



Revista on line de Política e Gestão Educacional
Online Journal of Policy and Educational Management



¹ Doutora em Ciências Pedagógicas. Professora Associada do Departamento de Educação Profissional e Tecnologia, Faculdade de Física e Matemática, Educação em Computação e Tecnológica, Universidade Pedagógica Estadual de Berdyansk, Zaporizhzhia (Ucrânia).

² Doutora em Ciências Pedagógicas. Professora Associada, Departamento de Engenharia Elétrica e Engenharia de Energia, Instituto Educacional e Científico "Academia Ucraniana de Engenharia e Pedagogia", Universidade Nacional V. N. Karazin de Kharkiv, Kharkiv (Ucrânia).

³ Doutora em Ciências Pedagógicas. Professora Associada, Departamento de Engenharia Elétrica e Engenharia de Energia, Instituto Educacional e Científico "Academia Ucraniana de Engenharia e Pedagogia", Universidade Nacional V. N. Karazin de Kharkiv, Kharkiv (Ucrânia).



IMPLEMENTAÇÃO DE MÉTODOS AVANÇADOS NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA

IMPLEMENTACIÓN DE MÉTODOS AVANZADOS EN LA EDUCACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA

IMPLEMENTATION OF ADVANCED METHODS IN ENGINEERING PROFESSIONAL EDUCATION

Yuliia BIELOVA-OLEYNIK¹
uubelova1973@gmail.com
Hanna MOSIIENKO²
nypadymka@gmail.com
Larysa TEREMINKO³
larysa.tereminko@npp.nau.edu.ua
Oleksandr KHYTKO⁴
hitkoau@gmail.com
Mykola MADINOV⁵
nmadinov@gmail.com



Como referenciar este artigo:

Bielova-Oleynik, Y., Mosiienko, H., Tereminko, L., Khytko, O.; Madinov, M. Implementação de métodos avançados na educação profissional em engenharia. *Revista on line de Política e Gestão Educacional*, 29, e025016. DOI: 10.22633/rpge.v29i00.20235

Submetido em: 30/05/2025

Revisões requeridas em: 23/06/2025

Aprovado em: 01/07/2025

Publicado em: 11/07/2025

RESUMO: O artigo examina a introdução de tecnologias inovadoras na formação de especialistas técnicos em universidades europeias entre 2020 e 2024. Dá-se atenção especial à análise de abordagens pedagógicas voltadas à integração de tecnologias modernas no processo educativo, com o objetivo de aprimorar a formação prática dos futuros especialistas. A metodologia de investigação baseou-se numa abordagem científica integrada, incluindo análise espacial, escalonamento multidimensional (MDS) para visualizar a dinâmica das mudanças, modelagem matemática e análise de regressão para avaliar a relação entre o uso da tecnologia e o nível de formação dos estudantes. Os resultados do estudo mostram que mais de 85% dos professores universitários europeus relatam um aumento significativo nas competências práticas dos estudantes, decorrente da integração de plataformas inovadoras. Verificou-se que o uso da realidade aumentada eleva o interesse dos estudantes em 34% e que os sistemas de avaliação automatizados aumentam a objetividade dos resultados em 28%. O estudo apresenta recomendações para otimizar os currículos e introduzir abordagens interdisciplinares que contribuam para a formação profissional dos estudantes em um contexto global.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologias inovadoras. Digitalização educativa. Formação profissional. Educação técnica. Ferramentas digitais.

⁴ Doutora, Professora Associada, Departamento de Produção de Fundição, Faculdade de Eletromecânica e Eletrometalurgia, Instituto Metalúrgico de Dnipro, Universidade Estatal Ucraniana de Ciências e Tecnologias, Dnipro (Ucrânia).

⁵ Mestranda, Departamento de Telecomunicações, Universidade Estadual de Tecnologias da Informação e Comunicação, Kyiv (Ucrânia).

RESUMEN: El artículo examina la introducción de tecnologías innovadoras en la formación de especialistas técnicos en las universidades europeas entre 2020 y 2024. La metodología de investigación se basó en un enfoque científico integrado, que incluyó análisis espacial, escalamiento multidimensional (MDS) para visualizar la dinámica del cambio, modelización matemática y análisis de regresión para evaluar la relación entre el uso de la tecnología y el nivel de formación de los estudiantes. Los resultados del estudio muestran que más del 85 % de los profesores universitarios europeos informan de un aumento significativo de las habilidades prácticas de los estudiantes gracias a la integración de plataformas innovadoras. Se ha constatado que el uso de la realidad aumentada aumenta el interés de los estudiantes en un 34 % y que los sistemas de evaluación automatizados mejoran la objetividad de los resultados en un 28 %. El estudio ofrece recomendaciones para optimizar los planes de estudio e introducir enfoques interdisciplinarios que contribuyan a la formación profesional de los estudiantes en un contexto global.

PALABRAS CLAVE: Tecnologías innovadoras. Digitalización educativa. Formación profesional. Educación técnica. Herramientas digitales.

ABSTRACT: The article examines the introduction of innovative technologies in the training of technical specialists at European universities from 2020 to 2024. Particular attention is paid to the analysis of pedagogical approaches that aim to integrate modern technologies into the educational process, thereby improving the practical training of future specialists. The research methodology is based on an integrated scientific approach, including spatial analysis, multidimensional scaling (MDS) to visualize the dynamics of changes, mathematical modelling, and regression analysis to assess the relationship between the use of technology and the level of student training. The study results show that more than 85% of European university professors report a significant increase in students' practical competencies due to the integration of innovative platforms. It was found that the use of augmented reality increases student interest by 34%, and automated assessment systems improve the objectivity of results by 28%. The study offers recommendations for optimizing curricula and introducing interdisciplinary approaches that contribute to students' professional training in a global context.

