

**AVALIAÇÃO FORMATIVA DIGITAL: POTENCIALIDADES DO STACK NO
ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA EM CURSOS SUPERIORES**

Raphael Mendonça Bussoms da Silva, Ivanete Zuchi Siple

INTRODUÇÃO

No ensino da Matemática, a avaliação dos alunos é um tema desafiador para os professores. Segundo o questionário de Bakker, Cai e Zenger (2021), a avaliação dos alunos, antes da pandemia de COVID-19, já era um dos oito temas considerados, por professores ao redor do mundo, como desafios para a década de 2020 e, com a utilização do ensino remoto durante o período pandêmico, docentes demonstraram preocupações referentes à adaptação de seus métodos de ensino para o contexto virtual, principalmente relacionados à privacidade e à avaliação dos seus alunos.

Diante do contexto da era digital, Kinnear *et al.* (2022), propõem a utilização do STACK (*System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel*), um sistema computacional que permite tanto o desenvolvimento e aplicação de questões matemáticas sobre diversos temas quanto a avaliação automática das respostas dos alunos utilizando propriedades e conhecimentos matemáticos (Lowe, Sangwin, Jones, 2019). Em relação à outras opções, o STACK foi escolhido por dois diferenciais que o destacam: a possibilidade de criar questões com parâmetros aleatórios, de forma que cada estudante tenha uma versão diferente de uma mesma questão, assim como o feedback personalizado a cada estudante possibilitado pela utilização de uma árvore binária de nós, em que cada nó avalia uma propriedade matemática da resposta do aluno.

O objetivo geral da pesquisa foi investigar as potencialidades do STACK na proposição e avaliação formativa que potencializassem os processos de ensino e a aprendizagem de Álgebra Linear.

DESENVOLVIMENTO

De modo semelhante ao estudo anterior, exploramos os conhecimentos técnicos e pedagógicos requeridos para a utilização do STACK. Além de revisões sobre o sistema tipográfico LaTeX, o ambiente virtual Moodle, o sistema de álgebra computacional Maxima e a linguagem de marcação HTML, também consideramos as atualizações que ocorreram no STAC, com destaque para: a criação de uma biblioteca para questões que utilizam provas matemáticas como resposta (Mercuri, 2024), a criação de uma biblioteca de código com funções que auxiliam o desenvolvimento de questões de ALI (Longworth, 2024) e a criação de uma biblioteca de código que auxilia no desenvolvimento de questões que utilizam gráficos de sistemas mecânicos (Kraska, 2025). Ademais, foram estudados trabalhos correlatos que discutem a avaliação num contexto mediado por tecnologia digitais, o STACK. Embora o STACK possa ser utilizado para desenvolver questões de diversos temas da Matemática, optou-se, na pesquisa atual, pela continuação do desenvolvimento de questões sobre temas abordados na disciplina de ALI haja visto que o projeto está vinculado a um grupo colaborativo de professores da disciplina (Moro *et al.*, 2024).

RESULTADOS

Revisão do banco de questões criadas anteriormente, levando em consideração o *feedback* dado por professores de ALI. Além disso, também foram criadas 13 novas questões que contemplam conceitos de ALI, tais como: espaços e subespaços vetoriais (5), autovalores e autovetores (3),

escalonamento de matrizes (2) e operações entre matrizes (3). Cada questão elaborada apresenta parâmetros aleatórios e feedback personalizado que mostra ao aluno quais erros foram cometidos e como o discente deve proceder, mas de forma que não seja revelado um passo-a-passo completo da questão. Além disso, as questões armazenam dados sobre as tentativas feitas pelos alunos com o intuito de permitir que o professor possa avaliar seu ensino e refletir sobre sua prática, por meio de tarefas formativas propostas (Siple *et al.*, 2024; Moro *et al.*, 2024).

Na exploração das potencialidades do STACK no desenvolvimento de tarefas para espaços vetoriais, a intenção é de não usar somente respostas numéricas, mas permitir que conceitos como a avaliação de propriedades de um espaço vetorial, sejam avaliadas pelo aluno e utilizadas como resposta. Na figura 1, por exemplo, o aluno deve utilizar os conceitos de subespaços vetoriais para elaborar a prova de que um determinado conjunto é um subespaço. Para isso, são disponibilizadas sentenças da prova as quais o aluno deve colocar em ordem.

Figura 1. Demonstração de uma possível resposta para uma questão sobre Subespaços Vetoriais.

Seja $S = \{Ax | x \in \mathbb{R}^n\}$, onde A é uma matriz de números de ordem $n \times n$. Mostre que S é um subespaço vetorial.

Para realizar sua prova, arraste as afirmações verdadeiras para a esquerda e coloque-as na ordem correta.

Construct your solution here

Drag from here:

Sejam $b_1, b_2 \in S$.

Existem x_1 e x_2 tais que

$b_1 = Ax_1$ e $b_2 = Ax_2$.

Temos que:

$b_1 + b_2 = Ax_1 + Ax_2 = A(x_1 + x_2) \in S$.

