente questionar se os livros didáticos adotados têm atendido as necessidades de aprendizagem dos estudantes e qual é a percepção dos estudantes sobre as principais obras adotadas em seus cursos e indicadas por seus professores e saber em que medida a escolha do livro didático dessa disciplina pode ser um elemento que traga implicações significativas nos resultados negativos na aprendizagem da disciplina.

Num contexto mais geral, conforme afirmado na II Conferência Internacional em Pesquisa e Desenvolvimento de Livros didáticos de Matemática (ICMT2), realizada no Rio de Janeiro no ano de 2017, a investigação com foco na análise e no desenvolvimento de livros didáticos vem ganhando destaque no cenário internacional da pesquisa em educação matemática, sendo a realização do evento uma prova disso. No caso específico do livro de Cálculo, vários estudos têm sido realizados nos últimos anos, utilizando-se de diferentes abordagens e proporcionando diferentes pontos de vistas sobre o tema. Dentre eles, destacam-se: uma investigação sobre como a organização didática e matemática dos livros textos interferem no processo ensino e aprendizagem da disciplina (MATEUS, 2007); a investigação sobre a transposição didática de conteúdos em livros didáticos (CIRILO, 2008); o estudo hermenêutico sobre a apresentação dos conteúdos no livro-texto (ALVARENGA; PAIXÃO, 2017); e um estudo sobre a proposta de tecnologias digitais nos livros didáticos de Cálculo (RICHIT; RICHIT; FARIAS, 2015).

Por outro lado, nota-se que há uma escassez de estudos com enfoque na visão dos estudantes acerca dos livros didáticos, em particular sobre os livros de Cálculos utilizados nos cursos de ensino superior das diversas áreas do conhecimento. Entende-se que uma análise de tais livros, guiando-se pelo olhar dos seus principais usuários, os estudantes da disciplina, proporcionaria material de grande relevância para o planejamento de tarefas relacionadas ao ensino, pesquisa e gestão pelos profissionais que ensinam, elaboram ou são responsáveis pela aquisição de material didático. Além disso, é razoável vislumbrar que uma análise sob essa perspectiva pode colaborar na determinação de mecanismos que subsidiem o professor de Cálculo Diferencial e Integral I na escolha do livro-texto e, também, na elaboração de material didático para as suas aulas, que estejam em sintonia com as expectativas dos alunos.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho consistiu em elaborar um panorama do livro-texto de Cálculo na visão dos alunos que cursaram a disciplina Cálculo I nos cursos de engenharia de uma universidade federal, buscando identificar: aspectos dos livros didáticos que são

considerados positivos pelos alunos; o nível de satisfação dos alunos com tais livros apontados nos planos de curso; o nível de influência desses no sucesso ou no fracasso dos alunos que cursaram a disciplina; que materiais didáticos auxiliares são utilizados pelos alunos; o nível de satisfação (sensação de conforto) dos alunos com relação ao uso de livros digitais de Cálculo; e a percepção dos alunos em relação à dependência/independência do professor com o livro adotado.

Para consecução desses objetivos, realizou-se uma pesquisa de campo qualitativa, com alunos dos dois primeiros anos dos cursos de engenharia de uma instituição de ensino superior. Para explanar os resultados do trabalho, este artigo foi estruturado da seguinte maneira: breve revisão bibliográfica relativa ao tema, em seguida descrição da metodologia adotada e discussão dos resultados organizados.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O LIVRO DIDÁTICO DE CÁLCULO

Tradicionalmente, o livro de Cálculo Diferencial e Integral é uma das ferramentas de apoio ao ensino e à aprendizagem da disciplina mais utilizada por estudantes e professores. Para os alunos, esse recurso possui vários propósitos, indo desde um compêndio de problemas e exercícios, até um guia de conteúdos ao longo do curso (WEINBERG, 2010). Por outro lado, para os docentes, os livros-texto da disciplina são fontes seguras para o planejamento de atividades nas aulas. Nesse sentido, pode-se dizer que o ensino da disciplina, na maioria dos cursos superiores, é pautado pelos livros-texto que são constantes nos programas da disciplina. Com efeito, a influência dos livros didáticos na forma de ensinar o Cálculo Diferencial e Integral foi apontada por Ávila (2002), que até a década de 60, o ensino desta disciplina nos cursos superiores do Brasil era pautado pelos livros europeus. Porém, com mudanças ocorridas a partir dessa década, os livros norte-americanos passaram a ocupar esse lugar e, a partir de então, ditaram o modelo de ensino a ser seguido. O autor aponta ainda mudanças ocorridas nos textos dos livros de Cálculo ao longo dos anos, destacando, por exemplo, o reconhecimento dos autores de não serem realistas ao ensinar limites de funções usando uma teoria rigorosa no início de um curso de cálculo.

