

Autoavaliação de estudantes de Cálculo Diferencial e Integral sobre atividades com uso de metodologias ativas

Self-assessment of Differential and Integral Calculus students about active methodologies

Líviam Santana Fontes¹
Cleyton Hércules Gontijo²

Resumo: Este artigo apresenta parte da pesquisa que investigou em que medida as metodologias ativas podem contribuir para a aprendizagem de conceitos de Cálculo Diferencial e Integral, abordando a autoavaliação realizada na fase de experimentação da pesquisa com estudantes de Física de uma universidade pública goiana. De abordagem qualitativa e tendo a Engenharia Didática como tipo de pesquisa, a análise das informações coletadas seguiu as orientações da análise de conteúdo. Infere-se que as atividades realizadas contribuíram com a aprendizagem dos conteúdos e a autoavaliação foi um instrumento importante no processo, por favorecer ao discente a reflexão sobre aprendizagem, como um sujeito ativo e corresponsável, e ao docente os indicativos sobre o ensino, a fim de possibilitar as intervenções necessárias.

Palavras-chave: Ensino de Cálculo Diferencial e Integral. Metodologias Ativas. Autoavaliação.

Abstract: This article presents part of the research investigating the extent to which active methodologies can contribute to the learning of Differential and Integral Calculus concepts, focusing on the self-assessment conducted during the experimentation phase of the research with Physics students at a public university in Goiás. Utilizing a qualitative approach and employing Didactic Engineering as the research methodology, the analysis of the collected information followed the guidelines of content analysis. It is inferred that the activities conducted contributed to content mastery. Self-assessment proved to be a valuable tool in this process, as it encouraged students to reflect on their learning as active and co-responsible participants and provide information on teaching to facilitate necessary interventions.

Keywords: Differential and Integral Calculus. Active Methodologies. Self-assessment.

1 Introdução

O Cálculo Diferencial e Integral (CDI) é uma disciplina presente em diversos cursos na área das Ciências Exatas e considerada como fundamento para outras disciplinas. Estudos indicam altos índices de reprovação e evasão em CDI, como mostra a pesquisa realizada por Wrobel, Zeferino e Carneiro (2013), que no primeiro semestre de 2005 indicou que 42% dos alunos da Universidade Federal do Rio de Janeiro não foram aprovados em CDI para engenharias. Bezerra (2019), Lopez e Segadas (2014), entre outros, trazem resultados semelhantes em outras universidades brasileiras, o que também se constata em instituições de ensino pelo mundo, como em Kennesaw State University, na Geórgia (Vandenbussche, Ritter, & Scherrer, 2018).

São indicados alguns fatores para o baixo desempenho dos estudantes de CDI, como

¹ Universidade Estadual de Goiás. Anápolis, GO - Brasil. liviam.fontes@ueg.br. • ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1245-1813>

² Universidade de Brasília. Brasília, DF, Brasil. cleytongontijo@gmail.com. • ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6730-8243>

ensino insuficiente na educação básica, falta de motivação por parte do aluno devido ao pouco tempo para estudo, interação professor-aluno insatisfatória, relação de aprovação em CDI com a boa qualidade do curso e tipo de metodologia utilizada inadequada (Santos & Borges Neto, 2005; Oliveira & Raad, 2012). No que diz respeito à metodologia de ensino, é comum nas aulas de CDI a abordagem tradicional ou tecnicista, que definimos como aquela em que predomina a aula expositiva seguida de resolução de exercícios, com valorização na acumulação de informações e na reprodução de fórmulas e conceitos. Ao tratar do ensino de Cálculo, Salinas e Alanís (2009) afirmam que a apresentação formal e rigorosa do conteúdo matemático dá o entendimento de que é consequência natural do domínio da teoria, o que não é adequado para o entendimento dos conceitos. Para Moretto (2007, p. 133), a escola tradicional teve o seu valor em determinado momento histórico, mas “[...] essa mesma escola parece não responder mais às exigências de um novo contexto social e educacional”.

Por entender que o modelo tradicional de ensino deve ser superado, principalmente por não favorecer o desenvolvimento do sujeito como um todo, como propiciar sua autonomia, estimular a criatividade, prepará-lo para o enfrentamento de situações novas e desafiadoras, dentre outras, a pesquisa justifica-se por apresentar outras propostas metodológicas para o ensino de CDI, um dos fatores de baixo desempenho na disciplina. Este artigo apresenta parte de uma pesquisa de abordagem qualitativa que investigou em que medida as metodologias ativas podem contribuir para a aprendizagem de conceitos de Cálculo Diferencial e Integral. Ela foi orientada pela Engenharia Didática, uma forma particular de organização de procedimentos metodológicos no campo da Didática da Matemática, que possibilita a sistematização de práticas investigativas em sala de aula, articulando pesquisa e ação pedagógica (Pais, 2002). Optamos por utilizar metodologias ativas, pois preconizam o desenvolvimento do processo de aprender considerando a formação crítica e autonomia do estudante, que tem um papel ativo frente à aprendizagem, tendo o professor como um mediador. Utilizam experiências reais, simuladas, problematização ou resolução de problemas, de modo que o estudante exercite sua autonomia na tomada de decisões, além de apreender os conteúdos de sua área de formação (Berbel, 2011; Mitre et al., 2008). No Brasil, tem sido muito utilizada em cursos da área da Saúde, por oferecer ao estudante um ensino que o aproxima da prática e por favorecer a autonomia, que é o alicerce das metodologias ativas.

