RECURSOS DO STACK PARA A AVALIAÇÃO FORMATIVA NO CÁLCULO

Raphael Mendonça Bussons da Silva, Ivanete Zuchi Siple

INTRODUÇÃO

No contexto do ensino de Matemática, a avaliação da aprendizagem dos alunos configura-se como um desafio na prática docente, exigindo dos professores a articulação de diferentes estratégias e instrumentos de avaliação. A evolução digital tem oportunizado a implementação de novos instrumentos que ampliam as possibilidades de avaliação da aprendizagem dos estudantes. Entretanto, na realização de avaliações digitais, é comum que as ferramentas digitais utilizem somente questões de múltipla escolha, verdadeiro-ou-falso e de resposta final. Azmi e Khoshaim (2021) indicam que, embora questões desses tipos proporcionem uma avaliação fácil e consistente, porém incapaz de avaliar o pensamento lógico e as decisões tomadas pelo estudante em cada etapa, o que dificulta o trabalho dos professores. A obra de Bodnarchuk *et al*. (2026) também aponta que questões de múltipla escolha e verdadeiro-ou-falso podem ser úteis em alguns contextos, mas elas pouco informam sobre os métodos usados pelo aluno e as etapas realizadas no cálculo, além de serem incapazes de fornecer pontuação parcial da mesma forma que um professor fornece ao perceber o esforço feito pelo aluno.

Diante de tal contexto, surge o STACK (*System for Teaching and Assessment using a Computer álgebra Kernel*, em inglês), um sistema presente nos ambientes Moodle e ILIAS que permite o desenvolvimento e aplicação de questões matemáticas capazes de avaliar, automaticamente, a resposta do aluno utilizando propriedades e conhecimentos matemáticos (Lowe; Sangwin; Jones, 2019). Em relação à outras opções de ferramentas, o STACK foi escolhido por apresentar recursos considerados fundamentais para a avaliação formativa dos alunos, incluindo: capacidade de gerar versões aleatórias de questões, de forma que cada estudante tenha acesso a uma versão diferente de uma mesma questão, e a presença de *feedback* personalizado para cada estudante, em que é possível destacar e indicar propriedades matemáticas da resposta do aluno (Sangwin, 2015).

O objetivo geral da pesquisa foi desenvolver recursos digitais com a utilização das ferramentas do STACK que possam auxiliar professores e alunos no processo de avaliação formativa do Cálculo.

DESENVOLVIMENTO

Dando continuidade aos estudos anteriores sobre o uso do STACK, esta etapa da pesquisa envolveu a retomada e o aprofundamento dos conhecimentos técnicos e pedagógicos necessários à exploração de ferramentas em contextos educacionais. Assim, foram revisitados o sistema tipográfico LaTeX, o ambiente virtual Moodle, o sistema de álgebra computacional Maxima e a linguagem de marcação HTML, considerando a articulação desses recursos com as funcionalidades disponibilizadas pelo STACK. Além disso, realizou-se um levantamento de trabalhos correlatos, buscando identificar pesquisas que investigassem a utilização do STACK no ensino e na aprendizagem de Matemática. Entre os trabalhos encontrados, destacam-se: a criação de uma ferramenta de IA Generativa para criação de questões do STACK (Riyantoko *et al*., 2026) e uma comparação psicométrica entre o STACK e a avaliação tradicional do ambiente Moodle, indicando que o STACK possui vantagens significativas, tais como: maior escalabilidade para avaliações com muitos alunos, disponibilidade de pontuações parciais e menor necessidade de correções manuais pelo professor (Bodnarchuk *et al.*, 2026). Para a pesquisa atual, foram criadas questões, no STACK, sobre diferentes temas abordados na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral II (CDI2). Paralelamente, foram realizadas revisões nas questões de Álgebra Linear (ALI) criadas nas etapas anteriores da pesquisa, considerando os resultados dos *feedbacks* fornecidos pelos professores que utilizaram as tarefas em sala de aula.