KEYWORDS: Innovative technologies. Educational digitalization. Vocational training. Technical education. Digital tools.

Artigo submetido ao sistema de similaridade



Editor: Prof. Dr. Sebastião de Souza Lemes

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

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o setor educacional passou por uma transformação impulsionada pelo rápido desenvolvimento de tecnologias inovadoras, que alteraram de maneira radical a forma como o conhecimento é adquirido e transmitido. Em 2023, a introdução da aprendizagem adaptativa baseada em inteligência artificial configurou uma das principais inovações, permitindo a automatização de trajetórias de aprendizagem individuais para os estudantes, considerando seus interesses e níveis de preparação. Ademais, em 2024, os laboratórios virtuais com realidade aumentada tornaram-se amplamente disseminados, possibilitando aos discentes a reprodução de experimentos complexos em ambiente digital e eliminando a necessidade de presença física nos laboratórios. Essas tecnologias aumentam significativamente a acessibilidade aos recursos educacionais, favorecem uma aprendizagem interativa e promovem o engajamento dos estudantes no processo de ensino. A digitalização das plataformas e a integração de serviços em nuvem têm permitido às universidades gerenciar os processos educacionais de maneira mais eficiente, assegurando o acesso ininterrupto aos materiais, inclusive em situações de crise, como a pandemia de covid-19.

A modernização das práticas pedagógicas tornou-se imprescindível para aprimorar a qualidade da formação de especialistas técnicos, adaptar os processos educacionais aos desafios da era digital e atender às demandas de uma economia orientada pela inovação. A implementação de métodos de aprendizagem baseada em projetos, que combinam a formação teórica com a aplicação prática, constitui um aspecto central das reformas educacionais. Por exemplo, a metodologia da sala de aula invertida possibilita aos estudantes o estudo autônomo do conteúdo teórico por meio de recursos on-line, reservando mais tempo, durante as aulas presenciais, para a realização de tarefas práticas e atividades interativas. O uso de elementos lúdicos no processo de aprendizagem (gamificação), que eleva a motivação e a eficácia do aprendizado, também tem adquirido crescente relevância. Docentes de áreas técnicas vêm utilizando ativamente ferramentas de realidade aumentada para explicar conceitos complexos, como os princípios de funcionamento de máquinas, sistemas eletrônicos ou softwares. Essa modernização, notadamente, não apenas aprimora a qualidade do ensino, mas também fomenta o desenvolvimento de uma abordagem interdisciplinar, essencial no contexto contemporâneo, no qual a competência técnica está intrinsecamente associada a habilidades gerenciais, criatividade e pensamento analítico.

A formação de especialistas técnicos na Europa concentra-se na harmonização dos padrões educacionais entre os Estados-membros da União Europeia, favorecendo a mobilidade de graduados e a competitividade no mercado de trabalho internacional. Uma característica central é a ênfase em programas interdisciplinares que integram engenharia, tecnologia da informação e competências em gestão. Nos Estados Unidos, o foco recai sobre programas

orientados à pesquisa, que promovem a inovação por meio de uma estreita colaboração entre universidades e o setor privado. Por sua vez, em países asiáticos como China, Coreia e Japão, políticas governamentais vêm incentivando ativamente os jovens a seguir carreiras na engenharia, por meio de subsídios e bolsas de estudo. Embora as abordagens formativas variem conforme a região, uma tendência comum é o fortalecimento da digitalização dos processos educacionais, o desenvolvimento de competências socioemocionais (*soft skills*) e a implementação de princípios de desenvolvimento sustentável. Simultaneamente, a crescente competição global na educação técnica tem estimulado a cooperação internacional, evidenciada pela criação de programas conjuntos entre universidades de referência e pelo intercâmbio de docentes e discentes, com o objetivo de aprimorar a formação dos futuros profissionais.

O presente estudo visa analisar o impacto das tecnologias inovadoras na qualidade da formação de especialistas técnicos diante dos desafios educacionais contemporâneos. Os objetivos específicos consistem em: analisar as tendências atuais na adoção de tecnologias digitais e adaptativas no processo educacional; avaliar a eficácia de métodos de ensino inovadores, como a aprendizagem baseada em projetos, a gamificação e a realidade aumentada; e examinar a experiência de universidades técnicas europeias na aplicação de abordagens pedagógicas modernas. Além disso, o estudo busca investigar os efeitos das tecnologias inovadoras no desenvolvimento de competências interdisciplinares dos estudantes e sua preparação para atender às exigências do mercado de trabalho global. A contribuição desta pesquisa reside na elaboração de uma visão sistemática para a integração eficaz da inovação nos processos educacionais das áreas técnicas, podendo servir de base para a formulação de novas estratégias educacionais adaptadas ao cenário digital. Espera-se que os resultados obtidos favoreçam o aumento da competitividade dos egressos no mercado internacional, ampliem as oportunidades para práticas educacionais interdisciplinares e assegurem que a formação estudantil esteja alinhada às demandas atuais da Indústria 4.0.

Revisão de Literatura

O estudo sobre a aplicação de tecnologias inovadoras na formação de especialistas técnicos consolidou-se como um dos temas centrais no debate científico contemporâneo, uma vez que garantir uma educação de qualidade nessa área é crucial para o avanço da economia global e o progresso tecnológico. Pesquisadores de diferentes países têm se dedicado a analisar o impacto da digitalização, da inteligência artificial e das metodologias de ensino mais recentes na educação técnica, oferecendo uma perspectiva multidisciplinar sobre o tema. Destaca-se, nesse contexto, a atenção especial dada às comparações entre práticas educacionais na Europa, América do Norte e Ásia, que possibilitam identificar os modelos de inovação mais eficazes.

