

APLICAÇÃO DA MATEMÁTICA I A SITUAÇÕES REAIS: IMPACTO NA MOTIVAÇÃO DOS ESTUDANTES DE ENGENHARIA

APPLICATION OF MATHEMATICS I TO REAL-LIFE SITUATIONS: IMPACT ON ENGINEERING STUDENTS' MOTIVATION

APLICACIÓN DE MATEMÁTICAS I A SITUACIONES REALES: IMPACTO EN LA MOTIVACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

Isabel Perdigão Figueiredo¹ [0000-0002-3653-0842]

Ana Júlia Viamonte² [0000-0002-9845-5390]

Isabel Mendes Pinto³ [0000-0001-6069-3652]

¹CIDEM/LEMA, ISEP, Polytechnic of Porto, rua Dr. António Bernardino de Almeida, 4249-015 Porto, Portugal, ipf@isep.ipp.pt

²LEMA, ISEP, Polytechnic of Porto, rua Dr. António Bernardino de Almeida, 4249-015 Porto, Portugal, ajv@isep.ipp.pt

³CIDEM/LEMA, ISEP, Polytechnic of Porto, rua Dr. António Bernardino de Almeida, 4249-015 Porto, Portugal, irm@isep.ipp.pt

Resumo

Este artigo descreve uma experiência pedagógica realizada na unidade curricular de Matemática I, no 1.º ano e 1.º semestre das licenciaturas em Engenharia de Sistemas e Engenharia Civil. O objetivo principal consistiu em analisar o impacto da resolução de problemas com aplicação prática na motivação e no desempenho académico. Ao longo do semestre, foram propostos trabalhos: alguns individuais e outros em grupo. Alguns trabalhos foram realizados em suporte físico e outros em formato digital, através da plataforma Moodle. Todos os estudantes inscritos nas unidades curriculares participaram na experiência. A estratégia visou promover a ligação entre os conteúdos matemáticos e contextos reais da engenharia, fomentando o interesse e a participação ativa dos alunos. Os dados recolhidos mostraram uma melhoria significativa nas taxas de aprovação, em comparação com anos anteriores. Além disso, os estudantes expressaram uma percepção positiva relativamente à abordagem aplicada, apesar de reconhecerem o aumento da complexidade dos exercícios. Os resultados sugerem que a inclusão de tarefas contextualizadas pode ser uma via eficaz para o ensino da Matemática no ensino superior, contribuindo tanto para o sucesso académico como para o desenvolvimento de competências transversais essenciais na formação em Engenharia.

Palavras-chave: Ensino da Matemática, Engenharia, Aplicação Prática, Motivação.

Abstract

This paper describes a pedagogical experiment conducted in the Mathematics I course during the first year, first semester, of the undergraduate programs in Systems Engineering and Civil Engineering. The primary objective was to analyze the impact of problem-solving with practical applications on student motivation and academic performance. Throughout the semester, assignments were proposed, some individual and others group-based. Certain assignments were completed in physical format, while others were submitted digitally via the Moodle platform. All students enrolled in the courses participated in the experiment. The strategy aimed to promote the connection between mathematical content and real engineering contexts, fostering student interest and active participation. The collected data demonstrated a significant improvement in pass rates compared to previous years. Additionally, students expressed a positive perception of the applied approach, despite acknowledging the increased complexity of the exercises. The results suggest that the inclusion of contextualized tasks can be an effective approach for teaching Mathematics in higher education, contributing both to academic success and to the development of transversal competencies essential in Engineering education.

Keywords: Mathematics Education, Engineering, Practical Application, Motivation.

Resumen

Este artículo describe un experimento pedagógico realizado en el curso de Matemáticas I durante el primer año, primer semestre, de los programas de grado en Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Civil. El objetivo principal fue analizar el impacto de la resolución de problemas con aplicaciones prácticas en la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes. A lo largo del semestre se propusieron tareas, algunas individuales y otras en grupo. Algunas se realizaron en formato físico y otras se entregaron digitalmente a través de la plataforma Moodle. Todos los estudiantes matriculados en las asignaturas participaron en el experimento. La estrategia buscó promover la conexión entre los contenidos matemáticos y contextos reales de la ingeniería, fomentando el interés y la participación activa del alumnado. Los datos recogidos mostraron una mejora significativa en las tasas de aprobación en comparación con años anteriores. Además, los estudiantes expresaron una percepción positiva del enfoque aplicado, aunque reconocieron una mayor complejidad en los ejercicios. Los resultados sugieren que la inclusión de tareas contextualizadas puede ser un enfoque eficaz para la enseñanza de las Matemáticas en la educación superior, contribuyendo tanto al éxito académico como al desarrollo de competencias transversales esenciales en la formación en Ingeniería.

