



¹ Doutor em Ciências Pedagógicas, Professor, Instituição Estatal “Universidade Pedagógica Nacional do Sul da Ucrânia, nomeada em homenagem a K. D. Ushynsky”, Odessa, Ucrânia.

² Candidato em Ciências Pedagógicas, Professor Associado, Universidade de Economia e Empreendedorismo, Khmelnytskyi, Ucrânia.

³ Candidato em Ciências Técnicas, Professor Associado, Instituição Estatal “Universidade Pedagógica Nacional do Sul da Ucrânia, nomeada em homenagem a K. D. Ushynsky”, Odessa, Ucrânia.

⁴ Doutor em Ciências Físicas e Matemáticas, Professor Associado, Instituição Estatal “Universidade Pedagógica Nacional do Sul da Ucrânia, nomeada em homenagem a K. D. Ushynsky”, Odessa, Ucrânia.

⁵ Candidato em Ciências Físicas e Matemáticas, Docente, Professor Associado, Instituição Estatal “Universidade Pedagógica Nacional do Sul da Ucrânia, nomeada em homenagem a K. D. Ushynsky”, Odessa, Ucrânia.

INCORPORAÇÃO DE ABORDAGENS STEM NO CURRÍCULO DAS DISCIPLINAS QUANTITATIVAS NAS UNIVERSIDADES

INCORPORACIÓN DE ENFOQUES STEM EN EL CURRÍCULO DE LAS ASIGNATURAS CUANTITATIVAS EN LAS UNIVERSIDADES

INCORPORATING STEM APPROACHES INTO THE CURRICULUM OF QUANTITATIVE SUBJECTS IN UNIVERSITIES

Oleksandra ORDANOVSKA¹
aleksordanovskaya@gmail.com
Oleksandra POTAPOVA²
remania2012@gmail.com
Halyna URUM³
Urum.HD@pdp.u.edu.ua
Olga MARTYNYUK⁴
martynyuk.olga@gmail.com
Olena OLEFIR⁵
ms.l.olefir@gmail.com



Como referenciar este artigo:

Ordanovska, O., Potapova, O., Urum, H., Martynyuk, O., Olefir, O. (2025). Incorporação de abordagens STEM no currículo das disciplinas quantitativas nas universidades. *Revista on line de Política e Gestão Educacional*, 29(00), e025018. 10.22633/rpge.v29iesp1.20423

Submetido em: 25/05/2025

Revisões requeridas em: 12/06/2025

Aprovado em: 05/07/2025

Publicado em: 22/07/2025

RESUMO: O artigo analisa a aplicação da abordagem STEM no ensino superior, especialmente em disciplinas matemáticas. Destaca os benefícios da metodologia, como aumento da motivação estudantil, melhoria no desempenho acadêmico e atitudes mais positivas diante das disciplinas. Utilizando revisão da literatura científica em bases como Scopus e Google Scholar, o estudo identifica também limitações na implementação prática da abordagem, apesar de seu potencial pedagógico. Conclui que a educação STEM é essencial para formar profissionais preparados para desafios atuais e futuros, promovendo soluções inovadoras e contribuindo para o desenvolvimento cultural, social e econômico.

PALAVRAS-CHAVE: Educação STEM. Tecnologias STEM. Ensino superior. Instituições de ensino superior. Disciplinas matemáticas.

RESUMEN: El artículo analiza la aplicación del enfoque STEM en la educación superior, especialmente en asignaturas relacionadas con las matemáticas. Destaca beneficios como el aumento de la motivación estudiantil, la mejora del rendimiento académico y una actitud más positiva hacia el aprendizaje. Basado en una revisión de la literatura científica reciente de plataformas como Scopus y Google Scholar, el estudio también identifica desafíos en su implementación práctica. Se concluye que la educación STEM es esencial para preparar profesionales capaces de enfrentar desafíos actuales y futuros, promoviendo soluciones innovadoras y contribuyendo al desarrollo cultural, social y económico.

PALABRAS CLAVE: Educación STEM. Tecnologías STEM. Educación superior. Instituciones de educación superior. Disciplinas matemáticas.

ABSTRACT: The article analyzes the application of the STEM approach in higher education, particularly in mathematics-related subjects. It highlights benefits such as increased student motivation, improved academic performance, and more positive attitudes toward learning. Based on a review of recent scientific literature from platforms like Scopus and Google Scholar, the study also identifies practical implementation challenges. It concludes that STEM education is essential for preparing professionals to face current and future challenges, fostering innovative solutions and contributing to cultural, social, and economic development.