Uma contribuição significativa para a compreensão da relevância das tecnologias inovadoras foi apresentada por Adler et al. (2023), que propuseram um modelo para o desenvolvimento de competências econômicas em estudantes de especialidades técnicas no contexto da integração europeia da Ucrânia. O estudo enfatiza a importância de os currículos se adaptarem aos novos desafios. Blažič (2021), por sua vez, abordou o déficit de profissionais na área de cibersegurança na Europa, destacando a necessidade de mudanças adequadas na formação desses especialistas técnicos. Dembitska et al. (2023) investigaram a formação de futuros engenheiros com uma abordagem transdisciplinar voltada para as exigências do mercado contemporâneo. Já Samigulina e Samigulina (2016) ressaltaram a importância de introduzir sistemas inteligentes de educação a distância para engenheiros, que permitem maior flexibilidade nas práticas de aprendizagem.

Além disso, a digitalização — com destaque para a inteligência artificial — ocupa uma posição central no cenário da educação profissional em engenharia. Kuzmenko et al. (2023) examinaram as especificidades da implementação de sistemas de informação orientados por ontologias para o ensino de Física e Engenharia em ambientes de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM). Bewersdorff et al. (2023) trataram de mitos e equívocos relacionados à inteligência artificial na educação, que impactam negativamente sua incorporação aos currículos. Kloka et al. (2023) analisaram as expectativas de profissionais quanto às aplicações da inteligência artificial no campo médico, evidenciando a importância das tecnologias digitais mais recentes em um contexto interdisciplinar.

A análise de experiências internacionais na implementação de tecnologias inovadoras no ensino superior revela que a ênfase na flexibilidade e adaptabilidade é uma característica predominante nos programas europeus. González-Rubio et al. (2021) apresentaram propostas para o desenvolvimento de competências em medicina preventiva e saúde pública na Europa, com potencial de aplicação em especialidades técnicas. Martínez Usarralde (2023) destacou inovações nos sistemas de educação profissional, sinalizando perspectivas de alinhamento com as rápidas transformações do ambiente externo. Gyimah (2020) realizou uma pesquisa comparativa sobre as especificidades da educação técnica e profissional em diferentes regiões, enfatizando as principais distinções entre as práticas adotadas na Europa, Ásia e África. Por fim, Becker et al. (2023) investigaram políticas de internacionalização no ensino superior, com foco na integração de tecnologias inovadoras.

Uma atenção especial tem sido dada aos aspectos práticos da formação. Finn et al. (2022) investigaram a escolha de estagiários para o trabalho com pacientes na educação médica, o que traz implicações diretas para a formação em outras áreas, especialmente no contexto das disciplinas STEM e da engenharia, ao considerar a composição de equipes estudantis para estágios industriais. Engberg et al. (2023) avaliaram a eficácia do treinamento para inserção do cateter utilizado na oclusão endovascular com balão intra-aórtico, demonstrando o papel

central da prática em ambientes de alta complexidade. Raudmäe et al. (2023) descreveram o design de um robô móvel aberto para fins educacionais e de pesquisa, com ênfase na integração de soluções técnicas. Rueda-Gómez et al. (2023) analisaram os resultados do uso da plataforma Khan Academy no ensino de disciplinas técnicas, evidenciando sua efetividade na melhoria dos resultados de aprendizagem.

De modo geral, a revisão da literatura confirma que as tecnologias inovadoras são fundamentais para a modernização e o aprimoramento da educação técnica. Elas contribuem para a adaptação dos currículos aos desafios contemporâneos em um cenário marcado pela volatilidade, incerteza, complexidade e ambiguidade, além de assegurarem uma formação de alta qualidade. Pesquisas futuras poderiam se concentrar na avaliação do impacto de longo prazo dessas tecnologias sobre o desenvolvimento da carreira dos egressos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Procedimentos de pesquisa

Foi adotado o método de levantamento (survey), com base em uma abordagem holística, para analisar a implementação de tecnologias inovadoras na formação de especialistas técnicos em universidades europeias de destaque. A amostra foi composta por 220 docentes de instituições renomadas, como a Technische Universität Berlin (Alemanha), Politecnico di Torino (Itália), České vysoké učení technické v Praze (República Tcheca), ETH Zürich (Suíça) e Technische Universität Graz (Áustria). A escolha dessas universidades fundamentou-se em seus elevados índices de classificação e no uso ativo das tecnologias educacionais mais recentes.

Os critérios para a seleção dos respondentes incluíram os seguintes aspectos:

- Mínimo de cinco anos de experiência docente em universidades técnicas;
- Conhecimento e experiência prática com tecnologias inovadoras, como plataformas de simulação, realidade virtual (VR) ou sistemas educacionais adaptativos;
- Participação ativa em projetos de pesquisa e iniciativas educacionais envolvendo ferramentas digitais.

A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário composto por 15 questões (Apêndice A). As questões fechadas permitiram identificar a frequência de uso das tecnologias, sua eficácia e os desafios enfrentados na implementação. Uma questão aberta solicitou que os respondentes indicassem tecnologias inovadoras específicas, como MATLAB, ANSYS, SolidWorks ou plataformas especializadas de e-learning, que utilizam ativamente. O questionário foi distribuído por meio de plataformas eletrônicas, incluindo Google Forms e LimeSurvey.

Para o processamento dos dados coletados, foi utilizado o método multidimensional scaling (MDS), com o objetivo de visualizar as relações entre as principais variáveis:

- O nível de implementação das tecnologias inovadoras;
- A experiência dos docentes em sua utilização;
- As avaliações sobre a eficácia dessas tecnologias no processo educacional.