Palabras-clave: Educación Matemática, Ingeniería, Aplicación Práctica, Motivación.

INTRODUÇÃO

Os estudantes de engenharia tendem a manifestar uma preferência marcada por abordagens pedagógicas de cariz prático, valorizando metodologias de ensino que favoreçam a compreensão da aplicabilidade dos conteúdos curriculares, bem como a sua transferência para contextos profissionais ou situacionais concretos. Este perfil de aprendizagem está frequentemente associado a um maior envolvimento cognitivo e motivacional quando os conteúdos são apresentados de forma contextualizada e orientados para a resolução de problemas reais (Felder & Silverman, 1988). A aprendizagem ativa caracteriza-se pela promoção do envolvimento profundo dos estudantes no processo educativo, através da utilização de situações reais ou simuladas que exigem o desenvolvimento de tarefas cognitivas de ordem superior – como a análise, a síntese e a avaliação. Esta abordagem pedagógica tem-se revelado eficaz na promoção da motivação e do pensamento crítico, ao centrar a aprendizagem na ação do estudante, em oposição à simples receção passiva de conteúdos (Bonwell & Eison, 1991; Prince, 2004). Estudos recentes confirmam, inclusive, que estratégias como a aprendizagem ativa contribuem para o desenvolvimento de competências transversais e da consciência metacognitiva em estudantes de engenharia, particularmente nos primeiros anos do curso (Raveendranath, 2022). A Matemática desempenha um papel central no currículo dos cursos de Engenharia, ao oferecer os fundamentos teóricos e analíticos indispensáveis à modelação, interpretação e resolução de problemas complexos de natureza técnica e científica (Steen, 2001; Niss & Højgaard, 2019). No entanto, a forma como a disciplina é tradicionalmente ensinada, frequentemente centrada em abstrações e formalismos, pode gerar dificuldades de compreensão e desmotivação, especialmente entre os estudantes do primeiro ano (Masola & Allevato, 2016). Vários estudos têm sublinhado a importância de integrar contextos reais no ensino da Matemática, particularmente em cursos de formação aplicada como a Engenharia, de forma a torná-la mais significativa para os estudantes (Kaiser & Sriraman, 2006; Niss, 2015). A aprendizagem baseada na resolução de problemas contextualizados não apenas favorece o desenvolvimento de competências técnicas, como também fomenta habilidades transversais fundamentais para a prática profissional, tais como pensamento crítico, comunicação científica e trabalho colaborativo (Viamonte et al., 2024). Neste cenário, o presente artigo descreve e analisa uma intervenção pedagógica implementada em duas unidades curriculares de Matemática I, pertencentes a dois cursos distintos de Engenharia de uma instituição de ensino superior. A proposta baseou-se na introdução de tarefas com aplicação prática, articuladas com situações reais do contexto profissional. O objetivo principal deste estudo consistiu em analisar em que medida esta abordagem pedagógica contribui para o aumento da motivação dos estudantes e para a melhoria do seu desempenho académico, tendo por base referenciais teóricos contemporâneos sobre aprendizagem significativa e ensino orientado por competências. Adicionalmente, pretendeu-se investigar se

a aplicação desta metodologia, na mesma unidade curricular lecionada por docentes distintos em dois cursos de Engenharia diferentes, conduziu a resultados diferenciados. Com este propósito, procurou-se compreender se o docente e/ou o curso constituem fatores determinantes nos resultados obtidos, ou se a metodologia aplicada tem um impacto independente dessas variáveis.