As pesquisas sobre o livro didático de Cálculo Diferencial e Integral realizadas nos últimos anos foram conduzidas sob diferentes enfoques e metodologias distintas. No enfoque da Hermenêutica da Profundidade, Alvarenga e Paixão (2017) analisaram um livro didático de Cálculo Diferencial e Integral considerando a sequência e modo de apresentação dos conteúdos, a metodologia utilizada, o nível de ensino proposto, além de elementos paratextuais presentes na obra, com vistas a observar de que maneira alguns conteúdos da disciplina são apresentados no livro-texto. Foi verificado que, comparando-se com edição mais recente do livro, houve uma evolução na obra em termos metodológicos, pois essa passou a indicar o uso de softwares e da interdisciplinaridade no ensino e aprendizagem. Contudo, a publicação, classificada no estudo como tradicional, deixou de fornecer, aos leitores, maior desenvolvimento procedimental e interdisciplinar dentro da própria matemática, no estudo de inequações, por exemplo.

Partindo da premissa que os livros didáticos de Cálculo são a base para muitos professores planejarem suas aulas e referência de estudo e pesquisa para os alunos, que este recurso didático pode estar sendo usado de forma inadequada e que os estudantes, possivelmente, não se adaptam à linguagem utilizada pelos autores na apresentação dos conteúdos, Cirilo (2008) propôs uma investigação sobre a transposição didática de conteúdos do Cálculo Diferencial e Integral em livros didáticos. No trabalho, foi analisado, à luz da transposição didática, o conteúdo de integral em duas obras frequentemente utilizadas nos variados cursos da disciplina nas diversas instituições do país. Na transposição didática, um processo pelo qual um conteúdo científico passa por transformações para ser apresentado e compreendido pelos alunos, parte-se do saber sábio (saber construído pela academia) para o saber a ensinar (saber presente nos livros didáticos). Nesse estudo, observou-se que, especificamente, no elemento publicidade do saber (elemento da transposição didática que possibilita identificar se a apresentação dos conceitos dos livros é explícita e bem definida), os livros analisados apresentavam, no sentido de favorecer a aprendizagem do estudante, exemplos, diagramas, quadros explicativos e tabelas. Porém, notou-se que não havia preocupação dos autores em possibilitar a compreensão do conceito em relação à sua utilização nas situações do cotidiano

Por sua vez, Mateus (2008) lançando mão da Metodologia da teoria de Registros de Representação Semiótica, teoria das Situações Didáticas e teoria Antropológica do Didático comprovou que alguns fatores que interferem no processo ensino e aprendizagem do Cálculo estão diretamente relacionados à organização didático-matemática dos livros didáticos da disciplina. Além disso, o estudo sugere que a análise dessa organização praxeológica dos livros didáticos “pode reforçar a compreensão das causas de dificuldades no processo de ensino e aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral e propiciar algumas atitudes tendentes à sua utilização correta e criativa”.

Ao investigarem a proposta dos livros de Cálculo Diferencial e Integral para a incorporação das tecnologias digitais nos seus textos, Richit, Richit e Farias (2015) analisaram 25 livros da disciplina e constataram que, desses, apenas três faziam menção às TICs, sendo que apenas um propõe atividades pautadas nelas. A análise evidenciou que as TICs ainda não são tomadas na abordagem dos conceitos na maioria dos livros didáticos. As autoras propõem, diante do cenário estabelecido e considerando o potencial das TICs em termos das abordagens matemáticas, que esses recursos sejam incorporados nas práticas pedagógicas do Cálculo Diferencial e Integral e destacam a necessidade de uma revisão nos livros didáticos, como uma forma de fomentar novos modos de ensinar e aprender a disciplina.

Buscando compreender como os estudantes leem os livros de Cálculo, Weinberg (2010) lançou mão do conceito de leitor implícito (implied reader), originado no campo da teoria literária. Para o autor, o leitor implícito de um livro texto de matemática é a personificação de comportamentos, códigos e competências que são requeridas para que o leitor real compreenda o texto de uma maneira significativa e precisa. Nessa perspectiva, o autor aponta que as dificuldades dos estudantes podem ser explicadas pelas características dos códigos, competências e comportamentos do leitor implícito, bem como pela densidade desses componentes. Essa análise pode ajudar a entender porque os estudantes veem o livro texto de Cálculo de uma maneira distinta dos seus professores, já que é razoável esperar que os docentes tenham, em geral, um domínio dos códigos, competências e comportamentos em um nível mais elevado do que seus alunos.