A Engenharia Didática utilizada na pesquisa é a denominada clássica, composta por quatro fases, sendo a primeira a de análises preliminares, que se estrutura em torno da análise do funcionamento de um sistema de ensino e aprendizagem que parece pouco satisfatório, para torná-lo mais eficiente. A segunda fase é a de construção das situações e análise a priori, e se caracteriza pela definição das variáveis de comando do sistema de ensino, que são aquelas que se referem ao planejamento específico de uma seção da sequência didática. A terceira fase é da experimentação, que é a aplicação da sequência didática definida na fase teórica da pesquisa; e a análise a posteriori e validação é a última fase, que diz respeito ao tratamento das informações obtidas na sequência didática (Artigue, 1995; Pais, 2002).

No presente artigo tratamos dos resultados da autoavaliação dos estudantes, utilizada na fase de experimentação da Engenharia Didática. Os sujeitos investigados são estudantes de CDI do curso de Física, modalidade Licenciatura, ofertada no período noturno de uma instituição pública goiana de ensino superior, em contexto de aulas remotas. As atividades realizadas foram preparadas e conduzidas por um dos autores do artigo, compondo o conjunto de informações para análise e validação das metodologias ativas utilizadas. Ao final das atividades, os estudantes preencheram formulários de autoavaliação, a fim de coletar informações a respeito das metodologias utilizadas e se elas foram capazes de gerar

aprendizagem. Para a análise desses registros lançamos mão da análise de conteúdo, que é um conjunto de técnicas de análises de comunicações (Bardin, 2011). Segundo Moraes e Galiuzzi (2016), ela preconiza a valorização do sujeito e suas manifestações, bem como a descrição seguida de interpretação, como parte do esforço de expressar a compreensão do fenômeno investigado.

As atividades foram realizadas nas aulas de CDI I, em que foram utilizados três tipos de metodologias ativas: aprendizagem baseada em problemas (ABP); *think-pair-share* para o estudo de Limites de Funções de uma Variável; e instrução por pares para o estudo de Máximos e Mínimos de Funções, presente no estudo de Derivadas. Na ABP, o professor elabora problemas para que os alunos não apenas os resolvam, mas que identifiquem suas próprias necessidades de aprendizagem (Lovato, Michelotti, Silva, & Loretto, 2018). O *think-pair-share*, traduzido como “pensar-dispor aos pares-compartilhar”, se divide em três fases: (a) pensar, em que os estudantes realizam a atividade individualmente; (b) dispor aos pares, quando os estudantes se organizam em grupos para compartilhar suas respostas na atividade realizada individualmente e chegar a um consenso, em caso de contradição; e (c) compartilhar, em que um estudante de cada grupo se voluntaria a apresentar a toda classe suas conclusões. Para finalizar, o professor discute com a turma os resultados obtidos, para direcioná-los à compreensão do conteúdo (Çekmez, 2020). A instrução por pares, de acordo com Mattar (2007), segue várias fases, com atividades realizadas antes da sala de aula (pré-aula), durante e após a aula. Neste artigo discutiremos as percepções dos estudantes sobre o uso de metodologias ativas no ensino de CDI, manifestadas em suas autoavaliações, indicando o potencial dessas metodologias para o favorecimento da aprendizagem, que, embora tenham ocorrido em contexto de aulas remotas, têm o indicativo de que podem tornar aulas presenciais mais interessantes e participativas.

2 Avaliação, autoavaliação e metodologias ativas

A avaliação da aprendizagem é uma categoria da organização do trabalho pedagógico que direciona a atuação do professor e deve estar articulada às outras categorias: objetivos, conteúdos e métodos, a fim de promover a aprendizagem (Fernandes, Rosa, Fontes, Silva, & Ataíde, 2018). Ainda que avaliação e ensino sejam processos indissociáveis (Buriasco, Ferreira, & Ciani, 2009), para Carvalho e Gil-Pérez (2011) o aspecto do processo de ensino e aprendizagem que mais necessita de mudança didática é a avaliação. Os autores questionam a suposta precisão e objetividade, as funções e formas de avaliar, e ponderam que o professor deve se considerar corresponsável pelos resultados dos alunos.

Para Silva e Buriasco (2020), o estudante também é responsável por sua aprendizagem, quando colocado como sujeito ativo no processo. Para os autores, uma das maneiras do estudante participar é com a autoavaliação, um processo em que os instrumentos de avaliação podem ou não ser fornecidos pelo professor, para refletir a respeito de suas aprendizagens. No planejamento das atividades avaliativas desta pesquisa, a autoavaliação foi fornecida pelo docente da disciplina, disponibilizada por formulários *online*. A avaliação, nessa perspectiva, é um instrumento para o discente tomar conhecimento de sua aprendizagem e o docente tomar decisões sobre as estratégias para o ensino. De acordo com Silva (2023), a avaliação deve ser vista como uma oportunidade de aprendizagem, em que se observa não apenas os resultados, mas que se ofereçam oportunidades intencionais para que os alunos aprendam, com ferramentas, recursos e procedimentos adequados.



Considerada como um componente da avaliação formativa por Villas Boas (2014), a autoavaliação pode ser utilizada pelo professor para verificar as aprendizagens dos estudantes e planejar suas ações. A autoavaliação

[...] é o processo pelo qual o próprio aluno analisa continuamente as atividades desenvolvidas e em desenvolvimento, registra suas percepções e sentimento e identifica futuras ações, para que haja avanço nessa aprendizagem. [...] A autoavaliação não visa a atribuição de notas ou menções do aluno; tem o sentido emancipatório de possibilitar-lhe refletir continuamente sobre o processo da sua aprendizagem e desenvolver a capacidade de registrar suas percepções (Villas Boas, 2014, p.8).