A estrutura deste artigo organiza-se em quatro secções principais. Após a introdução, na secção 1, apresenta-se o enquadramento teórico que fundamenta a abordagem adotada, com especial enfoque nos pressupostos da aprendizagem significativa e do ensino orientado por competências. De seguida, é descrita a intervenção pedagógica implementada, incluindo o contexto da experiência, os objetivos, as metodologias de ensino e avaliação, bem como os tipos de tarefas propostas. A secção 2 dedica-se à análise e discussão dos resultados obtidos, à luz dos dados quantitativos e qualitativos recolhidos. Por fim, a última secção apresenta as principais conclusões do estudo, refletindo sobre as implicações pedagógicas dos resultados e apontando direções para investigações futuras.

1 METODOLOGIA

A experiência didático-pedagógica apresentada neste estudo foi implementada no âmbito da unidade curricular (UC) de Matemática I (MATE1), lecionada durante o primeiro semestre do ano letivo de 2024/2025. A iniciativa contou com a participação da totalidade dos estudantes inscritos nesta UC, pertencentes aos cursos de Licenciatura em Engenharia de Sistemas (LES) e Licenciatura em Engenharia Civil (LEC). É recorrente que os estudantes do primeiro ano dos cursos de engenharia manifestem percepções negativas relativamente às UC de matemática, considerando-as pouco estimulantes, o que frequentemente se traduz em taxas elevadas de insucesso.

A presente experiência teve como objetivo principal promover a motivação dos estudantes para a aprendizagem dos conteúdos matemáticos, através da adoção de uma abordagem mais ativa e participativa, procurando envolvê-los como agentes centrais no processo de construção do conhecimento, em oposição a uma postura meramente passiva.

Tradicionalmente, a avaliação desta UC baseava-se na realização de dois testes individuais escritos. Com o intuito de fomentar o envolvimento contínuo dos estudantes e promover uma maior assiduidade e foco na UC, foi introduzida a realização de trabalhos práticos ao longo do semestre como componente adicional de avaliação. Paralelamente, visando proporcionar uma compreensão mais clara da relevância e aplicabilidade dos conteúdos matemáticos no contexto da formação em engenharia, estes trabalhos foram concebidos com base em aplicações práticas, de forma a evidenciar a utilidade da matemática na resolução de problemas reais inerentes às respetivas áreas de estudo.

As atividades propostas foram integradas numa lógica de interdisciplinaridade, permitindo aos estudantes estabelecer conexões entre os conceitos matemáticos e os desafios próprios da engenharia. Esta articulação entre teoria e prática favoreceu a integração dos conteúdos, reforçando o seu valor instrumental e formativo. A inclusão de tarefas com contextualização prática não apenas aproximou os estudantes da realidade profissional, como também contribuiu para o desenvolvimento de competências analíticas e interpretativas fundamentais ao perfil do futuro engenheiro.

Para além dos conteúdos disciplinares, as atividades incentivaram o desenvolvimento de competências transversais, como o trabalho em equipa, a gestão autónoma da aprendizagem e a capacidade de comunicar ideias de forma clara e rigorosa. A diversidade e escalabilidade dos desafios propostos permitiram acomodar distintos ritmos e estilos de aprendizagem, promovendo uma experiência formativa mais inclusiva. Este modelo pedagógico parece ter sido um instrumento eficaz na valorização da aprendizagem e no reforço da ligação dos estudantes entre si.

Foram propostas diversas atividades avaliativas com diferentes formatos e dinâmicas. As tarefas realizaram-se em algumas aulas e incluíram tanto trabalhos de caráter individual quanto trabalhos em grupo, de modo a promover a autonomia intelectual e o desenvolvimento de competências colaborativas.

Os trabalhos foram realizados em múltiplos suportes: alguns em formato físico (papel), outros em meio digital, sendo estes últimos submetidos por meio da plataforma de gestão de aprendizagem Moodle, ver Tabela 1.