KEYWORDS: STEM education. STEM technologies. Higher education. Higher education institutions. Mathematical disciplines.

Artigo submetido ao sistema de similaridade



Editor: Prof. Dr. Sebastião de Souza Lemes

Editor Adjunto Executivo: Prof. Dr. José Anderson Santos Cruz.

INTRODUÇÃO

No contexto contemporâneo, marcado pelo acelerado desenvolvimento tecnológico e pelo crescimento exponencial — e não mais aritmético — do volume de informações, torna-se imperativo deslocar a ênfase da educação da mera memorização mecânica de conteúdos e realização de testes para o desenvolvimento de competências-chave. Tais competências permitem a aplicação prática do conhecimento e das habilidades adquiridas. A “competência” pode ser entendida como uma combinação de qualidades pessoais (valores, habilidades, conhecimentos e destrezas) determinadas pela experiência acumulada em atividades sociais e pessoalmente significativas. Nesse sentido, dados da empresa Domo, que mensura a atividade minuto a minuto na internet, indicam que o volume de informações digitais em 2022 foi 47 vezes maior do que em 2010, mantendo uma trajetória de crescimento constante (Domo, 2022).

A educação moderna deve, portanto, fomentar o desenvolvimento tanto de *hard skills* (habilidades técnicas específicas de uma profissão) quanto de *soft skills* (competências comunicacionais e interpessoais), com o objetivo de formar profissionais competentes e capazes de competir em nível internacional. Além disso, destaca-se como tendência educacional contemporânea o conceito de aprendizado ao longo da vida (lifelong learning), uma vez que a velocidade de disseminação e o volume de informações tornam insuficientes os conhecimentos e habilidades previamente adquiridos, exigindo do indivíduo constante autoformação e aprimoramento pessoal. Assim, o foco da educação desloca-se da simples “transferência de conhecimento” para a promoção de habilidades de aprendizagem, seleção e análise crítica de informações, bem como sua sistematização — em suma, o desenvolvimento da capacidade de “aprender a aprender”.

A matemática, enquanto ciência que surgiu como uma vertente da busca pela verdade no campo das relações espaciais (geometria) e dos cálculos (aritmética), há muito ultrapassou essa concepção inicial. Atualmente, ela permeia todas as esferas da vida — do cotidiano à atuação profissional, das artes ao lazer.

O estudo da matemática e de disciplinas correlatas configura-se, hoje, como um componente indispensável para o êxito educacional. Não se trata apenas de resolver equações complexas, frações ou problemas de trigonometria, mas, sobretudo, de estimular o desenvolvimento de habilidades universais, como memória, raciocínio lógico, criatividade, capacidade analítica e de generalização, entre outras.

Nos últimos anos, a abordagem educacional orientada para Science, Technology, Engineering e Mathematics (STEM) tem ganhado destaque, especialmente nas áreas de ciências naturais e matemática. Essa abordagem oferece aos estudantes uma experiência de aprendizagem abrangente, interdisciplinar, prática e criativa, preparando-os para enfrentar os desafios do século XXI e lidar com as tecnologias em rápida transformação que permeiam o cotidiano social.

Contudo, o ensino de disciplinas matemáticas no ensino superior ainda enfrenta diversos desafios, como o caráter excessivamente formal do conhecimento transmitido, a falta de conexões com outras disciplinas específicas, o ensino prescritivo e pouco dinâmico, a baixa utilização de novas tecnologias digitais e a carência de práticas aplicadas. Por essas razões, a avaliação da implementação do ensino STEM como estratégia para superar essas lacunas mostra-se altamente pertinente.

Revisão de Literatura

A origem da educação STEM remonta a um período mais distante do que se imagina. Ela teve início nos Estados Unidos com o Morrill Act de 1862, que criou faculdades em todo o país, destinando terras para o desenvolvimento da ciência agrícola. Posteriormente, o escopo da lei foi ampliado para incluir a agricultura, a engenharia e outros setores, ultrapassando o âmbito educacional e alcançando o mundo do trabalho e da formação profissional. A Segunda Guerra Mundial impulsionou avanços sem precedentes, fruto da cooperação entre forças militares, empresas e instituições acadêmicas. Esse período foi marcado por inovações como a borracha sintética, melhorias nos transportes e o desenvolvimento de armas nucleares.