Por ser um instrumento de reflexão e desenvolvimento do estudante, está alinhado à proposta de trabalho com as metodologias ativas, pois preconizam a autonomia do estudante, a formação crítica, a problematização e reflexão e o trabalho em equipe. As atividades avaliativas utilizadas em sala de aula nesta pesquisa, incluindo a autoavaliação, foram planejadas considerando esses princípios. Diferente do que é comum em aulas tradicionais de matemática, a avaliação deve ir além da reprodução de fórmulas e conceitos, em que o objetivo é apenas constatar o que o aluno sabe ou não. No nosso entendimento,

A avaliação deve se caracterizar como mais um momento do desenvolvimento da aprendizagem e não mais como um elemento de legitimação estanque, dissociado e isolado da composição construtiva da trama educativa, em que professor e estudante se apresentam como agentes sociais distantes, dicotomizados da comunhão inerente do processo avaliativo (Santos & Gontijo, 2018, p. 37).

Considerando essas questões, para avaliar as produções dos estudantes foram organizadas tabelas com critérios observados na resolução e apresentação das atividades, considerando os objetivos estabelecidos no planejamento das aulas. Ao final de cada atividade, os estudantes responderam um formulário de autoavaliação a respeito do seu desempenho na atividade, participação e contribuição no grupo de trabalho.

Para as aulas do conteúdo Limite de Funções de uma Variável, optamos pela metodologia aprendizagem baseada em problemas, unindo-a com o *think-pair-share*. A instrução por pares foi utilizada para Máximos e Mínimos de Funções. A escolha por unir metodologias ativas se deu porque concordamos com Berbel (2011, p. 37), que afirma:

Uma só forma de trabalho pode não atingir a todos os alunos na conquista de níveis complexos de pensamento e de comprometimento em suas ações, como desejados, ao mesmo tempo e em curto tempo. Essa é a razão da necessidade de se buscar diferentes alternativas que contenham, em sua proposta, as condições de provocar atividades que estimulem o desenvolvimento de diferentes habilidades de pensamento dos alunos e possibilitem ao professor atuar naquelas situações que promovem a autonomia, substituindo, sempre que possível, as situações evidentemente controladoras.

A aprendizagem baseada em problemas oferece possibilidades de discussão e está alinhada com o *think-pair-share*, que, de acordo com Prahl (2017), está adequada a atividades que envolvam questões metacognitivas ou de aplicação, e não a tarefas em que o objetivo de aprendizagem seja adquirir informações básicas e factuais. A instrução por pares é voltada ao domínio conceitual, por meio de questões desafiadoras a serem discutidas em pares, visando o entendimento por meio da linguagem mais simples utilizada entre os estudantes (Pinto, Bueno, Silva, Sellmann, & Koehler, 2012).

A disciplina era ministrada semanalmente, com duração de quatro horas-aula, na modalidade remota, através do *Google Meet*. As aulas eram gravadas para que os alunos que não conseguissem fazer o acompanhamento síncrono pudessem acessá-las posteriormente.

Essas gravações também serviram como instrumento para coleta de informações para análise. Também utilizamos como fonte de informações as atividades realizadas pelos estudantes e os formulários por eles preenchidos. Para o conteúdo Limites, em que foram trabalhadas duas situações-problema, foram necessárias sete horas-aula de 55 minutos cada para a atividade. Com o conteúdo Derivadas, foram utilizadas cinco horas-aula de 55 minutos cada. A avaliação da aprendizagem, que em todo processo de ensino e aprendizagem se constitui como um elemento importante e orientador da atividade docente, foi realizada remotamente.

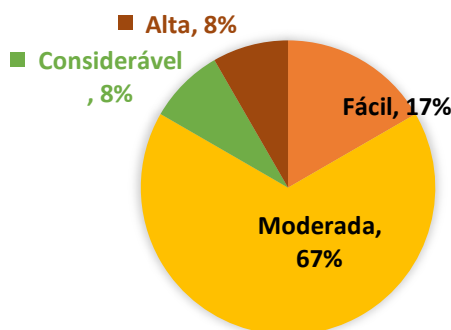
3 Resultados e discussões

Como mencionado, as produções dos estudantes foram avaliadas e ao final de cada atividade eles responderam um formulário de autoavaliação. Apresentaremos as discussões dos resultados nesse capítulo.

A primeira atividade para o estudo de Limites seguiu as orientações das metodologias ativas para aprendizagem baseada em problemas e *think-pair-share*, em que os estudantes resolveram a atividade individualmente, em um primeiro momento, e depois em grupos. Tendo em vista que o problema escolhido deve considerar a realidade dos envolvidos, foi elaborada uma situação que tratava de um problema de um carrinho preparado para participar de um torneio de robótica. Os estudantes responderam quatro questões, incluindo a representação do problema por meio de tabela, gráfico e função. Como a atividade foi planejada para ser realizada de forma síncrona, em dois momentos, individual e em grupo, tratamos de analisar as respostas dos quinze estudantes que estavam presentes remotamente na aula, ainda que os discentes que acessaram as aulas posteriormente pudessem enviar suas respostas. Os formulários de autoavaliação eram compostos por questões de múltipla escolha a respeito da atividade e da participação nos grupos de trabalho e por questões em que os alunos faziam comentários sobre as aulas.

Dos quinze estudantes presentes no momento da divisão dos grupos, na primeira atividade, constatamos que dois não participaram efetivamente e um não enviou o formulário, ou seja, validamos apenas doze respostas. Observando os itens da autoavaliação, inferimos que, sobre a atividade proposta, oito afirmaram ser capazes de realizá-la, o que representa 62% dos participantes, sendo que seis a fizeram com auxílio de materiais de apoio ou de outra pessoa. Quanto ao grau de dificuldade encontrado na realização da tarefa, o Gráfico 1 indica as percepções dos estudantes acerca dessa situação.