RESULTADOS

Houve a adaptação das questões de ALI, visando aprimorar as questões e adequá-las às necessidades identificadas durante sua aplicação no contexto educacional. Também ocorreu o desenvolvimento de 14 novas questões sobre os temas: funções de 2 variáveis (2), integrais indefinidas (9), integrais definidas (2) e integrais impróprias (1). Cada questão elaborada apresenta parâmetros aleatórios que permitem que cada estudante tenha acesso a uma versão diferente da questão. Além disso, as questões armazenam dados sobre as tentativas feitas pelos alunos para permitir que o professor possa avaliar seu ensino e refletir sobre como melhorar a sua prática docente (Siple *et al*., 2024; Moro *et al*., 2024). Ao explorar os recursos do STACK no desenvolvimento de tarefas para o Cálculo, buscou-se criar questões capazes de avaliar as propriedades matemáticas das respostas dos alunos e que não sofressem com os problemas computacionais de ferramentas mais tradicionais, como a utilizada por Azmi e Khoshaim (2021). A Figura 1 mostra um exemplo de uma questão em que o aluno deve resolver integrais indefinidas utilizando o método da substituição. Nessa questão, além de *feedback*, foram utilizadas opções no STACK para que diferentes variações sejam aceitas. A Figura 2 mostra um exemplo de variação em que o estudante optou por utilizar A como a constante da resposta, em vez de C. Diferente de outras ferramentas, a mudança no símbolo utilizado para representar a constante não interfere na resposta.

Além dos resultados obtidos, também se notaram alguns desafios no desenvolvimento de questões no STACK. Além da necessidade do domínio de conhecimentos técnicos básicos, a elaboração das questões demanda também um investimento de tempo por parte do professor ou autor das questões. Esse processo envolve não apenas a configuração da questão, mas também a elaboração do respectivo *feedback*, o que, segundo Davies *et al*. (2024), é um processo complexo e não trivial, pois deve ser planejado de modo a fornecer, aos alunos, orientações adequadas aos objetivos da aprendizagem. Entretanto, Bodnarchuk *et al*. (2026) indicam que, apesar do considerável esforço inicial para desenvolvimento de questões, o STACK apresenta vantagens em relação às avaliações tradicionais, tais como: *feedback* em tempo real, armazenamento de respostas e reutilização de questões em diferentes turmas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposição de questões adequadas no STACK requer a mobilização e a integração de diferentes domínios de conhecimento, incluindo conhecimentos técnicos, pedagógicos e específicos do conteúdo matemático. A articulação entre esses domínios é fundamental para que as questões sejam adequadamente estruturadas, tanto em relação aos recursos e às funcionalidades da ferramenta quanto aos conteúdos de Cálculo e aos objetivos de aprendizagem que se pretende alcançar. A elaboração das questões envolve também a construção de *feedback* personalizado e adequado às diferentes possibilidades de resposta dos estudantes. Essa etapa amplia a complexidade do processo de desenvolvimento, exigindo a antecipação de possíveis respostas e a definição de orientações que contribuam para a compreensão dos erros e para o avanço da aprendizagem. Entretanto, o STACK apresenta, tanto para professores quanto alunos, recursos importantes para a avaliação de conhecimentos a respeito do Cálculo. Para o professor, a possibilidade de reutilizar questões, com *feedback* automático, em diversos testes e turmas otimiza o processo avaliativo, permitindo que o docente dedique seu tempo e atenção ao acompanhamento do progresso e evolução dos alunos na disciplina. Já para os alunos, o *feedback* automático e personalizado do STACK incentiva o desenvolvimento do diálogo com o professor.