Segundo Weinberg (2010), a análise do leitor implícito do livro de Cálculo pode ser útil para os docentes, devido ao papel de mediador da aprendizagem dos alunos, cabendo a estes ajudá-los na construção dos códigos, competências e comportamentos, de forma a realçar suas habilidades de leitor a fim de gerar resultados significativos, à medida que leem os livros de Cálculo. Já para os autores de livros-texto, a sugestão é que esses deveriam analisar suas próprias obras para que possam identificar os códigos, competências e comportamentos que serão exigidas de seus leitores. Por fim, para ajudar os estudantes a verem os livros-textos como um meio útil de aprender matemática, os professores precisam entender quais são as ferramentas e características necessárias para ler um livro-texto da disciplina com sucesso.

Já no contexto dos livros digitais, Bode, Khorami e Visscher (2014) investigaram as vantagens do uso de um e-book nas aulas de Cálculos Diferencial e Integral. O estudo teve como foco especial o uso e eficácia de figuras interativas. Dentre os resultados obtidos, destacou-se que, em geral, os alunos ficaram entusiasmados com o uso do e-book e suas figuras interativas no início do curso, porém se constatou, na prática, que poucos alunos tiraram proveito da interação possibilitada; os alunos que fizeram uso das figuras interativas relataram ganhos conceituais; o recurso mais popular do e-book entre os alunos foi uma ferramenta de auxílio às lições de casa. Para os autores desse estudo, é necessário um processo educativo com os alunos, sobre como usar e-books da disciplina e todos os seus recursos, para que assim possam aproveitar todas as vantagens da ferramenta, que certamente trará benefícios à sua aprendizagem e compreensão conceitual no curto e longo prazo.

Os vários estudos realizados até aqui sobre o livro de Cálculo Diferencial e Integral destacaram a relevância desse recurso didático no processo de ensino e aprendizagem da disciplina. Contudo, várias lacunas ainda necessitam ser preenchidas, dentre elas, como os estudantes enxergam o livro-texto de Cálculo.

METODOLOGIA DO ESTUDO

A pesquisa desenvolvida neste trabalho pode ser enquadrada como quantitativa, porém aspectos da pesquisa qualitativa também foram considerados, uma vez que se entendeu que um enfoque do estudo baseado nessas duas perspectivas poderia proporcionar uma melhor compreensão do fenômeno estudado. De fato, tais abordagens são complementares e não há contradição entre elas. A qualitativa interpreta os fenômenos à luz do contexto, do tempo e dos fatos; a quantitativa trabalha com técnicas estatísticas na coleta e análise de dados. Trata-se de uma pesquisa de campo, cuja investigação pretendeu analisar um fato social, ou seja, o uso do livro didático na disciplina de Cálculo em curso de engenharia (MICHEL, 2009).

De fato, o uso da abordagem qualitativa permitiu explorar atributos que não podem ser descritos numericamente, possibilitando-nos dessa forma, a compreensão e explicação das relações estabelecidas entre os estudantes e os livros de cálculo diferencial e integral, adotados nos planos de disciplinas. Por outro lado, a objetividade da abordagem quantitativa possibilita a exploração dos mais diversos conjuntos de dados com base na sua mensuração e estatísticas (MOREIRA e CALEFFE, 2016).

Sendo assim, foram adotados instrumentos de coleta de dados apropriados às duas abordagens, como a aplicação de questionários e análise dos programas de disciplinas, que nos possibilitaram o registro, a análise e a interpretação dos dados.

Primeiramente, foi feito um estudo sobre os livros didáticos utilizados pelos professores de engenharia de uma universidade federal e sobre os livros presentes no Projeto Pedagógico (PPC) de seis cursos de engenharias ofertados. Após isto, foi elaborado um questionário eletrônico estruturado com 22 questões que foi aplicado aos alunos dos cursos de Engenharia Agrícola e Ambiental, Engenharia Civil, Engenharia da Computação, Engenharia de Produção, Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica que faziam parte do universo da pesquisa.

Todos os critérios ético-legais, previstos na Resolução nº 510/2016-CNS, foram cumpridos e garantidos tais como, anuência da instituição pesquisada, divulgação do projeto junto aos sujeitos, assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, garantia da não identificação dos participantes e outros.

Os sujeitos selecionados foram os estudantes que entraram nos cursos de engenharias nos semestres 2016.1, 2016.2, 2017.1 e 2017.2 que fizeram a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I (aprovados ou reprovados) e que ainda estivessem matriculados no curso. Dessa forma, foram consideradas duas turmas de cada curso de engenharia.

Conforme dados repassados pela Secretaria de Registro e Controle Acadêmico da instituição, relativo aos que ingressaram nos períodos mencionados, e excluindo os alunos que não estavam matriculados, resultou em um universo de 431 discentes.

O questionário eletrônico foi enviado por e-mail para os 431 estudantes selecionados para a pesquisa. Após o prazo de espera para o recolhimento das respostas, foi conseguido um total de 118 questionários respondidos. Essa quantidade representa 90% da amostra ideal de 131 alunos que foi calculada por meio de um processo probabilístico utilizando-se um erro amostral de 6%, conforme descrito em Martins (2005). Foram excluídas três respostas de alunos, pois se verificou que esses não cursaram a disciplina de Cálculo I na instituição pesquisada. Isso resultou num total de 115 respostas que foram analisadas.