Gráfico 1: Grau de dificuldade na realização da atividade 1.



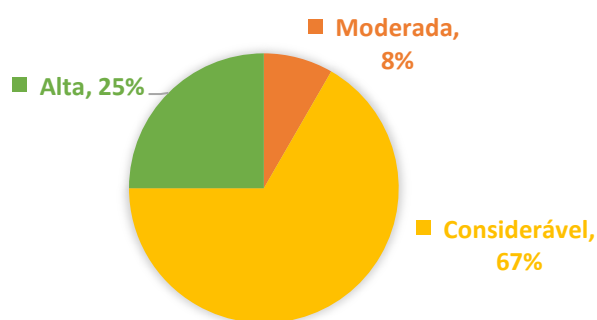
Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Como pode ser observado, a maioria dos estudantes avaliaram a atividade com grau moderado de dificuldade, o que está de acordo com o planejado, pois, para que o debate nos

grupos seja proveitoso na metodologia adotada, a tarefa não pode ser de baixa complexidade, de modo que não gere discussões, nem muito complexa, a ponto de desestimular sua realização. De acordo com Prahl (2017), as questões para o *think-pair-share* devem estar alinhadas aos objetivos da atividade e fatores que contribuam para uma boa discussão devem ser considerados.

No que diz respeito à dedicação dos discentes para essa atividade, dois estudantes indicaram como alta, seis como considerável, quatro como moderada e um como pouca. De acordo com Diesel, Baldez e Martins (2017), as metodologias ativas contribuem para a aprendizagem por terem o estudante como protagonista, favorecerem uma maior interação entre os estudantes e promoverem a motivação. A maioria (oito) avaliou como considerável a contribuição da atividade para compreensão do conteúdo, como mostra o Gráfico 2.

Gráfico 2: Contribuição da atividade 1 para compreensão do conteúdo.



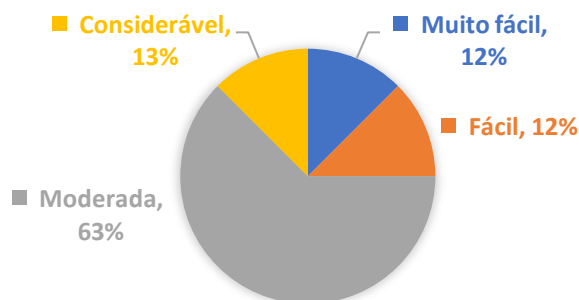
Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Esses resultados corroboram com os autores Benakli, Kostadinov, Satyanarayana e Singh (2017), que afirmam que as metodologias ativas são capazes de melhorar o entendimento de conceitos matemáticos.

Sobre o trabalho em grupo, oito estudantes (62%) afirmaram ter participado ativamente das discussões e contribuído com o grupo. Para seis deles, todos os participantes contribuíram para resolver o problema, sendo que cinco avaliaram como alta ou considerável a discussão em grupo para obter a solução e compreender o conteúdo. Para Souza e Fonseca (2007), a aprendizagem baseada em problemas é uma metodologia ativa que pode colaborar com a motivação dos alunos à aprendizagem, além de desenvolver outras habilidades, como o trabalho em equipe.

A segunda atividade, em que se discutia a fórmula obtida para modelar a situação apresentada, seguiu a mesma dinâmica da anterior. Apuramos que oito estudantes conseguiram realizá-la, sendo que sete a fizeram por completo (dois fizeram sozinhos e cinco com ajuda de materiais de apoio ou de outras pessoas) e um fez apenas parte da atividade. Quanto ao grau de dificuldade para sua realização, assim como na primeira, a maioria considerou como moderada (Gráfico 3).

Gráfico 3: Grau de dificuldade na realização da atividade 2.



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Nas duas atividades, o grau de dificuldade estava alinhado aos objetivos, como é o esperado para esse tipo de metodologia ativa. A maioria dos estudantes (cinco) disse ter se dedicado de modo considerável para a atividade, um de modo moderado e dois com alto grau de dedicação. Essa informação corrobora com o fato de que as metodologias ativas geram mais envolvimento dos estudantes nas aulas (Benakli et al., 2017; Stanberry, 2018). Quanto à contribuição da atividade para a compreensão do conteúdo, quatro responderam como considerável, dois como moderado e dois como alto.

Os alunos indicaram o mesmo grau de contribuição da discussão em grupo para obter a solução do problema e para compreensão do conteúdo, em que quatro avaliaram como considerável e quatro como alta. Cinco alunos (63%) participaram ativamente das discussões em grupo e um afirmou ter participado do debate, mas não teve suas ideias consideradas. Para seis estudantes, todos participaram ativamente dos debates, mas dois afirmaram que apenas alguns colegas participaram das discussões para resolver o problema. Para a resolução dos problemas, os alunos recorreram aos conhecimentos prévios, discutiram em grupo, estudaram, identificaram e exploraram novas áreas, adquirindo ferramentas para obter habilidades técnicas, cognitivas e atitudinais para a prática profissional e para a vida (Borges & Alencar, 2014; Bustamante, Prieto, & Torres, 2012).