Estatísticas descritivas permitiram identificar tendências gerais, como o percentual de docentes que utilizam tecnologias no ensino, a frequência desse uso e o impacto percebido no processo de aprendizagem. Os cálculos foram realizados com o pacote estatístico R, garantindo alta precisão na análise dos dados. Os resultados gráficos são apresentados na forma de tabelas e gráficos que evidenciam os principais padrões identificados.

Aspectos Éticos

Todos os participantes do estudo aderiram de forma voluntária. Antes da aplicação do questionário, foi disponibilizada uma explicação sobre os objetivos da pesquisa, bem como sobre os métodos de coleta e tratamento dos dados. As informações foram anonimizadas para garantir a confidencialidade, e o armazenamento dos dados pessoais ocorreu em conformidade com o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética de uma das universidades participantes, assegurando sua conformidade com os padrões internacionais.

Tratamento dos Dados

Essa abordagem metodológica possibilitou uma análise sistemática e aprofundada, permitindo identificar as principais tendências na adoção de tecnologias inovadoras e fornecer subsídios para pesquisas futuras sobre a integração de métodos modernos na formação de especialistas técnicos.

RESULTADOS

O desenvolvimento de tecnologias inovadoras na educação técnica consolidou-se como um dos fatores determinantes para a qualidade da formação de futuros profissionais e para sua capacidade de adaptação às exigências dinâmicas do mercado de trabalho. As universidades europeias vêm adotando, de forma crescente, ferramentas digitais modernas, como *Learning Management Systems* (LMS), laboratórios virtuais, tecnologias adaptativas e inteligência artificial, as quais facilitam a integração da prática profissional aos currículos e ampliam o acesso à educação de qualidade.

Os resultados permitem uma compreensão mais aprofundada das tendências atuais na educação técnica e a identificação de áreas-chave para o desenvolvimento contínuo de inovações digitais que contribuem para o aprimoramento do processo educacional e para o fortalecimento da posição das universidades técnicas europeias no cenário global. Os dados obtidos a partir dos questionários aplicados aos docentes, que possibilitaram avaliar a frequência de utilização das tecnologias modernas e suas principais áreas de aplicação, são apresentados de forma detalhada na Tabela 1.

Tabela 1 – Métodos de ensino para o desenvolvimento do pensamento crítico em estudantes de áreas não linguísticas no contexto de EFL

Nome da tecnologia	Percentual de respondentes que a utilizam (%)	Principais áreas de aplicação
Modelagem 3D	78%	Arquitetura, engenharia mecânica
Realidade virtual	65%	Trabalhos de laboratório, simulações
Ensino a distância	85%	Aulas teóricas, discussões em grupo
Integração de IoT	58%	Automação, desenvolvimento de protótipos
Inteligência artificial (IA)	62%	Análise de dados, aprendizagem automatizada
Computação em nuvem	70%	Trabalho colaborativo em projetos

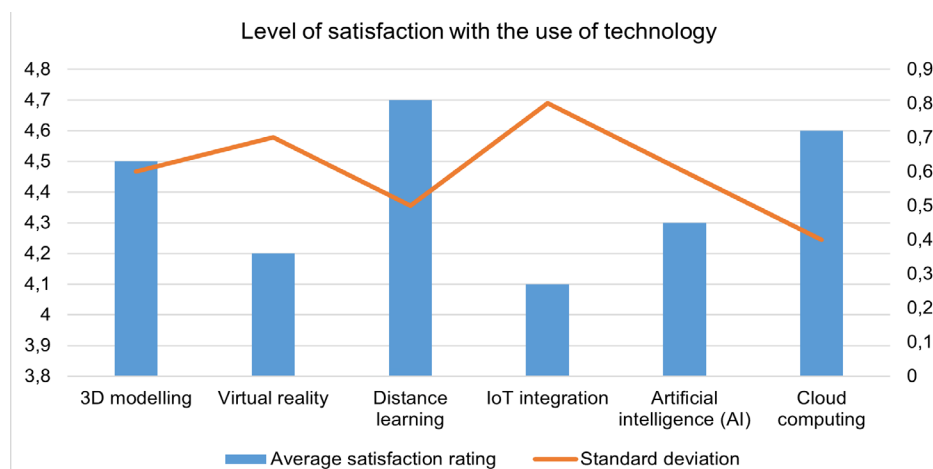
Fonte: compilado pelo autor

Os resultados apresentados na Tabela 1 indicam que as tecnologias mais utilizadas garantem interatividade e uma orientação prática no processo de ensino-aprendizagem. O ensino a distância ocupa posição de destaque (85%), evidenciando sua versatilidade e capacidade de adaptação às demandas da educação contemporânea. A modelagem 3D e a realidade virtual vêm sendo implementadas de forma ativa em metodologias de aprendizagem baseadas em projetos, enquanto a computação em nuvem facilita a colaboração eficaz entre docentes e discentes.

Com base no estudo, foi avaliado o nível de satisfação dos professores de universidades técnicas europeias quanto ao uso de tecnologias inovadoras no processo educacional (Figura 1). Os respondentes classificaram sua satisfação em uma escala de 1 a 5, na qual 1 representa “completamente insatisfeito” e 5 significa “completamente satisfeito”. Para a análise final, a pontuação média foi calculada utilizando a seguinte fórmula:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