Inicialmente foi realizado um levantamento de todos os títulos de obras de Cálculo Diferencial e Integral disponíveis na biblioteca do campus Juazeiro-BA, onde são ofertados seis dos oito cursos de engenharia da instituição. Em seguida, identificaram-se os livros citados no Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de cada curso de engenharia e nos Programas de Disciplinas (PD) elaborados pelos docentes que ministraram a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I no período considerado na pesquisa.

RESULTADOS E ANÁLISE

Identificaram-se as obras que apareceram com mais frequência nos programas de disciplinas elaborados pelos docentes da instituição, que foram Um Curso de Cálculo Volume 1 (Hamilton L. Guidorizzi), Cálculo Volume 1 (James Stewart), Cálculo Volume 1 (David J. Foulis, Mustafa A. Munem), Cálculo Volume 1 (Maurice D. Weir, Joel Hass, George B. Thomas) e Cálculo A (Diva M. Flemming, Mirian B. Gonçalves).

Inicialmente, observou-se que, de um modo geral, os títulos presentes nos programas de disciplinas estavam condizentes com os elencados nos PPCs dos cursos, embora tenham sido observados títulos que foram elencados nos PDs, mas que não estavam no PPC e vice-versa. No entanto, o que se pretendia nessa etapa, era identificar quais obras eram mais indicadas pelos docentes para os seus alunos. Esse resultado foi levado em conta na elaboração do questionário dos alunos, que foi a próxima fase da pesquisa.

Na etapa da análise dos dados, coletados via questionário eletrônico aplicado aos alunos, verificou-se que quatro, dos cinco títulos mais indicados pelos docentes, estavam na relação dos livros preferidos pelos alunos, embora a ordem de preferência não seja exatamente a mesma. Vale destacar a existência de uma obra que foi utilizada por 55,7% dos alunos, porém não recebeu nenhuma indicação favorável por partes desses.

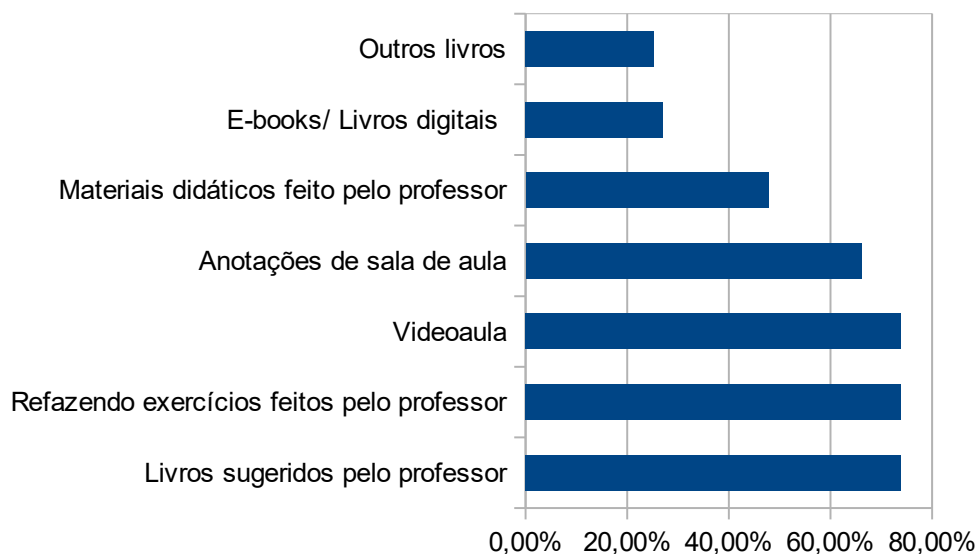
Algumas perguntas relacionadas à disciplina de Cálculo Diferencial e Integral foram realizadas aos alunos e as respostas obtidas foram reunidas e sumarizadas nos seguintes eventos: aproximadamente 1/4 dos estudantes tiveram dificuldades em ter acesso ao livro, um pouco mais de 1/3 cursaram a disciplina mais de uma vez e aproximadamente 1/5 não seguiram a referência básica indicada pelo professor. Além disso, enfatiza-se a elevada porcentagem, 72,2%, de alunos que não participaram do programa institucional de monitoria da disciplina, divergindo do estudo realizado por Passos e et al. (2007a), no qual os estudantes indicaram a necessidade de monitoria como uma das sugestões para melhorar seu desempenho.