O acrônimo STEM agrupa disciplinas acadêmicas como Ciências (S), Tecnologia (T), Engenharia (E) e Matemática (M). Ele é geralmente definido como uma abordagem educacional onde o conhecimento é construído a partir da visualização de fenômenos científicos, facilitando a compreensão dos conteúdos e dos processos subjacentes (Marchenko, 2022).

Atualmente, o universo STEM transcende o conjunto de disciplinas acadêmicas: tornou-se um instrumento para moldar o pensamento de estudantes e profissionais a fim de gerar impacto significativo no mundo real, contribuindo para a compreensão de fenômenos naturais, sua aplicação em diversos campos da ciência e tecnologia, o desenvolvimento de novas tecnologias e sua implementação no cotidiano da sociedade (Harrington, 2024).

Este estudo tem como objetivo avaliar a implementação da educação STEM no ensino de disciplinas matemáticas em instituições de ensino superior, além de identificar suas limitações e desafios.

Métodos de Pesquisa

Por meio de métodos teóricos, realizou-se a análise da literatura científica e metodológica atual sobre a utilização da abordagem STEM no ensino de matemática. O método de análise permitiu identificar os principais aspectos da educação STEM; os métodos de síntese, generalização e sistematização possibilitaram determinar as características, vantagens e limitações dessa formação; e o método dedutivo foi utilizado para investigar as particularidades

da integração da educação STEM nas instituições de ensino superior. A pesquisa utilizou as bases de dados EuroPub, Google Scholar, Scopus e ResearchBib, além da rede social corporativa LinkedIn. Foram identificadas as principais características e ênfases da abordagem STEM na educação, assim como seus benefícios, desvantagens e limitações para a implementação.

É dada especial atenção à componente matemática no ensino integrado das STEM e à inserção dessa abordagem no processo educativo das disciplinas matemáticas em instituições de ensino superior.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características da Educação STEM

Governos de diferentes partes do mundo têm promovido a abordagem STEM na educação com o objetivo de despertar maior interesse e melhorar o desempenho dos estudantes em ciências, tecnologia, engenharia e matemática, além de formar profissionais qualificados para as carreiras do século XXI. Além disso, a educação STEM é incentivada como estratégia para enfrentar desafios sociais e econômicos e para formar cidadãos com letramento científico, matemático e tecnológico. Em diversos países, líderes governamentais e empresariais têm unido esforços para incorporar o STEM aos currículos escolares, estimular a participação dos jovens nesse modelo de aprendizagem e fomentar carreiras voltadas às áreas STEM (Goos, Carreira, & Namukasa, 2023).

A *National Education Association* dos Estados Unidos, em colaboração com educadores, especialistas em ensino e líderes empresariais, desenvolveu o *Framework for 21st Century Learning* com o propósito de definir o conjunto de habilidades essenciais ao sucesso no trabalho, na vida e na sociedade contemporânea. Inicialmente, o framework contemplava 18 competências, posteriormente refinadas em quatro habilidades centrais de aprendizagem e inovação, conhecidas como os “4Cs”: pensamento crítico, comunicação, colaboração e criatividade — todas diretamente relacionadas à educação STEM (Kennedy & Odell, 2024; Battelle for Kids, 2019; Akpan & Kennedy, 2020):

- Pensamento crítico e tomada de decisão: os estudantes identificam e analisam problemas complexos, desmembram-nos em partes gerenciáveis e desenvolvem soluções inovadoras por meio da resolução de problemas;
- Colaboração e comunicação: por meio de diversas opções de aprendizagem baseada em projetos, os estudantes trabalham em equipe para resolver problemas do mundo real. Essa abordagem colaborativa fortalece as competências comunicacionais, promove o trabalho eficaz em grupo e valoriza diferentes perspectivas;

- Criatividade e inovação: as áreas STEM, por essência, cultivam uma cultura de criatividade, estimulando os estudantes a desenvolverem novas tecnologias, realizarem experimentos e criarem soluções originais.