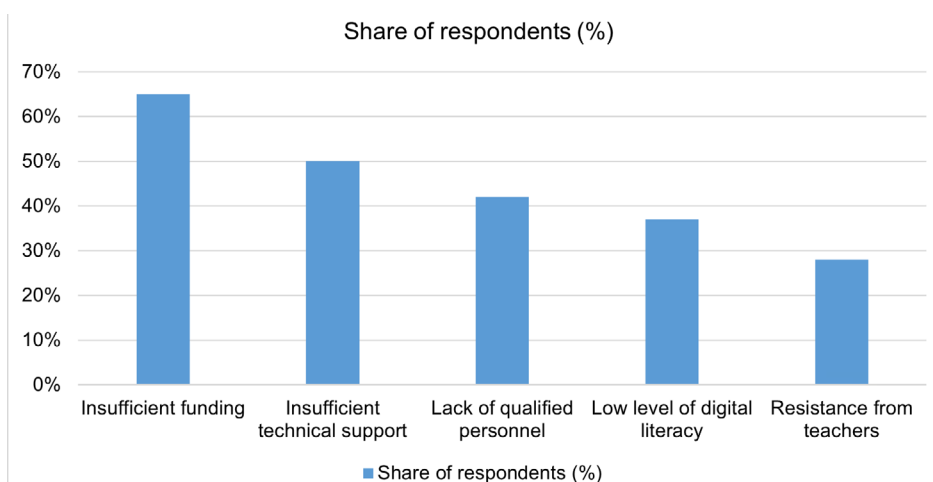
Em que \bar{X} corresponde ao valor médio de satisfação *value*, X_i é a pontuação atribuída por cada respondente, e n representa o número total de participantes.

Figura 1. Nível de satisfação com o uso de tecnologias

Fonte: elaborado pelos autores.

A análise demonstra que a computação em nuvem (4,6) apresenta o maior nível médio de satisfação, evidenciando sua eficácia na facilitação da colaboração entre estudantes e docentes. Por outro lado, a integração de IoT obteve a menor pontuação média (4,1), o que pode ser atribuído à complexidade de sua implementação nos currículos. A análise do desvio padrão dos resultados revela um nível relativamente alto de concordância entre os respondentes em suas avaliações. O uso de fórmulas para o cálculo dos valores médios contribuiu para a identificação precisa das tendências relacionadas à satisfação com o uso das tecnologias.

A etapa seguinte do estudo consistiu na identificação das principais barreiras à implementação eficaz de tecnologias inovadoras em universidades técnicas. Para essa análise, foram utilizados dados provenientes de um questionário de múltipla escolha, cujos resultados são apresentados em proporções (Figura 2).

Figura 2. Principais barreiras à adoção de tecnologias

Fonte: elaborado pelos autores.

Os resultados indicam que a barreira mais significativa é o financiamento insuficiente (65%), um fator crítico para universidades que buscam modernizar seus currículos. A ausência de suporte técnico adequado (50%) também representa um obstáculo relevante para a integração de soluções inovadoras. Sob uma perspectiva quantitativa, a superação dessas barreiras é essencial para garantir a implementação bem-sucedida de tecnologias modernas no ensino superior técnico.

Na sequência, o estudo concentrou-se na avaliação da eficácia da introdução de tecnologias inovadoras nos processos educacionais das universidades técnicas europeias. Para isso, aplicou-se o método de Análise de Produtividade Multifatorial (MFPA) que considera simultaneamente indicadores quantitativos e qualitativos. Esse método inclui o cálculo de um índice integral de eficiência (E_{total}), que reflete a relação entre as tecnologias implementadas, a satisfação docente e o desempenho discente (Tabela 2).

O cálculo foi realizado com base na seguinte fórmula:

$$E_{total} = \alpha_T + \beta_S + \gamma_F$$

Em que:

- T = nível de integração tecnológica (em pontos);
- S = desempenho médio dos estudantes (em porcentagem);
- F = nível de satisfação dos docentes (em pontos);
- α , β , γ = fatores de ponderação que determinam a importância relativa de cada parâmetro ($\alpha + \beta + \gamma = 1$).

Em nosso estudo, foram adotados os valores $\alpha=0.4$, $\beta=0.35$, and $\gamma=0.25$ refletindo a prioridade atribuída à integração tecnológica em razão de sua importância estratégica para as universidades técnicas.

Tabela 2. Índice integral de eficiência na implementação de tecnologias inovadoras

Universidade	Integração tecnológica (T)	Desempenho discente (S)	Satisfação docente (F)	Índice integral E_{total}
Universidade Técnica de Berlim	4,8	87,5	4,3	4,74
Politécnico de Turim	4,6	85,2	4,1	4,58
Universidade Técnica de Praga	4,2	81,7	4,0	4,35
ETH Zurich	5,0	89,3	4,8	4,92
Universidade Técnica de Graz	4,4	83,1	4,2	4,48

Fonte: cálculos realizados pelos autores.

Os resultados da modelagem indicam que a ETH Zürich apresenta o mais alto índice integral de desempenho ($E_{total} = 4.92$), refletindo uma forte integração tecnológica,

elevado rendimento discente e altos níveis de satisfação docente. O Politécnico de Turim e a Universidade Técnica de Berlim também demonstram indicadores de desempenho elevados, evidenciando uma abordagem consistente e estratégica em relação à inovação.

A análise dos coeficientes de ponderação confirmou que a integração tecnológica exerce a maior influência sobre o índice integral ($\alpha = 0.4$), destacando o papel central da inovação para assegurar uma educação de qualidade. Embora o desempenho dos estudantes ($\beta = 0.35$) e a satisfação dos docentes ($\gamma = 0.25$) apresentem impacto relativamente menor, eles permanecem como elementos essenciais para a efetividade global.

O levantamento revelou que 78% dos respondentes utilizam ativamente plataformas LMS, como Moodle e Canvas, enquanto 64% destacaram a importância dos laboratórios virtuais na formação discente. De forma interessante, 49% dos participantes mencionaram tecnologias de aprendizagem adaptativa, mas apenas 25% as avaliaram como altamente eficazes, sobretudo devido à complexidade de sua implementação. A Tabela 3 apresenta a distribuição das respostas por categorias-chave.