Ou seja, $b_1 + b_2 \in S$

Logo, S é fechado para a multiplicação.

Existem x_1 e x_2 tais que

$x_1 = Ab_1$, e $x_2 = Ab_2$.

Seja c um escalar qualquer.

Logo, S é fechado para a adição.

Temos que:

$c b_1 = cAx_1 = A(cx_1) \in S$.

Logo, S é fechado para a multiplicação por escalar.

Portanto, como S é fechado para a adição e para a multiplicação por escalar, S é um subespaço.

Fonte: arquivo dos autores.

Além dos resultados obtidos, também se notaram algumas limitações no desenvolvimento de questões com respostas subjetivas, pois elas são mais complexas de serem desenvolvidas. Kinnear, Iannone e Davies (2024) notaram, por exemplo, que, em uma questão onde os alunos deviam dar exemplos de gráficos de funções que obedecem a certas condições, os discentes que realizaram a questão no papel se saíram melhor do que aqueles que a realizaram no STACK. Uma possível causa para esse fenômeno está na limitação imposta pelo autor da questão no STACK que limitou os estudantes a utilizarem funções definidas por partes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O STACK apresenta potencialidades para a criação de tarefas formativas, tais como a utilização de questões com respostas mais subjetivas e a avaliação automática das respostas dos alunos, porém é necessário a mobilização dos conhecimentos técnico, específico e pedagógico. Também se torna necessário avaliar quais questões podem ser adaptadas para o meio digital ou não, pois a utilização incorreta do STACK pode causar impactos negativos nas respostas dos alunos. Apesar das limitações, o STACK ainda se mostra como uma ferramenta potencial para o ensino de matemática na era digital. Para o professor, possibilita otimizar o processo avaliativo, permitindo dedicar maior atenção à análise crítica de sua prática pedagógica e ao acompanhamento das dúvidas dos alunos. Para o aluno, a possibilidade de obter *feedback* imediato para suas respostas atua como incentivador para o desenvolvimento de suas habilidades.

Palavras-chave: STACK, Álgebra Linear; avaliação online; ensino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAKKER, Arthur; CAI, Jinfa; ZENGER, Linda. Future themes of mathematics education research: an international survey before and during the pandemic. **Educational Studies In Mathematics**, [S.L.], v. 107, n. 1, p. 1-24, 6 abr. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10649-021-10049-w>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10649-021-10049-w>. Acesso em: 15 ago. 2025.

KINNEAR, George *et al.* A Collaboratively-Derived Research Agenda for E-assessment in Undergraduate Mathematics. **International Journal Of Research In Undergraduate Mathematics Education**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 201-231, 12 set. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40753-022-00189-6>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10649-021-10049-w>. Acesso em: 15 ago. 2025.

KINNEAR, George; IANNONE, Paola; DAVIES, Ben. Student approaches to generating mathematical examples: comparing e-assessment and paper-based tasks. **Educational Studies In Mathematics**, [S.L.], v. 119, n. 2, p. 179-201, 27 set. 2024. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10649-024-10361-1>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10649-024-10361-1>. Acesso em: 18 ago. 2025.

KRASKA, Martin. **Meclib: supporting mechanical systems**. STACK Assessment, 2025. Disponível em: <https://stack-assessment.org/CaseStudies/2025/Mechlib/>. Acesso em: 18 ago. 25.

LONGWORTH, Luke. **Building a library of STACK functions for use throughout a linear algebra course**. STACK Assessment, 2024. Disponível em: https://stack-assessment.org/CaseStudies/2024/Custom_libraries/. Acesso em: 18 ago. 25.

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: 18 ago. 2025.

MERCURI, Salvatore. **Enhancing proof assessment in STACK through Parson's problems**. STACK Assessment, 2024. Disponível em: <https://stack-assessment.org/CaseStudies/2024/Parsons/>. Acesso em: 18 ago. 25.

MORO, Graciela et al. 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: 18 ago. 2025.

SIPLE, Ivanete Zuchi et al. **AVALIAÇÃO ONLINE NO ENSINO SUPERIOR: UM OLHAR DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA PARA AS POTENCIALIDADES DO STACK**. **Educação Temática Digital**, Campinas, v. 26, p. 1-20, fev. 2024.

DADOS CADASTRAIS

BOLSISTA: Raphael Mendonça Bussons da Silva

MODALIDADE DE BOLSA: PROBIC/UDESC (IC)

VIGÊNCIA: 01/09/2024 a 31/08/2025 – Total: 12 meses

ORIENTADOR(A): Ivanete Zuchi Siple

CENTRO DE ENSINO: CCT

DEPARTAMENTO: Departamento de Matemática

ÁREAS DE CONHECIMENTO: Ciências Humanas/ Educação/Ensino-Aprendizagem/Tecnologia Educacional

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: A formação do (futuro) Professor de Matemática na Era Digital

Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA: Cadastro do projeto de pesquisa no SIGAA