A educação integrada em STEM pressupõe tratar duas ou mais disciplinas não como áreas isoladas e especializadas, mas como campos inter-relacionados. Por exemplo, conteúdos matemáticos (álgebra, geometria analítica e cálculo) podem ser aplicados a problemas específicos da física, como aceleração e movimento rotacional. De forma semelhante, o conhecimento biológico sobre a circulação de ar em um recipiente térmico apresenta aplicações relevantes na engenharia e na arquitetura (How to integrate STEM education in Schools, n.d.).

Modelos de Educação STEM

Hobbs et al. (2018), ao analisar a prática de escolas australianas, identificaram cinco modelos distintos de implementação da educação STEM, que se diferenciam pelo grau e pelo tipo de integração entre as disciplinas. Esses modelos variam desde a ausência completa de conexão entre as áreas (representada pela sigla *S-T-E-M*) até a integração plena das quatro disciplinas (representada pela sigla *STEM*), incluindo formatos intermediários com características multidisciplinares e interdisciplinares, conforme descrito por Vasquez et al. (2013). O quadro 1 apresenta uma descrição detalhada desses modelos.

Quadro 1. Modelos de implementação do ensino STEM nas escolas australianas

Modelos de integração do ensino STEM	Descrição do modelo
S-T-E-M	Cada disciplina é estudada separadamente.
SteM	As quatro disciplinas são estudadas, mas com ênfase numa ou duas delas (neste exemplo, S e M).
$\begin{array}{c} E \\ / \quad \backslash \\ S \quad T \quad M \end{array}$	Uma disciplina é integrada nas outras três, que são estudadas separadamente.
STEM	Todas as disciplinas são integradas numa disciplina leccionada por um professor.
$\begin{array}{c} T \\ / \\ E \\ / \quad \backslash \\ S \quad M \end{array}$	O currículo STEM é distribuído por disciplinas individuais, de modo a que cada professor ensine uma componente específica da unidade combinada.

Fonte: Hobbs, Clark e Plant, 2018.

Embora esses modelos e abordagens de STEM tenham sido descritos originalmente para a educação básica, eles também se mostram relevantes para o ensino superior, pois os princípios, as ênfases e as vantagens dessa abordagem educacional permanecem essencialmente inalterados e voltados para a formação de profissionais qualificados em diversas áreas de atuação.

A educação STEM destina-se a estudantes com aptidão e interesse pelas ciências, bem como àqueles que desejam explorar processos intelectualmente complexos. Nem todos os alunos de um programa STEM se tornarão cientistas, inventores, engenheiros ou matemáticos; no entanto, estarão mais preparados para resolver problemas do mundo real em qualquer área escolhida. A abordagem enfatiza a aplicação do conhecimento, considerando o aspecto prático como elemento central. Os projetos podem variar desde a programação e desenvolvimento de aplicativos simples até a construção de estruturas, o design de circuitos e a montagem de dispositivos mecânicos, como robôs. Muitos desses projetos exigem esforços colaborativos, o que contribui para que os estudantes compreendam o valor da cooperação e do trabalho em equipe (How STEM education improves student learning, n.d.).

A implementação da educação STEM exige tempo e uma abordagem sistemática. Não é possível alterar rapidamente o modelo consolidado de ensino em nenhum nível educacional, especialmente no que se refere ao ensino, que demanda não apenas suporte material, técnico e metodológico, mas também o aprimoramento das competências profissionais dos docentes. A formação nessa área deve iniciar-se na educação primária, com o estímulo à curiosidade, o incentivo à criação de dispositivos e estruturas simples, a promoção de pesquisas independentes e o fortalecimento do interesse pelo aprendizado e pela busca do conhecimento.

No ensino fundamental, deve-se fomentar o interesse pelas ciências naturais e matemáticas, para que os estudantes desenvolvam as competências práticas necessárias a uma compreensão aprofundada da natureza, da ecologia, da vida e da posição do ser humano na tecnosfera. A participação dos estudantes em atividades de pesquisa e invenção nesse estágio contribuirá para o aumento do número de futuros cientistas, engenheiros e inovadores talentosos.

No ensino médio, é preciso estimular a escolha consciente por estudos especializados e o aprofundamento nas disciplinas STEM, por meio da construção de uma visão física, científica, tecnológica e técnica do mundo, bem como pelo domínio da metodologia científica necessária para compreender o desenvolvimento, o funcionamento e a essência dos sistemas econômicos globais (Polikhun et al., 2019).