Com relação aos recursos utilizados pelos alunos para estudar a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral (ver Gráfico 1), os resultados apontaram que os mais frequentes são: o livro sugerido pelo professor, a estratégia de refazer exercícios resolvidos pelo professor em sala de aula e videoaulas disponíveis na internet. O uso dos livros sugeridos pelo professor aparece dentre os três recursos mais utilizados pelos discentes, ressaltando a importância desse instrumento para os alunos. Também chama atenção, o número tímido de alunos que usam e-books e livros digitais para estudar a disciplina. Esse resultado contribui para a análise feita por Bode, Khorami e Vissecher (2014), indicando que os alunos precisam ser educados a usar e-books e explorar todos os seus recursos.

Considerando os alunos que aprovaram na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I na primeira vez que cursaram-na, verificou-se que 82% utilizaram o livro indicado pelo professor. Esse resultado sugere que pode haver uma relação de causa e efeito entre usar o livro adotado pelo professor e ter sucesso nessa disciplina. Apenas 18% dos alunos que não usaram o livro sugerido pelo professor, conseguiram aprovação cursando-a somente uma vez.

Para analisar a avaliação dos alunos, em relação aos diversos aspectos que compõem o livro didático de Cálculo, foram definidos os seguintes agrupamentos: elementos estruturais, forma de apresentação dos conteúdos, recursos utilizados no aprendizado da disciplina e sugestões para melhorias nos livros.

Gráfico 1 - Recursos no estudo de Cálculo I



Fonte: elaborado pelos autores, 2021.

Elementos estruturais presentes no livro de Cálculo.

Os elementos avaliados foram agrupados nas seguintes categorias: exemplos, ilustrações e gráficos, demonstração de teoremas, exercícios resolvidos, respostas dos exercícios propostos e existência de problemas contextualizados. O Quadro 1 apresenta o índice de relevância, em porcentagem, atribuído pelos estudantes a cada categoria. Para compor o índice de relevância foram considerados os itens 4 e 5, numa escala de relevância de 1 a 5, onde 1 representa nenhuma relevância e 5 indica total relevância.

Observa-se que a categoria Exemplos é, na visão dos alunos, o elemento de maior relevância nos livros de Cálculo Diferencial e Integral. Pode-se inferir, desse resultado, que a presença de exemplos chaves na elaboração desse recurso didático poderá contribuir para a aprendizagem da disciplina. Ademais, é importante notar a proximidade numérica desse índice com o obtido na categoria Exercícios Resolvidos, indicando que, para os alunos, a existência de exemplos ou exercícios resolvidos é elemento central nesse recurso didático.

Quadro 1 – Elementos presentes no livro de Cálculo

	Categoria	Relevância
1	Exemplos	93,9%
2	Exercícios Resolvidos	93,0%
3	Respostas dos Exercícios	88,0%
4	Exercícios de Aplicação	84,3%
5	Ilustrações e Gráficos	75,7%
6	Demonstrações de Teoremas	55,7%

Fonte: elaborado pelos autores, 2021.

Para Weiberg (2010), o livro-texto de Cálculo é uma fonte de exercícios para os alunos. Com efeito, os livros costumam apresentar várias seções de exercícios propostos ao longo ou ao final de cada capítulo. Contudo, na visão dos alunos, é importante que as Respostas dos exercícios propostos sejam disponibilizadas.

.Na perspectiva dos estudantes, o estudo do Cálculo Diferencial e Integral por meio de uma abordagem contextualizada dos conteúdos também é um elemento que merece atenção nos livros didáticos. Esse resultado também pode estar relacionado ao uso da interdisciplinaridade em tais livros, visto que a aplicação dos conteúdos aos problemas de engenharia vai além da prática de contextualização. Esse resultado corrobora a análise de Alvarenga e Paixão (2017, p.166) que observaram que autores do livro-texto analisado “perdem a oportunidade de fornecer aos leitores maior desenvolvimento procedimental e interdisciplinar dentro da própria matemática”.

A presença de ilustrações e gráficos é outro item relevante para os alunos. Esse resultado vai ao encontro do obtido por Richit, Richit e Farias (2015), que apontaram para a necessidade de uma abordagem de Cálculo Diferencial e Integral que propicie uma compreensão mais integral dos conteúdos por meio de múltiplas representações (contextos algébricos, gráficos e numéricos).

Maneira como os conteúdos básicos da disciplina estão apresentados nos livros.

Foi solicitado aos alunos que avaliassem como os conteúdos básicos de Cálculo I (limites, continuidade, derivada e integral) estão apresentados nos livros utilizados. Os alunos atribuíram notas de um a cinco, onde o número um indica que o tema está muito mal apresentado, enquanto o cinco indica que o tema está muito bem apresentado. Para fins de análise, as duas primeiras notas foram agrupadas na categoria Avaliação negativa e as duas últimas na categoria

Avaliação positiva. A nota intermediária foi registrada na categoria Avaliação média. Os resultados estão apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Avaliação dos conteúdos nos livros de Cálculo

Conteúdo	Avaliação Negativa	Avaliação média	Avaliação Positiva
Limites	11,3 %	40,9 %	47,8 %
Continuidade	17,4 %	51,3 %	31,3 %
Derivadas	11,3 %	33,0 %	55,7 %
Integrais	8,7 %	39,1 %	52,2 %

Fonte: elaborado pelos autores, 2021.