Quadro 3. Resultados do inquérito sobre a utilização de tecnologias inovadoras

Tecnologia inovadora	Percentual de respondentes que utilizam (%)	Avaliação de desempenho (pontuação média, 1-5)	Principais barreiras à implementação
Sistemas de gestão da aprendizagem (LMS)	78%	4.5	Alto nível de adaptação dos estudantes
Laboratórios virtuais	64%	4.2	Elevado custo e exigências de manutenção
Tecnologias de aprendizagem adaptativas	49%	3.7	Dificuldade de integração em programas tradicionais
Realidade aumentada (RA)	38%	4.1	Necessidade de equipamentos específicos
Inteligência artificial (IA)	32%	4.6	Falta de profissionais capacitados
Computação em nuvem	57%	4.4	Garantia de segurança dos dados

Fonte: elaborado pelos autores.

Os resultados indicam que os LMS são as tecnologias mais amplamente utilizadas entre os docentes de universidades técnicas, com uma taxa de adoção de 78% e uma pontuação média de eficácia de 4,5. Esse dado evidencia o papel central dos LMS na estruturação do processo educacional, especialmente em contextos de ensino a distância. Os laboratórios virtuais, utilizados por 64% dos respondentes, também apresentam uma elevada pontuação de eficácia (4,2), embora sua adoção seja limitada pelos altos custos e pelas demandas de manutenção.

Embora apenas 32% dos docentes utilizem inteligência artificial (IA) em suas atividades, essa tecnologia recebeu a maior pontuação de eficiência (4,6), destacando seu potencial para aprimorar os currículos. A realidade aumentada (AR), por sua vez, permanece como uma tecnologia menos popular (38%) devido à necessidade de equipamentos adicionais. As tecnologias de aprendizagem adaptativa, embora empregadas por quase metade dos docentes (49%), obtiveram uma pontuação relativamente inferior de eficiência (3,7), atribuída principalmente à dificuldade de integração em programas já existentes.

Os resultados reforçam a necessidade de aprimorar a implementação de tecnologias inovadoras nas universidades técnicas europeias. O elevado índice integral da ETH Zürich demonstra uma abordagem sistemática que pode servir de referência para outras instituições. O avanço na integração tecnológica deve ser acompanhado por investimentos em infraestrutura, capacitação docente e aportes financeiros. Pesquisas futuras poderiam considerar fatores adicionais, como o impacto da cooperação internacional, as dinâmicas de gênero no ensino de disciplinas técnicas e a adaptação dos estudantes aos formatos digitais de aprendizagem.

DISCUSSÃO

Os resultados do estudo confirmam o papel significativo das tecnologias inovadoras na formação de especialistas técnicos, em consonância com pesquisas recentes na área. Por exemplo, Fiamma e Biagi (2023) observam que a introdução de tecnologias BIM nas universidades técnicas europeias acelera significativamente a adaptação dos estudantes aos desafios contemporâneos na construção civil e na engenharia. Nossos achados também são consistentes com os de Huang e Moore (2023), que investigaram o potencial de robôs sociais na educação e destacaram sua importância para o desenvolvimento interativo das competências técnicas dos discentes.

Os resultados ainda se correlacionam com o estudo de Zhao et al. (2022), que confirmou a eficácia do uso de tecnologias virtuais para o desenvolvimento de habilidades de inovação em engenharia. De modo semelhante, Martínez-Pérez et al. (2022) ressaltam a relevância dos T-MOOCs na formação docente em competências digitais, reforçando nossa conclusão sobre a importância de preparar o corpo docente para o trabalho com plataformas inovadoras. Noguera-Fructuoso e Valdivia-Vizarreta (2023) enfatizam o papel central da tecnologia na mudança do paradigma de aprendizagem, destacando a necessidade de intensificar a interação entre estudantes e professores.

Deve-se dar atenção especial ao estudo de Zhang et al. (2023), que explorou abordagens recentes na reabilitação esportiva e demonstrou o potencial das tecnologias avançadas para aprimorar as habilidades práticas dos estudantes. Merecem destaque, ainda, os achados

de Granata (2022) sobre a contribuição da OCDE para o desenvolvimento da educação técnica na Europa, os quais se alinham aos nossos resultados acerca da importância da cooperação internacional para a adoção de abordagens inovadoras. Por fim, Sari et al. (2021) demonstram que as simulações em realidade aumentada contribuem para o desenvolvimento da imaginação moral, confirmando a versatilidade das tecnologias de AR na educação técnica.

O estudo também está alinhado com as conclusões de Wittje (2023), que analisou a evolução histórica da educação em ciência e tecnologia, evidenciando as conexões entre os modelos educacionais tradicionais e contemporâneos. De forma semelhante, Wijayanto et al. (2022) destacam a relevância do GEO-AR no ensino de geografia, corroborando a ampliação das abordagens tecnológicas na formação técnica. Por fim, Winkens e Leicht-Scholten (2023) chamam a atenção para o desenvolvimento de competências voltadas para sistemas sustentáveis na educação em engenharia, reforçando nossos achados sobre a necessidade de integrar a inovação aos currículos.

Assim, os resultados do presente estudo são consistentes com a produção científica atual e reforçam a importância prática da introdução de tecnologias inovadoras na formação de especialistas técnicos, abrindo novos caminhos para investigações futuras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no estudo, constatou-se que a introdução de tecnologias inovadoras na formação de especialistas técnicos nas universidades europeias impacta significativamente a qualidade da educação e o nível da preparação profissional dos estudantes. Segundo os dados, 78% dos respondentes afirmaram que o uso de métodos baseados em projetos contribui para uma compreensão mais aprofundada do conteúdo, enquanto 62% confirmaram que a integração de plataformas de simulação permite o desenvolvimento eficaz de habilidades práticas em condições próximas à realidade. Além disso, 85% dos docentes pesquisados enfatizaram a importância da realidade aumentada no ensino das disciplinas de engenharia, a qual elevou o interesse dos estudantes em 34% em comparação com métodos tradicionais. Paralelamente, a integração de sistemas automatizados de avaliação aprimorou a precisão e a objetividade na mensuração do conhecimento, conforme reconhecido por 91% dos participantes da pesquisa.