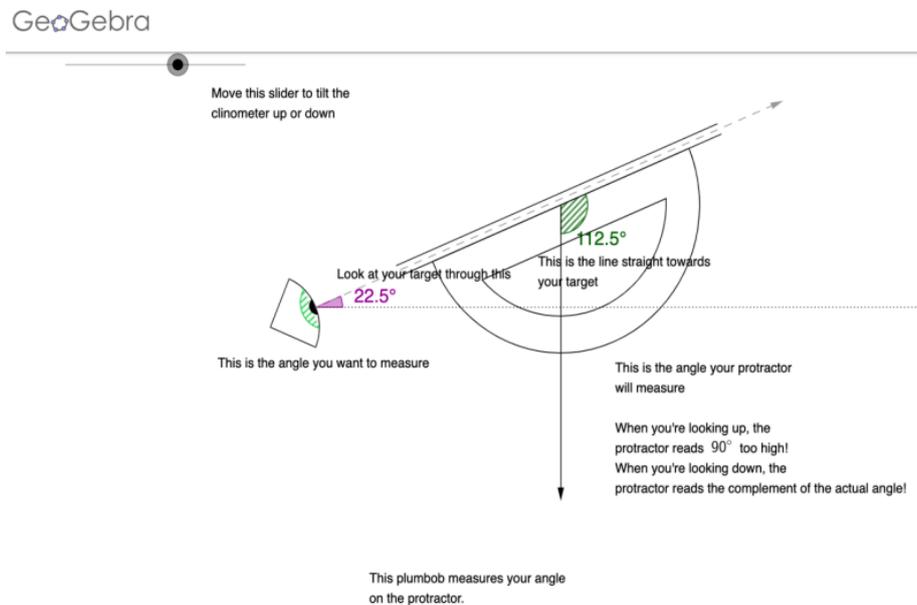
Características do Estudo de Disciplinas Matemáticas com a Abordagem STEM

O estudo realizado por Stohlmann (2020) também apresenta relevância para o ensino superior, considerando o conteúdo dos programas de formação em disciplinas matemáticas. A implementação do STEM, por meio do design e da modelagem em engenharia, utiliza predominantemente atividades centradas no estudante, abertas e baseadas em equipes, com tarefas realistas que auxiliam na resolução de problemas complexos.

As atividades de modelagem permitem que os estudantes percebam que a maioria dos problemas de engenharia não possui uma única solução correta, enfatizando, assim, o

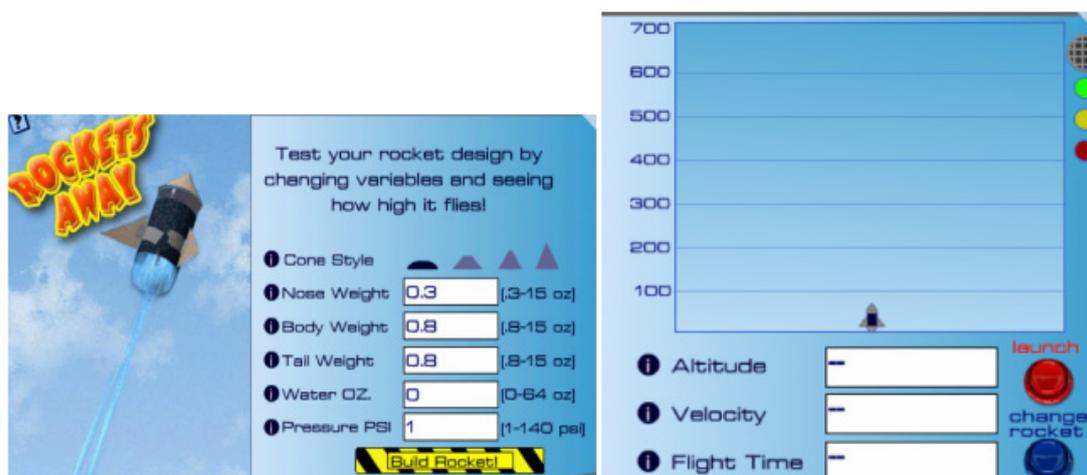
componente criativo da área. Exemplos dessas atividades de modelagem para a integração da matemática no STEM incluem: compreender o funcionamento de um clinômetro no aplicativo GeoGebra (Figura 1), lançar um foguete no simulador Rocket (Figura 2), projetar e testar uma catapulta, calcular o ângulo de uma rampa em uma mesa e a distância até um copo no chão para que a bola lançada pela rampa atinja o alvo (Figura 3).