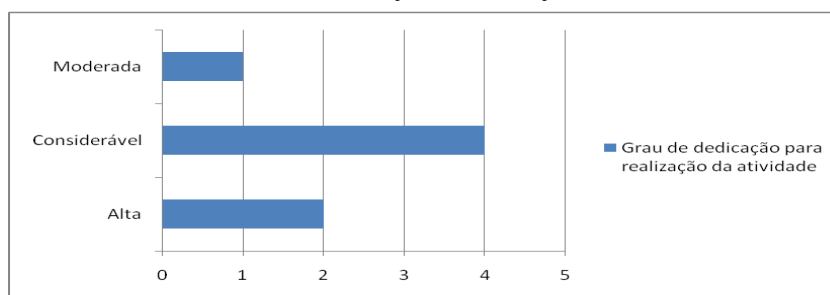
A terceira atividade explorou o conteúdo Máximos e Mínimos de Funções, utilizando como metodologia a instrução por pares. Os estudantes fizeram a leitura do texto “Valores máximo e mínimo” (Stewart, 2011, p. 253), que faz parte da pré-aula nessa metodologia, e em seguida responderam algumas questões para identificar, antes da aula, os tópicos que precisam ser explorados. Treze estudantes enviaram o formulário composto por oito questões de múltipla escolha. Recebemos a autoavaliação de apenas sete deles, que também fizeram as questões individuais e participaram das discussões em grupo. Outros cinco estudantes não participaram da aula síncrona, mas realizaram a atividade posteriormente e enviaram o formulário com a autoavaliação. Todos declararam se sentir bem no decorrer da aula e que o texto estava claro, sendo que para cinco a leitura possibilitou compreender os conceitos de Máximos e Mínimos de Funções; um estudante afirmou que, embora o texto estivesse claro, com a explicação da professora foi possível entender melhor a matéria; e para um estudante essa leitura não possibilitou a compreensão do conteúdo. De acordo com Mattar (2017), a instrução por pares incentiva os alunos a resolverem problemas e adquirirem conhecimento a partir da leitura de fontes primárias, e contribui para a autonomia, pois os estudantes tornam-se gestores de sua aprendizagem.

Quanto à resolução dos exercícios, três resolveram sem dificuldades, três indicaram que, apesar de compreenderem o conteúdo, tiveram dificuldade em resolvê-los e um aluno não compreendeu o conteúdo e teve dificuldade em resolver os exercícios. De acordo com

seis estudantes, a correção dos exercícios e a explicação de tópicos do conteúdo pela professora esclareceram algumas dúvidas. Para um aluno, a explicação da professora possibilitou a compreensão do conteúdo, uma vez que isso não foi possível apenas com a leitura do texto. Essa informação alerta para a função de mediador do professor para se alcançar os objetivos de aprendizagem. Espera-se do aluno um papel mais ativo frente à sua aprendizagem, e do professor uma atitude de facilitador desse processo, oferecendo ao estudante um ambiente de liberdade e apoio (Mitre et al., 2008).

De acordo com a percepção dos alunos, houve dedicação na realização das atividades, sendo o grau dessa dedicação representado no Gráfico 4.

Gráfico 4: Grau de dedicação na realização da atividade 3.



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Na perspectiva de dois estudantes, a atividade teve alto grau de importância para a compreensão do conteúdo, e grau considerável para quatro estudantes; o mesmo resultado foi observado para a contribuição da discussão em grupo na compreensão do conteúdo. Todos afirmaram ter participado ativamente nas discussões e contribuído com o grupo, e a maioria (seis) indicou que os demais colegas também o fizeram. Assim como nas atividades anteriores, aferimos que as metodologias ativas contribuem para a aprendizagem dos estudantes.

Nos formulários de autoavaliação, além das questões de múltipla escolha sobre as atividades, os estudantes fizeram comentários avaliando as aulas e escreveram sobre como se sentiram em cada uma delas. Dessas falas emergiram quatro categorias, que são “[...] rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidades de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão das características comuns destes elementos” (Bardin, 2011, p. 147).

Destaca-se que as análises foram realizadas mediante as interpretações das informações coletadas, sendo que:

[...] tudo o que é visto e compreendido por uma pessoa sempre o é nesse movimento em que a consciência, pelos atos intencionais, enlaça o visto trazendo-o como tal para si. Desse modo, opera mediante seus atos de compreensão, interpretação e organização concernentes ao isto que foi enlaçado na percepção, de modo a possibilitar a comunicação (Bicudo & Klüber, 2013, p. 35).

Assim, não se assume uma postura neutra diante do que é apresentado, pois a pesquisadora traz consigo as concepções de mundo, de educação, de sociedade, que, mesmo de modo inconsciente, influenciam suas interpretações. Entretanto, buscou-se o olhar para o fenômeno, com vistas a compreendê-lo em sua essência.

As quatro categorias elencadas são: estímulo à participação do aluno; contribuições para a aprendizagem; o papel do professor; e dificuldades dos estudantes para apresentar respostas.

1 - Estímulo à participação do aluno

As metodologias ativas são capazes de estimular a participação dos estudantes na realização das atividades devido aos princípios que a constituem, como citados por Diesel, Baldez e Martins (2017), com destaque para o aluno como centro do processo de ensino e aprendizagem, o trabalho em equipe e a problematização da realidade. A resolução de problemas, uma das metodologias ativas utilizada, colabora com a motivação dos estudantes e com o trabalho colaborativo (Fonseca & Gontijo, 2021; Souza & Fonseca, 2007). Para Borges e Alencar (2014), a aprendizagem baseada em problemas desenvolve habilidades de trabalho em grupo, como capacidade de argumentação, de crítica e autocrítica, de senso de responsabilidade, entre outras.