Palavras-chave: STACK; Cálculo; avaliação; ensino

ANEXOS

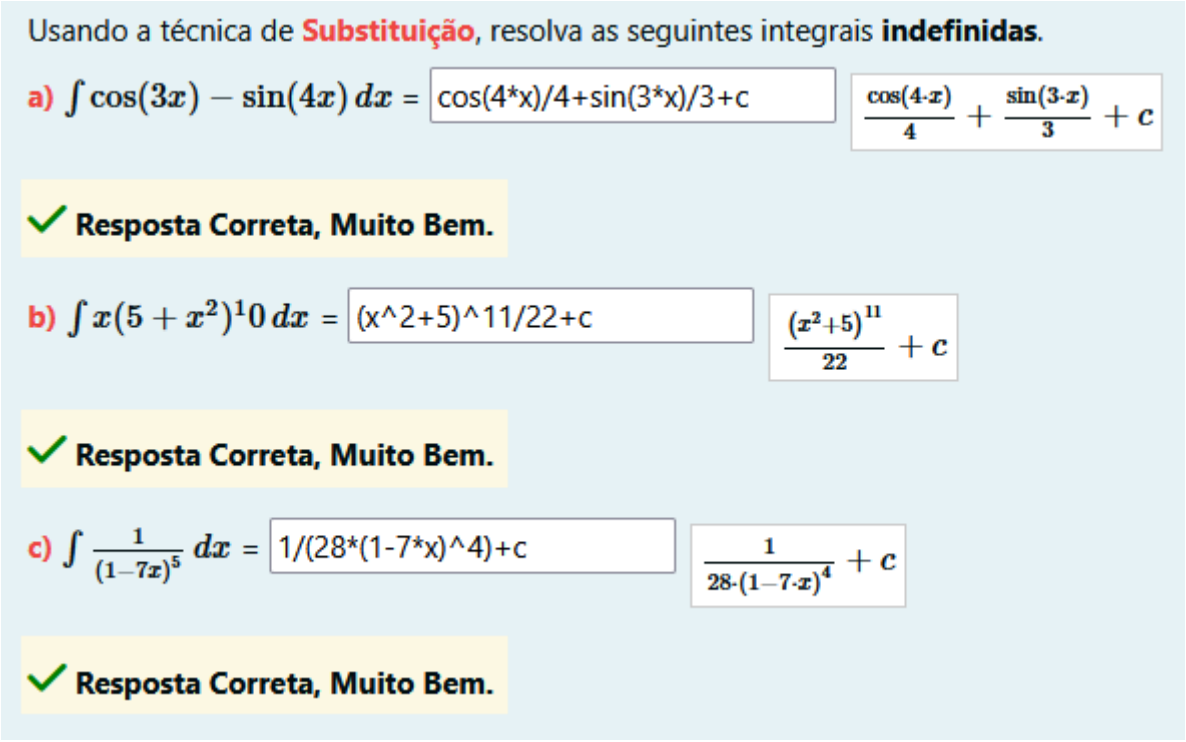


Figura 1. *Exemplo de questão sobre Integrais Indefinidas (Fonte: arquivo do próprio autor).*