Tabela 1

Trabalhos realizados em MATE1 da LES e da LEC

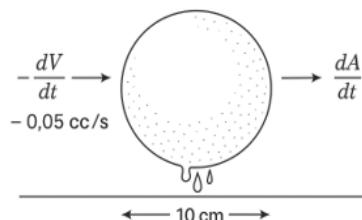
	LES	LEC
N.º de trabalhos individuais	2	2
N.º de trabalhos de grupo	4	3
N.º de trabalhos realizados em papel	1	2
N.º de trabalhos realizados no Moodle	5	3

As atividades foram sistematicamente estruturadas com o propósito de permitir que um conjunto delas fosse resolvido mediante a aplicação direta dos conhecimentos teóricos e práticos transmitidos no âmbito das aulas, garantindo a consolidação dos conteúdos ministrados. A Figura 1 ilustra um exemplo de transferência de conceitos teóricos para um contexto de aplicação real. Especificamente, trata-se de uma tarefa que envolve a aplicação prática do teorema da derivada da função composta, conteúdo integrante do programa da unidade curricular.

Figura 1

Exemplo de um trabalho aplicado

Uma bola de neve esférica derrete a uma taxa de $0,05 \text{ cc/s}$. A que taxa diminui a área da sua superfície quando o diâmetro da esfera é de 10 cm ?
 (Sugestão: Comece por usar o teorema da derivada da função composta ou regra da cadeia para calcular $\frac{dr}{dt}$ partindo da expressão do volume.)



Paralelamente, outras atividades foram delineadas para exigir dos estudantes a realização de investigação autónoma e crítica, através da consulta de fontes académicas e especializadas, visando fomentar a capacidade de análise e síntese dos conceitos científicos, ver Figura 2. Este modelo pedagógico visa, assim, promover não só a consolidação de conhecimentos, mas também o desenvolvimento de competências transversais e o raciocínio crítico. A totalidade dos estudantes inscritos nas UC envolvidas participou ativamente da experiência, o que permitiu uma ampla representatividade dos resultados obtidos e favoreceu a análise do impacto pedagógico das estratégias adotadas.

Figura 2

Exemplo de um trabalho aplicado

Numa obra de reabilitação estrutural, será colocada uma coluna de granito com secção circular variável ao longo da altura, esculpida com fins estéticos e funcionais. A forma da coluna pode ser modelada por um sólido de revolução, a secção vertical segue o gráfico da função

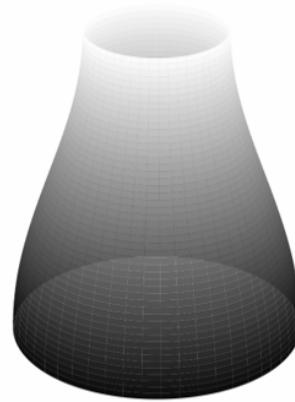
$$r(z) = 0,3 + 0,1 \cos\left(\frac{\pi z}{2}\right), \text{ com } z \in [0, 2]$$

onde:

- $r(z)$ é o raio (em metros) da secção circular da coluna a uma altura z (em metros),
- a coluna tem 2 metros de altura,
- a forma é simétrica em torno do eixo vertical (modelo de revolução).

Para saber se a pressão exercida pela coluna no solo está dentro do limite de segurança é necessário saber o seu peso. Para determinar o peso total da coluna siga os passos seguintes:

1. Determinar o volume da coluna, aplicando uma integração por disco (volume de sólido de revolução em torno do eixo vertical, $V = \pi \int_0^2 r(z)^2 dz$).
2. Calcular a massa da coluna, sabendo a densidade do granito.
3. Calcular o peso total da coluna (em Newtons).



1.1

1.2 Temas dos trabalhos

O programa da UC encontra-se estruturado em três grandes áreas temáticas: Cálculo Diferencial em \mathbb{R} , Cálculo Integral e Séries Numéricas. Para cada uma destas áreas foram realizados dois trabalhos aplicados, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2

Temas dos trabalhos realizados em MATE1 da LES e da LEC

Tema do Trabalho	
Trabalho 1	Função exponencial e função logaritmo. Funções trigonométricas e suas inversas.
Trabalho 2	Derivada de uma f.r.v.r. e suas aplicações, teoremas da derivada da função inversa e da composta, derivadas de ordem superior, diferencial.
Trabalho 3	Integrais indefinidos.
Trabalho 4	Integral definido; aplicação ao cálculo de áreas.
Trabalho 5	Séries numéricas.
Trabalho 6	Cálculo aproximado do valor da soma da série.

A abordagem teórica de cada tema foi inicialmente apresentada nas aulas teóricas, sendo posteriormente aprofundada, nas aulas práticas, através da resolução de exercícios exemplificativos que visaram consolidar os conceitos introduzidos.