Na análise dos comentários foi possível inferir que, na percepção dos estudantes, as atividades geraram mais participação da turma, como indicaram expressões presentes em suas falas, como “todos participando”, “atrativa” e “envolvido”. Em uma pesquisa realizada por Stanberry (2018, p. 8) com alunos de Cálculo I, em uma universidade norte-americana, a utilização de metodologias ativas indicou que “a aprendizagem ativa e as práticas de envolvimento dos alunos impactaram positivamente a porcentagem de alunos que concluíram o Cálculo I [...] o desempenho e a confiança dos alunos melhoraram com este método de ensino”. Esse resultado corrobora com as falas dos estudantes nas autoavaliações.

2 - Contribuições para a aprendizagem

Expressões como “consegui compreender”, “maior aprendizado” e “assimilar o conteúdo”, que estiveram presentes nos comentários, indicaram que a atividade promoveu a aprendizagem na percepção dos estudantes. Esse resultado corrobora com outras pesquisas, como a de Salvador, Rolando, Oliveira e Vasconcellos (2014, p. 310), que utilizaram a aprendizagem baseada em problemas com estudantes de ensino médio, relatando que “[...] os estudantes tiveram alguma retenção do conteúdo em longo prazo e capacidade de aplicação dos princípios aprendidos a situações do cotidiano”. Em se tratando de Cálculo Diferencial e Integral, as metodologias ativas têm o potencial de melhorar a aprendizagem dos estudantes, como destacado na pesquisa de Çekmez (2020), em que houve um impacto positivo no ensino de Cálculo com o *think-pair-share* aliado ao uso do GeoGebra, uma vez que as interações dos estudantes nos grupos geraram melhorias no desempenho, conforme verificado pela comparação do pré-teste com o pós-teste aplicados.

Também se destaca, nessa categoria, a importância do trabalho em grupo para a aprendizagem. O aumento do interesse e da motivação é benefício do trabalho em equipe desenvolvido em sala de aula, e ainda maior aprendizado se comparado com o trabalho individual, além de desenvolver a capacidade de entendimento de realidades complexas em projetos multifuncionais (Costa, 2005; Fragelli & Fragelli, 2017). A aprendizagem baseada em problemas, o *think-pair-share* e a instrução por pares, que foram as metodologias utilizadas, envolvem momentos em duplas ou grupos, para que os alunos discutam suas resoluções e observações individuais e cheguem a um consenso de resposta.

A princípio, o trabalho em grupo no ensino remoto foi desafiador, pois se dedicou tempo de aula para ensinar como utilizar as ferramentas para o trabalho *online* e foi preciso driblar os problemas com conexão ruim dos participantes, falta de câmera e microfone e suas dificuldades na utilização dos recursos. Mesmo com esses desafios, a atividade em equipe foi positiva para a aprendizagem.

3 –O papel do professor

No trabalho com metodologias ativas, é preciso que o professor seja flexível e motivador (Souza & Fonseca, 2007), que saiba identificar as competências e habilidades que precisam ser desenvolvidas nos estudantes (Lovato, Michelotti, Silva, & Loretto, 2018) e que proporcione um ambiente adequado ao desenvolvimento da autonomia discente (Diesel, Baldez, & Martins, 2017).

O acompanhamento do professor no decorrer da atividade é importante para o bom desenvolvimento do trabalho, como recomenda Costa (2005), para que seja possível conduzir as discussões e auxiliar nas dificuldades apresentadas. De acordo com Mitre et al. (2008), é necessário que o professor tenha uma atitude de facilitador dos processos de ensino e aprendizagem ao utilizar metodologias ativas em sala de aula, oferecendo ao aluno um ambiente de liberdade e apoio. É preciso que tanto o professor quanto o aluno tenham papéis ativos para que ocorra a aprendizagem.

Além desse acompanhamento na realização das atividades, cabe ao professor lançar mão da avaliação como ferramenta para planejar ações mediante resultados apresentados. Como destaca Silva (2023), a avaliação pode ser um instrumento de ensino, voltado aos processos de aprendizagem. No caso da autoavaliação, em que os estudantes refletem e emitem julgamentos em relação à sua aprendizagem e suas produções, valorando-as (Silva, 2023), o professor tem acesso às percepções de seus estudantes sobre todo o processo, sendo possível fazer adequações visando a melhoria nos processos de ensino e aprendizagem. Para Villas Boas (2014) cabe ao professor incentivar a prática da autoavaliação e fazer uso das informações na reorganização do trabalho pedagógico.

Considerando o contexto da turma investigada, que são alunos de licenciatura, há a preocupação com a formação do futuro professor, uma vez que esse estudante tenderá a reproduzir as experiências vivenciadas por ele no exercício de sua profissão.

4 – Dificuldades dos estudantes para apresentar respostas

No ensino tradicional, o estudante tem como tarefa absorver os conteúdos transmitidos pelo professor, e no caso da matemática, resolver os exercícios propostos e decorar fórmulas para que seja capaz de ter um bom desempenho nas provas. De certo modo, em sala de aula ele tem uma posição passiva, pois não precisa manifestar suas dúvidas e opiniões e nem se expor diante seus colegas. Ao terem que apresentar as respostas aos colegas, no decorrer das atividades realizadas, alguns discentes relataram insegurança e desconforto.

A insegurança pode ser causada pelas poucas oportunidades dadas aos estudantes em atividades como essa, em que precisam se expressar. Mas essa é uma prática que deve permear as aulas e atividades avaliativas de matemática, pois a verbalização é uma etapa do processo de aprendizagem. Ao comunicar suas ideias para outra pessoa, seja para o professor ou para os colegas, os alunos “aprendem a ser claros, convincentes, precisos no modo como usam a matemática” (Almeida & Fernandes, 2010, p. 112). Além disso, ouvir diferentes justificativas de seus colegas ajuda no desenvolvimento de seu próprio conhecimento.