Figura 1. Clinômetro no GeoGebra



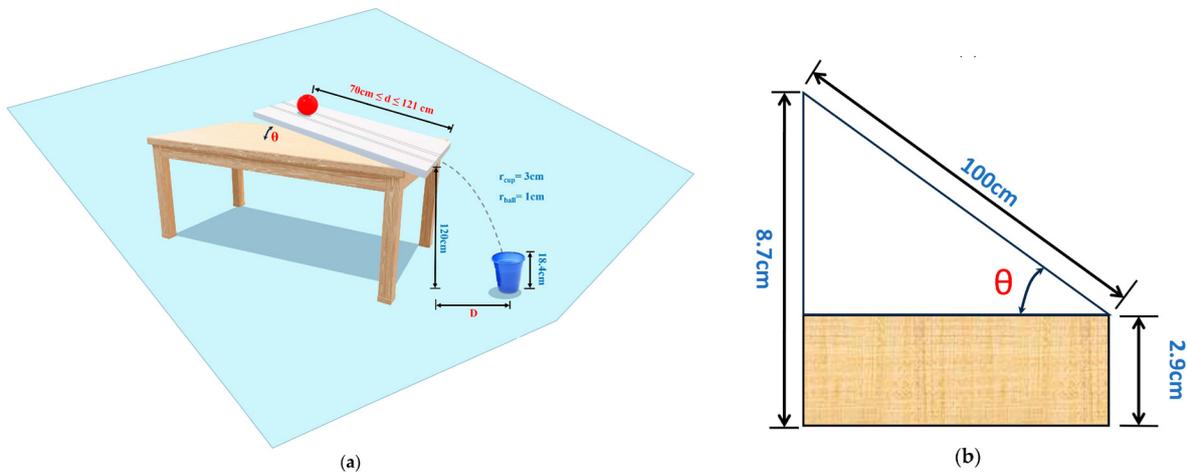
Fonte: Sdickson (2019).

Figura 2. Simulador de foguetes



Fonte: Ohio 4H (2017).

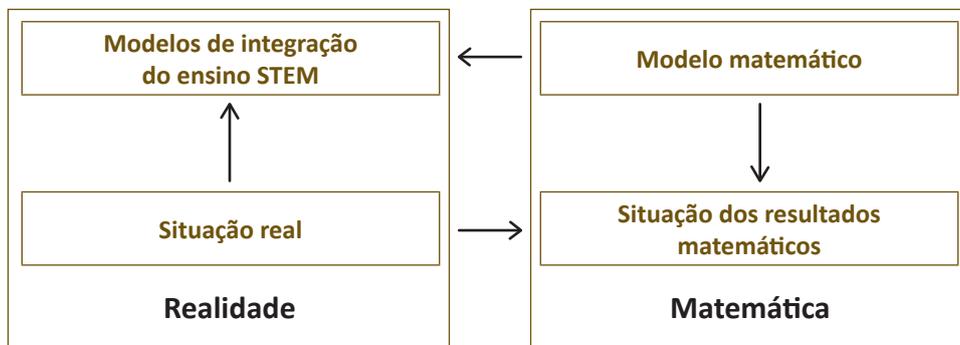
Figura 3. Desenho da situação com medições em azul e incógnitas em vermelho: (a) imagem realista e (b) triângulo utilizado para calcular o ângulo da rampa



Fonte: Dominguez et al. (2023).

A modelagem matemática tem despertado interesse tanto nacional quanto internacional devido às suas vantagens, como o elevado engajamento dos estudantes e a melhor compreensão dos processos por meio de múltiplas representações e discussões. Por exemplo, os alunos podem calcular o tempo estimado para o esgotamento total das reservas mundiais de petróleo, considerando uma determinada taxa anual de produção; analisar a população de certas espécies animais e os fatores que a influenciam; ou estimar a população futura de um país com base em uma taxa demográfica específica. O ciclo de modelagem matemática de problemas do mundo real compreende uma situação concreta, um modelo do mundo real e um modelo matemático, resultando em duas etapas paralelas (Figura 4). Nesse ciclo, a resolução do problema é frequentemente tomada como ponto de referência para a situação analisada (Tezer, 2020).