De um modo geral, a maioria dos alunos avaliou que os conteúdos estão bem apresentados ou apresentados de forma mediana nos livros didáticos. Os conteúdos derivadas recebeu o maior índice de avaliação positiva, enquanto que o conteúdo continuidade de funções recebeu o maior índice de avaliação negativa e o menor índice de avaliação positiva.

Os recursos didáticos para o aprendizado do Cálculo.

Pedi-se que os estudantes avaliassem, numa escala de 1 a 5, a contribuição de alguns recursos didáticos para o melhor aprendizado na disciplina de Cálculo I. O resultado está apresentado no Quadro 3, onde o índice de relevância foi calculado considerando as notas quatro e cinco.

Quadro 3 - Recursos para o aprendizado de Cálculo

Recurso	Relevância
1 Livro didático	71,3 %
2 Linguagem do livro didático	81,7 %
3 Sequência dos conteúdos	60,9 %
4 Monitoria de Cálculo I	53,0 %
5 Videoaulas	78,3 %

Fonte: elaborado pelos autores, 2021.

Observa-se que a linguagem do livro de cálculo, o livro e videoaulas foram os itens apontados como mais relevantes para o aprendizado da disciplina. O resultado apresentado na Categoria 4, Quadro 3, merece uma reflexão, pois apesar de 53% dos alunos atribuírem os níveis mais altos de relevância à atividade Monitoria, apenas 27,8% afirmaram ter participado do programa de monitoria ofertado pela instituição, contrariando Passos et al. (2007), em que os alunos apontaram a falta de monitoria como uma das causas do baixo rendimento, mas não aproveitaram a oportunidade.

Indicação de melhorias nos livros de Cálculos.

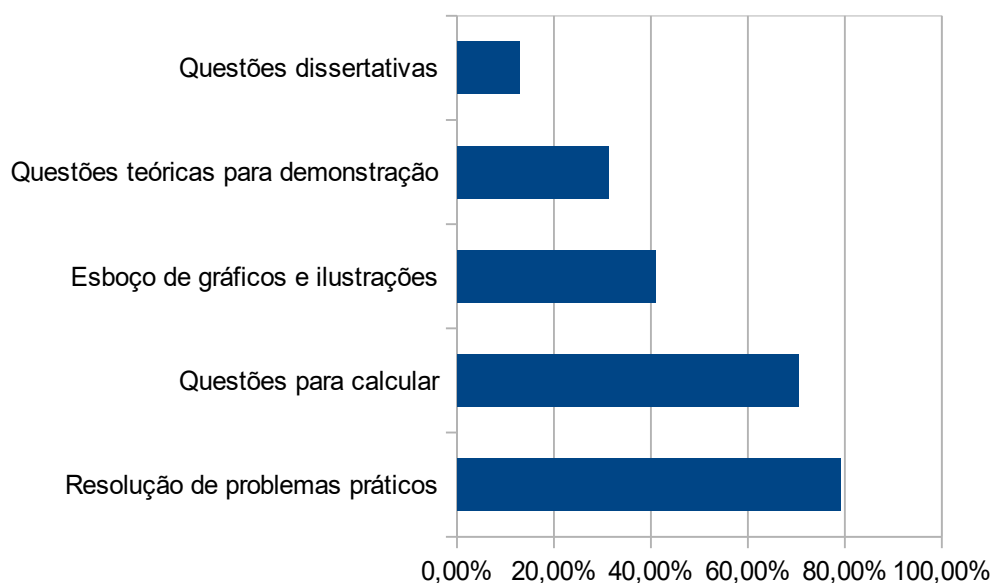
O Quadro 4 apresenta os elementos dos livros que deveriam ser melhorados na visão dos alunos e os respectivos índices de relevância atribuídos.

Quadro 4 - Elementos que deveriam ser melhorados nos livros de Cálculo

	Categoria	Relevância
1	A quantidade de Exemplos	36,5%
2	A quantidade e qualidade das ilustrações	19,1%
3	A quantidade de Exercícios resolvidos	56,5%
4	As demonstrações dos teoremas	37,4%
5	Respostas dos Exercícios propostos	53,9%
6	A quantidade de Exercícios propostos	13%
7	A linguagem utilizada	61,7%

Fonte: elaborado pelos autores, 2021.