Foi possível inferir que as atividades utilizadas para trabalhar o conteúdo Limites, por meio da ideia intuitiva, contribuíram para sua compreensão. Isso porque, na percepção dos estudantes, as atividades que exploraram esse conceito ajudaram. Também pode-se concluir que situações problema que articulem teoria e prática e que envolvem o trabalho em equipe estimulam a participação dos alunos e cooperam com a aprendizagem.

Infere-se ainda que, para 71% dos estudantes que enviaram a autoavaliação, as atividades que envolvem leitura e pesquisa contribuem para a compreensão de conceitos relacionados à Derivada de uma função. Para Diesel, Baldez e Martins (2017), a leitura está



entre as ações necessárias para que o aluno tenha maior interação no processo de construção do próprio conhecimento, exercitando a autonomia.

Destacamos que os resultados das autoavaliações dos estudantes foram utilizados no planejamento das atividades posteriores, pois, como já destacado neste artigo, além desse instrumento ser utilizado para que o discente reflita a respeito de suas aprendizagens, a avaliação e o ensino são intrínsecos. Desse modo, a análise das respostas obtidas serviu para direcionar o trabalho docente, visando melhorias nos processos de ensino e aprendizagem.

4 Considerações

Ao observar a autoavaliação dos estudantes a respeito das aulas de Cálculo Diferencial e Integral com as metodologias ativas, levando em consideração as atividades matemáticas individuais e em grupo e, mais especificamente, os formulários de autoavaliação, infere-se que as atividades contribuíram com a aprendizagem dos conteúdos trabalhados. Destacamos a importância do professor nesse contexto, atuando como um mediador no processo de ensino e aprendizagem.

A autoavaliação foi um instrumento importante no processo, por favorecer ao discente a reflexão sobre a aprendizagem, e coaduna com os princípios das metodologias ativas, pois possibilita ao estudante colocar-se como um sujeito ativo e corresponsável. Por outra perspectiva foi uma ferramenta valiosa para o docente por fornecer indicativos a respeito do ensino, possibilitando ajustes às metodologias utilizadas e intervenções necessárias.

A passividade em sala de aula e as avaliações com foco na reprodução de fórmulas e conceitos são entraves na identificação das dificuldades dos estudantes e atrapalham a elaboração de estratégias de ensino adequadas. Como nas atividades realizadas era preciso emitir opinião, trocar ideias com os colegas e resolver problemas que não tinham resposta única, houve o envolvimento dos alunos na realização das atividades, mesmo em situação de aulas remotas. A autoavaliação foi outro momento dedicado ao estudante, para que expressasse não apenas suas impressões sobre as aulas, no que diz respeito à metodologia adotada, mas também sua aprendizagem. Essa dinâmica também estimula a autonomia do estudante, pois ele é provocado a sair da posição passiva das aulas expositivas tradicionais e da resolução de exercícios.

A autoavaliação da aprendizagem pode ser utilizada tanto em Cálculo Diferencial e Integral como em outras disciplinas no ensino superior, sendo um instrumento de diagnóstico e planejamento docente. A divulgação de resultados de pesquisas exitosas reforça que seu uso contribui com o processo de ensino e aprendizagem de matemática.

Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Estadual de Goiás - UEG pelo apoio financeiro por meio do Programa de Auxílio Eventos (Pró - Eventos).

Referências

- Almeida, M. G., & Fernandes, J. A. (2010, July/Dec). A comunicação promovida por futuros professores na aula de matemática. *Zetetiké*, 18(34), 109-154.
- Artigue, M. (1995). Ingeniería didáctica. In M. Artigue, R. Douady, L. Moreno, & P. Gómez (Eds.), *Ingeniería didáctica em educación matemática: un esquema para La investigación y La innovación em La enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas* (pp. 97-140). México, DF: Grupo Editorial Iberoamérica.



- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo, SP: Edições 70.
- Benakli, N., Kostadinov, B., Satyanarayana, A., & Singh, S. (2017). Introducing computational thinking through hands-on projects using R with applications to calculus, probability and data analysis. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(3), 393-427.
- Berbel, N. A. N. (2011). As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, 32(1), 25-40.
- Bezerra, W. W. V. (2019). *Avaliação para aprendizagem na disciplina de Cálculo 1: percepções de discentes e docentes da Universidade de Brasília* (Tese de doutorado, Faculdade de Educação, Universidade de Brasília). Recuperado de <http://repositorio.unb.br/handle/10482/38160>.
- Bicudo, M. A. V., Klüber, T. E. (2013). A questão de pesquisa sob a perspectiva da atitude fenomenológica de investigação. *Conjectura: filosofia e educação*, 18(3), 24-40.
- Borges, T. S., & Alencar, G. (2014). Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante no ensino superior. *Cairu Em Revista*, 3(4), 119-143.
- Buriasco, R. L. C., Ferreira, P. E. A., & Ciani, A. B. (2009). Avaliação como prática de investigação (alguns apontamentos). *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 22(33), 69-96.
- Bustamante, Ó. P., Prieto, V. A., & Torres, T. T. (2012). Aprendizaje basado en problemas: evaluación de una propuesta curricular para La formación inicial docente. *Estudios Pedagógicos*, 38(1), 161-180.
- Carvalho, A. M. P., & Gil-Pérez, D. (2011). *Formação de professores de ciências: tendências e inovações*. São Paulo, SP: Cortez.
- Çekmez, E. (2020). Establishing the link between the graph of a parametric curve and the derivatives of its component functions. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(1), 115-130.
- Costa, F. C. X. (2005). Trabalho em grupo entre alunos de cursos de administração: Uma utopia? *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 7(19), 36-45.
- Diesel, A., Baldez, A. L. S., & Martins, S. N. (2017). Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. *Revista Thema*, 14(1), 268-288.
- Fernandes, R. A. C., Rosa, D. E. G., Fontes, L. S., Silva, E. F., & Ataíde, J. (2018). A didática como espaço de (trans)formação de ciências e matemática. *Anais do XIX ENDIPE*, 1-37.
- Fonseca, M. G., & Gontijo, C. H. (2021). Pensamento crítico e criativo em matemática: uma abordagem a partir de problemas fechados e problemas abertos. *Perspectivas da Educação Matemática*, 14(34), 1-18.
- Fragelli, R. R., & Fragelli, T. B. O. (2017). Trezentos: a dimensão humana do método. *Educar em Revista*, (63), 253-265.
- Lopez, I. F., & Segadas, C. (2014). A disciplina Cálculo I nos cursos de Engenharia da UFRJ: sua relação com o acesso à universidade e sua importância para a conclusão do curso. *REUCP*, 8(2), 92-107.
- Lovato, F. L., Michelotti, A., Silva, C. B., & Loretto, E. L. S. (2018). Metodologias ativas de