Figura 4. Ciclo de modelagem matemática



Fonte: Tezer (2020).

A matemática integrada à tecnologia tem despertado considerável interesse global, sobretudo pela utilização de componentes lúdicos no ensino, que aumentam significativamente a motivação e o interesse dos estudantes pelo conhecimento, tornando-os mais receptivos a novas informações. Exemplos dessa integração incluem programação e robótica (Siller et al., 2024). Por exemplo, Kim e Tjoe (2019) relataram a experiência com a esfera robótica Sphero SPRK+, cuja velocidade e trajetória foram definidas por meio do aplicativo SpheroEdu (Kim & Tjoe, 2019). Os estudantes foram desafiados a calcular a distância que a esfera poderia percorrer em determinado período, seguindo uma trajetória específica, e a selecionar a trajetória e o tempo de movimento de modo que a esfera percorresse uma distância pré-estabelecida e parasse em um ponto definido.

Limitações e obstáculos para a implementação bem-sucedida da educação STEM

O professor provavelmente representa o fator mais crucial para a efetiva implementação da educação integrada STEM, pois seu papel ultrapassa a mera exposição do conteúdo da aula. Espera-se que ele “orienta” o estudante no percurso de aprendizagem de determinados fenômenos naturais, técnicos ou físicos; esclareça as possibilidades de aplicação das tecnologias estudadas em benefício pessoal e social; auxilie na formação e consolidação de habilidades técnicas (*hard skills*) e comunicativas (*soft skills*); e estimule a criatividade. Entretanto, os docentes enfrentam desafios na transição para abordagens pedagógicas centradas no aluno, na implementação do currículo integrado STEM em currículos previamente disciplinares, na superação de barreiras estruturais e na avaliação dos estudantes (Sevimli & Ünal, 2022).

Em um estudo realizado em instituições marítimas da Croácia, Letônia, Estônia e Polônia, Gudelj et al. (2021) identificaram a necessidade de modernização dos métodos de ensino da matemática, com ênfase na articulação entre teoria e resolução de problemas da vida real, no uso ampliado de métodos modernos de tecnologia da informação e no aumento do engajamento dos estudantes — aspectos que podem ser enfrentados por meio da implementação da educação STEM.

Assim, apesar dos benefícios evidentes da educação STEM para a formação de especialistas no mundo contemporâneo, sua adoção em larga escala enfrenta desafios e limitações consideráveis. Faz-se necessária a definição de etapas claras e consistentes para a introdução gradual dessa abordagem no processo educacional, tais como: organização de cursos STEM conforme níveis acadêmicos e setores industriais; disponibilização de equipamentos e serviços para docentes e discentes em centros de simulação e laboratórios de pesquisa; fortalecimento da articulação entre instituições de ensino superior e empresas de diferentes segmentos; e promoção das profissões STEM na sociedade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação STEM configura-se como uma estratégia moderna, motivadora e abrangente para a organização do processo educativo, permitindo aos estudantes não apenas aprimorar seu conhecimento, mas, sobretudo, aplicá-lo na prática.

O principal objetivo da integração da educação STEM é proporcionar aos alunos a oportunidade de participar da resolução de problemas reais por meio da experimentação prática, pesquisa, projeto e modelagem. A educação STEM apresenta seu maior impacto quando os estudantes são capazes de analisar dados, fundamentar conclusões em evidências e considerar opiniões e pontos de vista alternativos.

O estudo das disciplinas matemáticas com a abordagem STEM contribui para o aumento da motivação dos alunos, a melhor concentração da atenção sobre o conteúdo, a elevação do desempenho acadêmico e a melhoria da postura em sala de aula. A resolução de problemas concretos do presente e do futuro, com o suporte da educação STEM, terá papel fundamental no fornecimento de perspectivas inovadoras e criativas para o desenvolvimento cultural e econômico dos países.