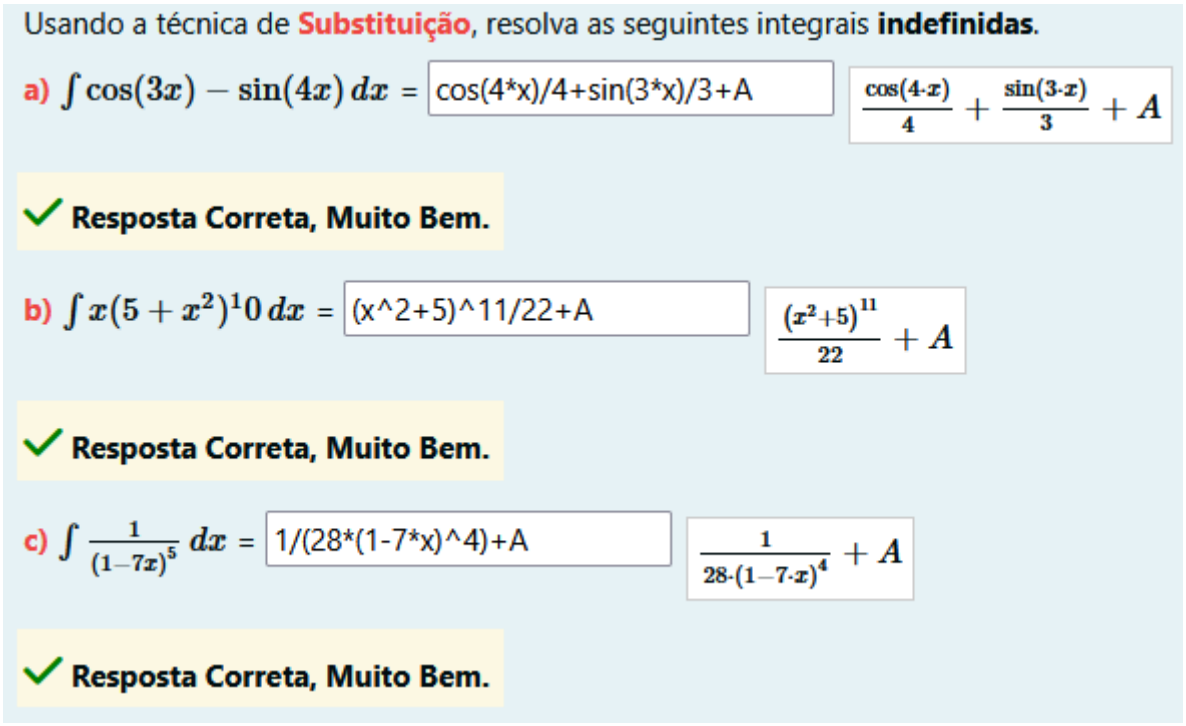


Figura 2. *Exemplo da Figura 1, utilizando a constante A (Fonte: arquivo do próprio autor).*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZMI, Fatima M; KHOSHAIM, Heba Bakr. The COVID-19 Pandemic and the Challenges of E-Assessment of Calculus Courses in Higher Education: a case study in saudi arabia. **International Journal Of Learning, Teaching And Educational Research**, [*S.L.*], v. 20, n. 3, p. 265-281, 30 mar. 2021. DOI: http://dx.doi.org/10.26803/ijlter.20.3.16. Disponível em: https://ijlter.org/index.php/ijlter/article/view/3387/pdf. Acesso em: 07 set. 2026.

BODNARCHUK, Semen; MOSKVYCHOVA, Kateryna; ORLOVSKYI, Igor; PELEKHATA, Olha; TYMOSHENKO, Olena. A Psychometric and Practical Comparison of Standard Moodle-Based and STACK-Based Step-by-Step Tests in University Calculus. **arXiv**, 2026. DOI: https://doi.org/10.48550/arXiv.2607.11382. Disponível em: https://arxiv.org/abs/2607.11382. Acesso em: 07 set. 2026.

DAVIES, Ben; CRISAN, Cosette; GERANIOU, Eirini; SMART, Teresa. A Department-Wide Transition to a New Mode of Computer-Aided Assessment Using STACK. **International Journal Of Research In Undergraduate Mathematics Education**, [*S.L.*], v. 10, n. 3, p. 850-870, 27 ago. 2024. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s40753-024-00251-5. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s40753-024-00251-5. Acesso em: 07 set. 2026.

LOWE, Tim; SANGWIN, Christopher; JONES, Ian. **Getting started with STACK**. STACK Assessment, 2019. Disponível em: https://docs.stack-assessment.org/static/2019-STACK-Guide.pdf. Acesso em: 07 set. 2026.

MORO, Graciela; SIPLE, Ivanete Zuchi; LOUREIRO, Katiani da Conceição; MANDLER, Marnei Luis. A docência em álgebra linear num contexto de trabalho colaborativo. **CONEDU - Educação Matemática**, Campina Grande: Realize Editora, v. 2, p. 13-30, 2024. Disponível em: https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/105759. Acesso em: 07 set. 2026.

RIYANTOKO, Prismahardi Aji; FUNABIKI, Nobuo; BRATA, Komang Candra; NOPRIANTO; TYAS, Sischa Wahyuning; PRASETYA, Dwi Arman. A Proposal of a Mathematics Problem Generation Tool Using Generative AI for STACK Online Assessment System. **Mathematics**, [*S.L.*], v. 14, n. 14, 9 jul. 2026. DOI: http://dx.doi.org/10.3390/math14142481. Disponível em: https://www.mdpi.com/2227-7390/14/14/2481. Acesso em: 07 set. 2026.

SANGWIN, Christopher. Computer Aided Assessment of Mathematics using STACKA. *In*: CHO, Sung Je (ed.). **Selected Regular Lectures from the 12th International Congress on Mathematical Education**. Springer, 2015. p. 695-713. Disponível em: https://www.semanticscholar.org/paper/Computer-Aided-Assessment-of-Mathematics-Using-Sangwin/a10ab2d5df6b09a21b39066460c6a7fb3f1b3762. Acesso em: 07 set. 2026.

SIPLE, Ivanete Zuchi; MORO, Graciela; BEUTER, Viviane; MANDLER, Marnei; VISEU, Floriano. Avaliação online no ensino superior: um olhar do professor de matemática para as potencialidades do STACK. **ETD - Educação Temática Digital**, Campinas, SP, v. 26, 2024. DOI: 10.20396/etd.v26i00.8672931. Disponível em: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/8672931. Acesso em: 07 set. 2026.