Segundo os alunos, a linguagem dos livros de cálculos deve ser melhorada. Ademais, a quantidade de exemplos, de exercícios resolvidos e respostas aos exercícios propostos obtiveram índices elevados de necessidade de melhorias. Ainda sobre exercícios propostos, o conjunto de dados, apresentados no Gráfico 2, indica que os alunos consideram que exercícios com resolução de problemas práticos contribuem para o seu aprendizado da disciplina. Esse resultado vai ao encontro dos resultados obtidos por Alvarenga e Paixão (2017), que questionam a ausência de atividades interdisciplinares no livro de cálculo; e por Richit, Richit e Farias (2015), que destacam a necessidade de os livros didáticos fomentarem novos modos de ensinar e aprender.

Gráfico 2 - Tipo de exercícios que contribui para o aprendizado

Fonte:
elaborado
pelos
autores,
2021

Os alunos
também
foram

questionados sobre a sensação de conforto no uso de livros digitais e e-books. Nesse quesito, 61% dos discentes se sentem confortáveis utilizando-os, enquanto 36% sentem desconforto em ler nesse tipo de material. Apenas 3% dizem que não utilizam livros digitais. Importante destacar que esse resultado vai ao encontro do obtido no estudo realizado por Bode, Khorami e Vissecher (2014), no qual 41% dos alunos afirmaram ter uma experiência muito positiva com o uso de e-book de Cálculo e apenas 9% relataram ter uma experiência muito negativa.

Por fim, pediu-se aos alunos que escrevessem livremente uma mensagem que achassem pertinente sobre Cálculo I e o livro didático da disciplina. A análise das respostas sugerem três agrupamentos: Críticas à linguagem adotada pelo autor, metodologias e práticas pedagógicas dos docentes, quantidade e qualidade dos exemplos e exercícios resolvidos. Dentre as respostas apresentadas, analisa-se que duas sintetizam a visão dos alunos sobre a disciplina e os livros-textos.

Mensagem 1: “Cálculo 1 é o primeiro contato com situações, teoremas e aplicações no nível universitário, pelo menos pra mim foi dos cálculos o que mais demandou horas de revisão e entendimento de teoremas e exercícios, em comparação com C2 e C3. Uma gama maior de exercícios que abordagem de maneira detalhada as possíveis situações das questões, tal como demonstrações claras dos teoremas, poderiam colaborar para a melhora no entendimento do assunto”. Mensagem 2: “Não consigo estudar por livros. Tenho dificuldade com a linguagem apresentada e interpretação do conteúdo. Estudo apenas por videoaulas e exercícios ministrados pelo professor.”

As sugestões apontadas pelos alunos parecem ir ao encontro dos resultados observados por Weiberg (2010) considerando que para ajudar os estudantes a verem os livros textos como um meio útil de aprender matemática, os docentes precisam entender que ferramentas e características um estudante precisa, para ler com sucesso um livro-texto da disciplina.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, a escolha e elaboração de materiais didáticos são realizadas com base na percepção do docente e sua prática pedagógica. Dessa forma é possível que não estejam contemplados, nessa escolha, quesitos que são relevantes para o aprendizado dos alunos. Assim, este trabalho pretendeu apresentar um panorama que possa auxiliar o professor durante a preparação de material didático e na escolha do livro didático de Cálculo Diferencial e Integral.

Os objetivos foram alcançados e os resultados apontaram que o livro didático e a clareza da linguagem utilizada pelos autores são elementos muito relevantes para o aprendizado da disciplina. No entanto, no que diz respeito às contribuições dos elementos estruturais do livro, os discentes elegeram a seguinte ordem de relevância: exemplos, exercícios resolvidos, respostas de exercícios propostos, exercícios de aplicação do cálculo em problemas de engenharia, ilustrações e gráficos e a demonstrações de teoremas.

No caso específico dos exercícios propostos, os alunos destacaram as questões de calcular e de aplicação dos conteúdos em detrimento das questões de esboçar gráficos ou fazer ilustrações.

De um modo geral, para eles, os conteúdos Derivadas e Integrais são os melhores apresentados nos livros e sugerem melhorias na linguagem, na quantidade de exemplos, de exercícios resolvidos e respostas aos exercícios propostos.

Com relação aos recursos de apoio à aprendizagem, constatou-se que o uso do livro didático sugerido pelo professor, a estratégia de refazer exercícios resolvidos e assistir videoaulas são os mais utilizados pelos estudantes de Cálculo.

Pôde-se inferir ainda que o uso do livro didático, indicado pelo professor, pode ter uma influência direta na aprovação da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, contudo, o estabelecimento dessa relação necessita de um estudo mais aprofundado, que será realizado futuramente.

Agradecimentos. Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro por meio de bolsa de iniciação científica para Andressa da Silva Lino e aos professores de matemática da Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf) Alexandre Ramalho Silva, Alison Marcelo Van Der Laan Melo, Edson Leite Araújo, Fábio Henrique de Carvalho e Sérgio Floquet Sales pelo apoio e sugestões na elaboração do instrumento de coleta deste trabalho.