A introdução teórica de cada tema foi ministrada durante as aulas teóricas, seguindo-se, nas aulas práticas, a resolução de exercícios exemplificativos. A conclusão de cada módulo temático foi assinalada pela realização de um trabalho aplicado, conforme representado na Figura 3. Estes trabalhos, de caráter obrigatório, tinham um peso de 20% na avaliação final da UC. Em contraste com os anos letivos anteriores, nos quais a avaliação consistia exclusivamente em dois testes escritos, cada um com peso de 50% na classificação final, o presente ano letivo adotou um modelo avaliativo diversificado, composto pelos dois testes, com peso individual de 40%, e pelos trabalhos práticos. Para efeitos de cálculo da classificação final, foi considerada a média dos trabalhos realizados, excluindo-se o que apresentasse a nota mais baixa.

Figura 3
Esquema das aulas



A resolução de problemas contextualizados constitui uma estratégia pedagógica fundamental no ensino da Matemática, pois promove a compreensão da relevância e da funcionalidade dos conceitos teóricos. A exposição dos estudantes a cenários realistas potencia não apenas a consolidação do conhecimento conceptual, mas também o desenvolvimento da capacidade de transferência desse conhecimento para contextos interdisciplinares, bem como para a tomada de decisões fundamentadas em situações autênticas (Kaiser & Sriraman, 2006; Niss & Højgaard, 2019).

2 RESULTADOS

No ano letivo anterior (2023-2024), a UC MATE1, inserida no plano de estudos da LES, adotou um modelo de avaliação constituído por um teste intercalar e, no final do semestre, por uma segunda avaliação, na qual cada estudante podia optar por realizar um segundo teste ou o exame final. Estavam inscritos nesta unidade curricular 71 estudantes. Desses, 54% obtiveram aprovação, 21% optaram por realizar o exame final mas não lograram aprovação, e 25% não realizaram qualquer prova final, não concluindo assim o processo avaliativo. Por sua vez, na UC homóloga da LEC, o regime de avaliação consistiu em dois testes realizados ao longo do semestre, sendo facultada a possibilidade de realização de exame final apenas para os estudantes que não atingissem a aprovação pelos testes. Nesta UC, encontravam-se inscritos 126 estudantes, dos quais 47% foram aprovados, 31% realizaram o exame final sem sucesso, e 22% não realizaram qualquer prova. Uma parte dos estudantes inscritos não cumpriu o número mínimo de presenças exigido pelas normas institucionais, o que os impossibilitou de realizar os momentos formais de avaliação. Esta situação resultou na sua retenção na unidade curricular. Conforme evidenciado na Tabela 3, a comparação entre os dois regimes de avaliação revela diferenças relevantes, quer ao nível dos padrões de participação dos estudantes nas provas de avaliação, quer nas respetivas taxas de sucesso académico.

Tabela 3

Comparação dos resultados de MATE1 na LES e na LEC

		Nº estudantes		Nº	
		Inscritos	Aprovados	Reprovados	Faltaram
2023/2024	LES	71	54%	21%	25%
	LEC	126	47%	31%	22%
2024/2025	LES	73	77%	8%	15%
	LEC	115	62%	28%	10%

A análise comparativa dos dados referentes às duas licenciaturas revela que, apesar da LES apresentar uma taxa de aprovação superior à observada na LEC, a proporção de estudantes que se abstiveram de realizar qualquer instrumento de avaliação é também mais elevada na LES. Esta diferença sugere não apenas distintos padrões de desempenho, mas também variações nos níveis de participação efetiva nas atividades avaliativas entre os dois cursos, o que poderá estar associado a fatores como o modelo de avaliação adotado, o perfil dos estudantes ou o seu grau de envolvimento ao longo do semestre. No presente ano letivo (2024-2025), o modelo de avaliação manteve a realização dos dois testes individuais como base da avaliação, mas foi complementado com a introdução dos trabalhos de aplicação. Esta componente prática que passou a integrar a avaliação final, contribuiu para uma alteração nas taxas de sucesso.