REFERÊNCIAS

- Akpan, B., & Kennedy, T. (Eds.). (2020). *21st century skills* (Chapter 32, pp. 479–496). In *Science education in theory and practice: An introductory guide to learning theory*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-43620-9>
- Battelle for Kids. (2019). *Framework for 21st century learning*. https://static.battelleforkids.org/documents/p21/P21_Framework_Brief.pdf
- Dominguez, A., De la Garza, J., Quezada-Espinoza, M., & Zavala, G. (2023). Integration of physics and mathematics in STEM education: The use of modelling. *Education Sciences*, 14(1), 20. <https://doi.org/10.3390/educsci14010020>
- Domo. (2022). *Data never sleeps 9.0*. <https://www.domo.com/learn/infographic/data-never-sleeps-9>
- Goos, M., Carreira, S., & Namukasa, I. K. (2023). Mathematics and interdisciplinary STEM education: Recent developments and future directions. *ZDM – Mathematics Education*, 55(7), 1199–1217. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01533-z>
- Gudelj, A., Lígere, J., Zaitseva-Pärnaste, I., & Załęska-Fornal, A. (2021). Survey of maritime student satisfaction: A case study on the International Student Survey to identify the satisfaction of students in mathematical courses. *Pedagogika-Pedagogy*, 93(6s), 9–23. <https://doi.org/10.53656/ped21-6s.01sur>
- Harrington, D. (2024, November 14). *Understanding STEM education and its impact on everyday life*. Post University. <https://post.edu/blog/understanding-stem-education/>
- Hobbs, L., Clark, J. C., & Plant, B. (2018). Successful students - STEM programme: Teacher learning through a multifaceted vision for STEM education. In R. Jorgensen & K. Larkin (Eds.), *STEM education in the junior secondary: The state of play* (pp. 133–168). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5448-8_8
- How STEM education improves student learning. (n.d.). Arduino Education. <https://www.arduino.cc/education/how-stem-education-improves-student-learning/>
- How to integrate STEM education in schools. (n.d.). Arduino Education. <https://www.arduino.cc/education/how-to-integrate-stem-education-in-schools>
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2024). Integrating STEM: An interdisciplinary approach to PreK–12 education. *Education and Human Development*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.114009>
- Kim, Y. R., & Tjoe, H. (2019). Mathematical modelling and multiple solution strategies: The case of Sphero SPRK+. Paper presented at the 118th Annual Convention of the School Science and Mathematics Association, Salt Lake City, UT.

- Marchenko, I. (2022). Implementation of STEM education in general secondary education institutions: Realities and prospects. *Scientific and Methodological Bulletin*, 58, 431–443. https://znayshov.com/News/Details/naukovo-metodychnyi_visnyk_58
- Ohio 4-H. (2017). *Rockets away!* Ohio 4-H Youth Development. <https://ohio4h.org/rocketsaway>
- Polikhun, N. I., Postova, K. G., Slipukhina, I. A., Onopchenko, G. V., & Onopchenko, O. V. (2019). Implementation of STEM education in the conditions of integration of formal and informal education of gifted students. *Institute of Gifted Children of the National Academy of Sciences of Ukraine*. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/718661/>
- Sdickson. (2019). *Clinometer use demonstration*. GeoGebra. <https://www.geogebra.org/m/HN5hK2uU>
- Sevimli, E., & Ünal, E. (2022). Is the STEM approach useful in teaching mathematics? Evaluating the views of mathematics teachers. *European Journal of STEM Education*, 7(1), Article 01. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/11775>
- Siller, H. S., Günster, S. M., & Geiger, V. (2024). Mathematics as a central focus in STEM: Theoretical and practical insights from a special study programme within pre-service (prospective) teacher education. In Y. Li, Z. Zeng, & N. Song (Eds.), *Disciplinary and interdisciplinary education in STEM* (pp. [chapter pages]). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-52924-5_15
- Stohlmann, M. (2020). STEM integration for high school mathematics teachers. *Journal of Research in STEM Education*, 6(1), 52–63. <https://j-stem.net/index.php/jstem/article/view/71/63>
- Tezer, M. (2020). The role of mathematical modelling in STEM integration and education. In *Theorising STEM Education in the 21st Century*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.88615>

CRedit Author Statement

Reconhecimentos: Agradecemos à Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic National University (Ucrânia).

Financiamento: Nenhum.

Conflitos de interesse: Não existem conflitos de interesse a declarar.

Aprovação ética: Não se aplica aprovação ética.

Disponibilidade de dados e material: Os dados e materiais utilizados neste trabalho não estão disponíveis.

Contribuições dos autores: Todos os autores contribuíram na criação do artigo.

Processamento e editoração: Editora Ibero-Americana de Educação

Revisão, formatação, normalização e tradução