- aprendizagem: uma breve revisão. *Acta Scientiae*, 20(2), 154-171.
- Mattar, J. (2017). *Metodologias ativas: para a educação presencial, blended e a distância*. São Paulo, SP: Artesanato Educacional.
- Mitre, S. M., Siqueira-Batista, R., Girardi-De-Mendonça, J. M., Morais-Pinto, N. M., Meirelles, C. D. A. B., Pinto-Porto, C., Moreira, T., & Hoffmann, L. M. A. (2008). Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. *Ciências e Saúde Coletiva*, 13, 2133-2144.
- Moraes, R., Galiuzzi, M. C. (2016). *Análise Textual Discursiva*. Ijuí, RS: Ed. Unijuí.
- Moretto, V. P. (2007). *Prova: um momento privilegiado de estudo, não um acerto de contas*. Rio de Janeiro, RJ: Lamparina.
- Oliveira, M. C. A., & Raad, M. R. (2012). A existência de uma cultura escolar de reprovação no ensino de Cálculo. *Boletim do GEPEM*, (61), 125-137.
- Pais, L. C. (2002). *Didática da Matemática: uma análise da influência francesa*. Belo Horizonte, MG: Autêntica.
- Pinto, A. S. S., Bueno, M. R. P., Silva, M. A. F. A., Sellmann, M. Z., & Koehler, S. M. F. (2012). Inovação Didática – Projeto de Reflexão e Aplicação de Metodologias Ativas de Aprendizagem no Ensino Superior: uma experiência com “peer instruction”. *Janus*, 75-87.
- Prahl, K. (2017). Best Practices for the Think-Pair-Share Active-Learning Technique. *The American Biology Teacher*, 79(1), 3-8.
- Salinas, P., & Alanís, J. A. (2009). Hacia um nuevo paradigma em la enseñanza del cálculo dentro de una institución educativa. *Revista Latino americana de Investigación en Matemática Educativa*, 12(3), 355-382.
- Salvador, D. F., Rolando, L. G. R., Oliveira, D. B., & Vasconcellos, R. F. R. R. (2014). Aplicando os princípios da Aprendizagem Baseada em Problemas como modelo instrucional no contexto de uma feira de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 292-317.
- Santos, V. S., & Gontijo, C. H. (2018). *Avaliação em matemática: percepções docentes e implicações para o ensino e aprendizagem*. Curitiba, PR: Appris.
- Santos, R. M., & Borges Neto, H. (2005). Avaliação do desempenho no processo de ensino-aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral I (o caso da UFC). *Laboratório de Pesquisa Multimeios*. Recuperado de <http://blogs.multimeios.ufc.br/wp-content/blogs.dir/33/files/2020/10/artigo-avaliacao-do-desempenho-no-processo-de-ensino-aprendizagem.pdf>.
- Silva, G. S. (2023). Índícios de autoavaliação em um Vaivém. *Bolema*, 37(77), 1087-1105.
- Silva, G. S., & Buriasco, R. L. C. (2020). Fichas de autoavaliação em matemática: um estudo de respostas de alunos. In M. I. R. Ortigão, & J. R. V. Santos. (Orgs.). *Avaliação e Educação Matemática: pesquisas e delineamentos* (pp. 46-57). Brasília, DF: SBEM.
- Souza, D. V., & Fonseca, R. F. (2007). Reflexões acerca da aprendizagem baseada em problemas na abordagem de noções de cálculo diferencial e integral. *Educ. Matem. Pesq.*, 19(1), 197-221.
- Stanberry, M. L. (2018). Active learning: a case study of student engagement in college Calculus. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*,



49(6), 1-11.

Vandenbussche, J., Ritter, L., & Scherrer, C. (2018). An incentivized early remediation program in Calculus I. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 49(2), 1-15.

Villas Boas, B. M. F. (2014). Avaliação para aprendizagem na formação de professores. *Cadernos de Educação*, 26, 57-77.

Wrobel, J. S., Zeferino, M. V. C., & Carneiro, T. C. J. (2013). Um mapa do ensino de Cálculo nos últimos 10 anos do COBENGE. *Anais do XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*, 1-12. Recuperado de https://www.turing.pro.br/anais/COBENGE-2013/pdf/117437_1.pdf.