A análise dos resultados evidencia um aumento significativo na taxa de aprovação em ambas as UC, quando comparado com os dados do ano letivo anterior. Não obstante, importa salientar que a percentagem de estudantes que não realizaram qualquer prova de avaliação permanece elevada. Em ambas as licenciaturas, observa-se a presença de um número considerável de estudantes repetentes inscritos na UC, os quais, em muitos casos, não frequentam as aulas nem participam nos momentos de avaliação, o que contribui para esta tendência. Na LEC, esta situação é particularmente acentuada devido ao elevado número de estudantes com estatuto de trabalhador-estudante, o que pode limitar significativamente a sua disponibilidade para a participação regular nas atividades letivas e avaliativas.

Figura 4

Médias dos trabalhos

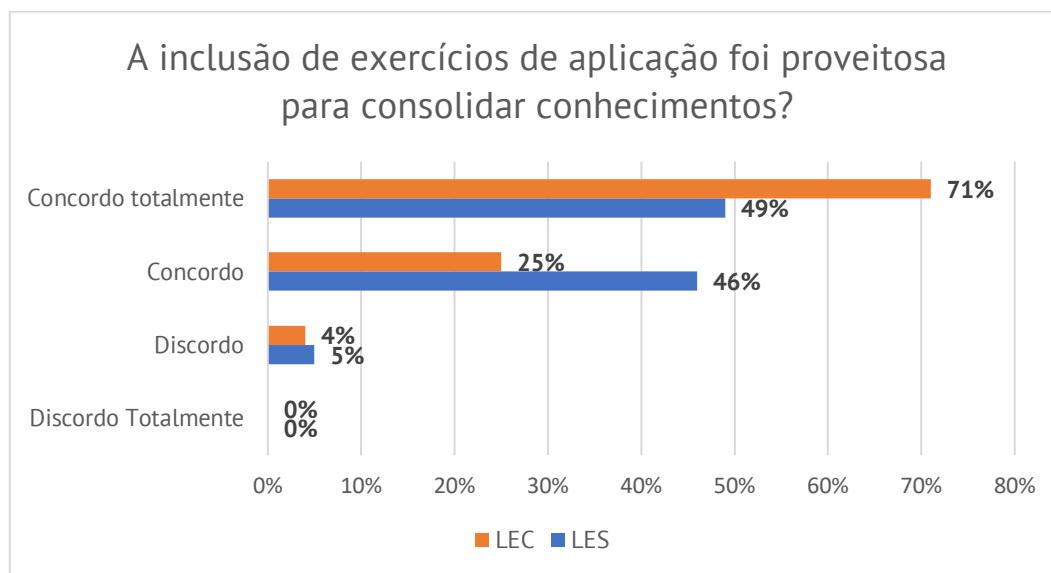


O facto desta experiência se ter realizado em cursos diferentes com docentes distintos não foi relevante para os resultados obtidos. Como mostrado na Figura 4, as médias das classificações obtidas nos trabalhos foram semelhantes nos dois cursos. Embora existam pequenas variações, estas não são significativas: em alguns casos, os estudantes da LES apresentaram melhor desempenho, enquanto em outros foram os estudantes da LEC que se destacaram. De salientar também que os estudantes da LEC não realizaram o 6º trabalho. Na LEC os trabalhos T2 e T4 foram individuais e os restantes em grupo; na LES os trabalhos T2 e T6 foram individuais e os restantes em grupo. Como se pode observar e como era esperável, em ambos os cursos, os trabalhos individuais são os que têm média mais baixa.

No final do semestre, foi disponibilizado um inquérito anónimo aos estudantes, através da plataforma Moodle, com o objetivo de aferir o impacto da metodologia adotada no respetivo processo de aprendizagem. O inquérito era composto por 17 questões: as duas primeiras destinavam-se à caracterização dos participantes, nomeadamente quanto ao género e ao número de inscrições na UC; as seguintes 14 questões, de natureza fechada, procuravam avaliar a percepção dos estudantes relativamente à metodologia implementada e ao funcionamento geral da UC. O inquérito encerrava com uma questão aberta, na qual os estudantes eram convidados a identificar os principais aspectos positivos e negativos da experiência pedagógica, segundo a sua perspetiva. A Figura 5 apresenta uma das questões fechadas incluídas no inquérito, bem como a distribuição das respostas fornecidas pelos participantes.