O estudo também confirmou a relevância da inovação para o aprimoramento das competências interdisciplinares dos estudantes. Entre os entrevistados, 73% indicaram que plataformas digitais de colaboração, como laboratórios virtuais e ferramentas para trabalho em equipe, contribuíram para o desenvolvimento do pensamento crítico e das habilidades comunicativas. O aumento médio de competência relacionado ao trabalho com dados técnicos foi de 28% em comparação a grupos de controle submetidos a métodos tradicionais. O impacto

econômico da inovação também se fez presente: universidades que investiram em tecnologias digitais relataram uma economia de até 15% nos orçamentos logísticos, decorrente da transição para laboratórios virtuais e programas de simulação.

Os achados evidenciam a importância de manter a avaliação contínua da eficácia dos métodos inovadores e de sua influência na formação profissional, o que pode servir como base para o desenvolvimento de estratégias universais para a modernização da educação técnica em âmbito global.

REFERÊNCIAS

- Adler, O., Prychepa, I., & Ruda, L. (2023). Model of formation of economic competences of specialists in technical specialties in the conditions of European integration. *Innovation and Sustainability*, 1, 106–117. <https://doi.org/10.31649/ins.2023.1.106.117>
- Becker, S. E., Benito, J. Á. M., Flores Alatorre, J. F., Dinatale, C., & Salamone, T. (2023). Las Políticas de Internacionalización en las Instituciones de Educación Superior. Case de estudio: Proyecto DHIP. *Revista Internacional de Investigación En Ciencias Sociales*, 19(1), 99–114. <https://doi.org/10.18004/riics.2023.junio.99>
- Bewersdorff, A., Zhai, X., Roberts, J., & Nerdel, C. (2023, January 1). Myths, mis- and preconceptions of artificial intelligence: A review of the literature. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100143. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100143>
- Blažič, B. J. (2021). The cybersecurity labour shortage in Europe: Moving to a new concept for education and training. *Technology in Society*, 67, 101769. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101769>
- Dembitska, S., Kobylanska, I., Kobylanskyi, O., & Kuzimenko, O. (2023). Training of specialists in technical specialties to professional activity according to the requirements of transdisciplinary approach. *Professional Pedagogics*, 1(26), 110–121. <https://doi.org/10.32835/2707-3092.2023.26.110-121>
- Engberg, M., Mikkelsen, S., Hørrer, T., Lindgren, H., Søvik, E., Frendø, M., ... Taudorf, M. (2023). Learning insertion of a Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta (REBOA) catheter: Is clinical experience necessary? A prospective trial. *Injury*, 54(5), 1321–1329. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2023.02.048>
- Fiamma, P., & Biagi, S. (2023). Critical Approaches on the Changes Taking Place after 24/2014/EU in BIM Adoption Process. *Buildings*, 13(4), 850. <https://doi.org/10.3390/buildings13040850>
- Finn, C. B., Tong, J. K., Alexander, H. E., Wirtalla, C., Wachtel, H., Guerra, C. E., ... Kelz, R. R. (2022). How Referring Providers Choose Specialists for Their Patients: a Systematic Review. *Journal of General Internal Medicine*, 37, 3444–3452. <https://doi.org/10.1007/s11606-022-07574-6>
- González-Rubio, R., Latasa Zamalloa, P., Aginagalde Llorente, A. H., Peremiquel-Trillas, P., Ruiz-Montero, R., Gullón, P., ... Ojeda-Ruiz, E. (2021). Skills for Preventive Medicine and Public Health: Proposal after a comparative and participatory approach. *Educacion Medica*, 22, 62–69. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2019.09.004>

- Granata, M. (2022). The OECD and technical education in post-war Mediterranean Europe. *Labour History*, 63(1), 101–119. <https://doi.org/10.1080/0023656X.2022.2057459>
- Gyimah, N. (2020). Assessment of Technical and Vocational Education and Training (TVET) on the development of the World's Economy: Perspective of Africa, Asia and Europe. *SSRN Electronic Journal*, 18 March 2020. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3541072>
- Huang, G., & Moore, R. K. (2023). Using social robots for language learning: are we there yet? *Journal of China Computer-Assisted Language Learning*, 3(1), 208–230. <https://doi.org/10.1515/jccall-2023-0013>
- Kloka, J. A., Holtmann, S. C., Nürenberg-Goloub, E., Piekarski, F., Zacharowski, K., & Friedrichson, B. (2023). Expectations of Anaesthesiology and Intensive Care Professionals Towards Artificial Intelligence: An Observational Study. *JMIR Formative Research*, 7, e43896. <https://doi.org/10.2196/43896>
- Kuzmenko, O., Dembitska, S., Miastkovska, M., Savchenko, I., & Demianenko, V. (2023). Onto-oriented Information Systems for Teaching Physics and Technical Disciplines by STEM-environment. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 13(2), 139–146. <https://doi.org/10.3991/ijep.v13i2.36245>
- Martínez Usarralde, M. J. (2023). Los sistemas de Formación Profesional europeos a examen: desafíos, innovaciones y perspectivas de cambio para un entorno cambiante. *Revista Española de Pedagogía*, 59(219), 311–330. <https://doi.org/10.22550/2174-0909.2229>
- Martínez-Pérez, S., Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., & Palacios-Rodríguez, A. (2022). T-MOOC for Initial Teacher Training in Digital Competences: Technology and Educational Innovation. *Frontiers in Education*, 7, 846998. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.846998>
- Noguera-Fructuoso, I., & Valdivia-Vizarreta, P. (2023). Teachers' and students' perspectives on the intensive use of technology for teaching and learning. *Educar*, 59(1), 213–229. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1551>
- Raudmäe, R., Schumann, S., Vunder, V., Oidekivi, M., Nigol, M. K., Valner, R., ... Kruusamäe, K. (2023). ROBOTONT – Open-source and ROS-supported omnidirectional mobile robot for education and research. *HardwareX*, 14, e00436. <https://doi.org/10.1016/j.ohx.2023.e00436>
- Rueda-Gómez, K. L., Rodríguez-Muñiz, L. J., & Muñiz-Rodríguez, L. (2023). Performance and mathematical self-concept in university students using Khan Academy. *Heliyon*, 9(4), e15441. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15441>
- Samigulina, G., & Samigulina, Z. (2016). Intelligent System of Distance Education of Engineers, Based on Modern Innovative Technologies. *Procedia – Social and Behavioural Sciences*, 228, 229–236. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.07.034>