Conflito de interesse. Os autores declaram que não têm conflitos de interesse, incluindo interesses financeiros, relacionamentos e afiliações relevantes ao tema ou materiais discutidos no manuscrito.

Declaração de Contribuição dos autores. Todos os autores participaram ativamente em diversas etapas de realização deste trabalho, incluindo concepção, elaboração dos instrumentos de coleta, coleta dos dados, análise e interpretação, redação e revisão do texto.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, Geraldo. O Ensino do Cálculo e da Análise. *Revista Matemática Universitária*, n.33, p.83-95, 2002.

Disponível em: https://rmu.sbm.org.br/wp-content/uploads/sites/27/2018/03/n33_Artigo05.pdf.

Acesso em: 08 abr.2021.

ALVARENGA, Karly B; PAIXÃO, Aline da. Hermenêutica: análise de um livro didático de cálculo diferencial e integral. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, v.30, p.158-167, 2017. Disponível em: <http://www.clame.org.mx>.. Acesso em: 08 abr.2021.

BODE, Martina; KHORAMI, Mehdi; VISSCHER, Daniel. On the effectiveness of Calculus e-books. In: 26th International Conference on Technology in Collegiate Mathematics ICTCM-26 , 2014, San Antonio. Anais. 2014.

Disponível em: <http://archives.math.utk.edu/ICTCM/i/26/S095.html>. Acesso em: 08 abr. 2021

CIRILO, Kassiana S. S. *Livros Didáticos e Modelagem Matemática: uma caracterização da Transposição Didática do Conteúdo de Integral nestes ambientes*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática). Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2008.

CURI, Rosires C; FARIAS, Raliny M.S. Métodos de estudo e sua influência no desempenho dos alunos em disciplinas de cálculo diferencial e integral. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, XXXVI, 2008. Anais. São Paulo, 2008.

Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/11/artigos/2448.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2021.

MARTINS, Gilberto de Andrade. *Estatística geral e aplicada*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

MATEUS, Pedro. *Cálculo diferencial e integral nos livros didáticos: uma análise do ponto de vista da organização praxeológica*. Dissertação (Mestrado em Educação). São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2007.

MENDES, Karina B; GIOSTRI, Elza C. O ensino de cálculo I e a realidade dos alunos de engenharia e tecnologia. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2008. Anais. São Paulo, 2008.

Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/11/artigos/3449.pdf>. Acesso em: 29 abr.2021.

MOREIRA, H; CALEFFE, L. G. *Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador*. Rio de Janeiro: DP&A, 2006

MORESI, E. *Metodologia da Pesquisa*. Brasília: Universidade Católica de Brasília, Pró-reitora de Pós-Graduação – PRPG. Programa de Pós-graduação stricto sensu em Gestão do conhecimento e tecnologia da informação; Brasília, 2003.

THIOLLENT, Michel. *Metodologia da pesquisa-ação*. 5. ed. São Paulo: Cortez, Autores Associados, 1992. p.19.

PASSOS, Fabiana G; VICHI, Cristian; DUARTE, Francisco R; SOUZA, Geida M. C; TELES, Renato S; SANTOS, Viviani M. L. Diagnóstico sobre a reprovação nas disciplinas básicas dos cursos de engenharia da UNIVASF. In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, XXXV, 2007. Anais. Curitiba, 2007.

Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/12/artigos/298-Fabiana%20dos%20Passos.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2007.

PASSOS, Fabiana G; DUARTE, Francisco R; LEITE, Ângelo A.M; PEREIRA, Paulo J; LEITE, Télió N; DONZELI, Vanessa P. Análise dos índices de reprovações nas disciplinas cálculo I e geometria analítica nos cursos de engenharia da UNIVASF . In: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, XXXV, 2007. Anais. Curitiba, 2007.
Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/12/artigos/199-Fabiana%20dos%20Passos.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2021.

RIC HIT, Andriceli; RIC HIT, Adriana; FARIAS, M.M.R. Cálculo Diferencial e Integral e Tecnologias Digitais: o que propõem os livros didáticos de Cálculo? In: XIV CIAEM-IACME, 2015. Anais. Chiapas, 2015.
Disponível em: http://xiv.ciaem-redumate.org/index.php/xiv_ciaem/xiv_ciaem/. Acesso em: 08 abr. 2021.

WEINBERG, Aaron. How Students Use Their Textbooks: Reading Models and Model Readers. In: BROS NAR, p., ERCHICK, D.B., & FLEVARES, L. (Eds.). *Proceedings of the 32nd annual meeting of the North American Chapter of the International Group for Psychology of Mathematics Education*. V. 6. Columbus: The Ohio State University, 2010, p. 105-113.

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores concordam que caso o manuscrito venha a ser aceito e postado no servidor SciELO Preprints, a retirada do mesmo se dará mediante retratação.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.