Figura 5

Resultado do inquérito à questão: A inclusão de exercícios de aplicação foi proveitosa para consolidar conhecimentos?



Como se pode observar na Figura 5, entre os estudantes que responderam ao inquérito, observou-se que uma larga maioria, 95% na LES e 96% na LEC, considerou que a inclusão de exercícios de aplicação contribuiu de forma significativa para a consolidação dos conhecimentos adquiridos. De modo geral, os estudantes manifestaram uma percepção positiva em relação à abordagem pedagógica implementada, destacando a relevância dos problemas aplicados, embora reconhecessem o seu grau de exigência mais elevado. A componente colaborativa dos trabalhos em grupo foi igualmente valorizada, sendo apontada como um fator que promoveu a partilha de ideias e o desenvolvimento de competências interpessoais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação de metodologias pedagógicas centradas no estudiante, com foco na aprendizagem ativa e na aplicação contextualizada dos conteúdos matemáticos, parece ter-se sido importante para a maior participação e envolvimento por parte dos estudantes do primeiro ano de engenharia. A utilização de tarefas com relevância prática, associada a uma avaliação diversificada, contribuiu para a valorização do saber matemático enquanto instrumento

de resolução de problemas do mundo real, favorecendo simultaneamente o desenvolvimento de competências analíticas, colaborativas e comunicacionais.

Este modelo de intervenção alinha-se com recomendações presentes na literatura especializada em didática da matemática e pedagogia no ensino superior, as quais destacam a importância de práticas orientadas para o pensamento crítico, a resolução autónoma de problemas e a construção ativa do conhecimento. A resposta favorável dos estudantes, observada tanto no aumento das taxas de aprovação como na qualidade das produções realizadas, indica um impacto educativo relevante, embora careça ainda de confirmação através de métricas objetivas mais sistemáticas. No que respeita a perspetivas futuras, seria importante sistematizar estas estratégias e expandi-las a outras UC.

Os resultados obtidos apontam para ganhos efetivos no desempenho académico, evidenciados por um aumento nas aprovações em comparação com o ano letivo anterior. Os dados recolhidos por via de inquérito revelam uma valorização generalizada da nova metodologia por parte dos estudantes, que referem uma melhor compreensão dos conteúdos, apesar do acréscimo de exigência. O trabalho em grupo e o uso combinado de ferramentas físicas e digitais foram também destacados como elementos facilitadores da aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom* (ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1). The George Washington University, School of Education and Human Development.
- Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering Education*, 78(7), 674–681.
- Kaiser, G., & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modeling in mathematics education. *ZDM – The International Journal on Mathematics Education*, 38(3), 302–310. <https://doi.org/10.1007/BF02652813>
- Masola, Wilson & Allevato, Norma. (2016). Dificuldades de Aprendizagem Matemática de Alunos Ingressantes na Educação Superior. *Revista Brasileira de Ensino Superior*. 2. 64–74. 10.18256/2447-3944/rebes.v2n1p64-74.
- Niss, M. (2015). Mathematical Competencies and PISA. In: Stacey, K., Turner, R. (eds) *Assessing Mathematical Literacy*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10121-7_2
- Niss, M., & Højgaard, T. (2019). Mathematical competencies revisited. *Educational studies in mathematics*, 102, 9–28, <https://doi.org/10.1007/s10649-019-09903-9>
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Raveendranath, M. M. (2022). Enhancing generic capabilities and metacognitive awareness of first-year engineering students using active learning strategy. *UGC Care Group I Listed Journal*, 12(2), 170–177. ISSN: 2278-4632.
- Steen, L. A. (2001). The dimensions of quantitative literacy. In L. A. Steen (Ed.), *Mathematics and democracy: The case for quantitative literacy* (pp. 1–22). National Council on Education and the Disciplines. ISBN 0-9709547-0-0.
- Viamonte, A.J., Pinto, I. & Figueiredo, I. (2024). Linear Algebra And Analytical Geometry – What Is It For?, ICERI2024 Proceedings, pp. 8642-8647, 17th annual International Conference of Education, Research and Innovation, Seville, Spain. 11-13 November, 2024. Publisher: IATED, ISBN: 978-84-09-63010-3, ISSN: 2340-1095, doi: 10.21125/iceri.2024.2155