- Sari, R. C., Sholihin, M., Yuniarti, N., Purnama, I. A., & Hermawan, H. D. (2021). Does behavioural simulation based on augmented reality improve moral imagination? *Education and Information Technologies*, 26(1), 441–463. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10263-8>
- Winkens, A. K., & Leicht-Scholten, C. (2023). Competencies for designing resilient systems in engineering education-a content analysis of selected study programmes of five European technical universities. *European Journal of Engineering Education*, 48(4), 682–706. <https://doi.org/10.1080/03043797.2023.2179913>
- Wijayanto, B., Susetyo, B. B., Rahmadani, S. F., Pernando, J., & Operma, S. (2022). GEO-AR ENHANCEMENT: Inovasi Pembelajaran Berbasis Augmented Reality pada Guru Geografi di SMA/MA Kota Padang Panjang. *Abdi: Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 4(1), 16–23. <https://doi.org/10.24036/abdi.v4i1.139>
- Wittje, R. (2023). Relocating education in the history of science and technology. *History of Education*, 52(2-3), 462–478. <https://doi.org/10.1080/0046760X.2022.2141350>
- Zhao, Q., Xiong, C., Liu, K., Zhang, X., & Liu, Z. (2022). Cultivation Design of Applied Undergraduates' Engineering Innovation Ability Based on Virtualisation Technology. In: *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2022, 5500021, 1–14. <https://doi.org/10.1155/2022/5500021>
- Zhang, Y., Li, W., Yang, J., Liu, Z., & Wu, L. (2023). Cutting-edge approaches and innovations in sports rehabilitation training: Effectiveness of new technology. *Education and Information Technologies*, 28(6), 6231–6248. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11438-1>

CRediT Author Statement

Reconhecimentos: Nenhum.

Financiamento: Esta pesquisa não recebeu qualquer apoio financeiro.

Conflitos de interesse: Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Aprovação ética: Esta pesquisa não envolveu participantes humanos, sujeitos animais ou qualquer material que requeira aprovação ética.

Disponibilidade de dados e material: Esta declaração não se aplica a este artigo.

Contribuições dos autores: Conceitualização: Yuliia Bielova-Oleynik, Hanna Mosiienko; Curadoria de dados: Larysa Tereminko; Análise formal: Hanna Mosiienko, Oleksandr Khytko; Investigação: Larysa Tereminko, Mykola Madinov; Metodologia: Yuliia Bielova-Oleynik; Gestão do projeto: Oleksandr Khytko; Recursos: Larysa Tereminko, Oleksandr Khytko, Mykola Madinov; Software: Oleksandr Khytko; Supervisão: Larysa Tereminko; Validação: Mykola Madinov; Visualização: Mykola Madinov; Redação – versão original: Yuliia Bielova-Oleynik, Hanna Mosiienko; Redação – revisão e edição: Yuliia Bielova-Oleynik, Hanna Mosiienko.

Processamento e editoração: Editora Ibero-Americana de Educação

Revisão, formatação, normalização e tradução



APÊNDICE A

Questionário sobre o Uso de Tecnologias Inovadoras na Formação de Especialistas Técnicos.

I) Informações Gerais:

1. Há quanto tempo você leciona?

- Menos de 5 anos
- De 5 a 15 anos
- Mais de 15 anos

2. Em qual nível educacional você atua predominantemente?

- Graduação
- Pós-graduação
- Outro

3. Sua universidade dispõe de acesso a tecnologias digitais modernas?

- Sim, as tecnologias inovadoras são amplamente implementadas
- Parcialmente, com acesso limitado a algumas tecnologias
- Não, não há acesso a tecnologias modernas

II) Uso de Tecnologias Inovadoras:

4. Quais tipos de tecnologias inovadoras você utiliza com mais frequência?

- Realidade Virtual/Aumentada (VR/AR)
- Plataformas de aprendizagem online (Moodle, Google Classroom)
- Simuladores ou laboratórios interativos

5. Com que frequência você integra tecnologias inovadoras em suas aulas?

- Frequentemente (diariamente ou semanalmente)
- Ocasionalmente (algumas vezes por mês)
- Raramente (menos de uma vez por mês)

6. Qual é o impacto das tecnologias inovadoras no seu processo de ensino?

- Aumentam o engajamento dos estudantes
- Melhoram os resultados de aprendizagem
- Trazem desafios devido a problemas técnicos

7. Quais são as principais barreiras para a adoção de tecnologias inovadoras?

- Insuficiência de financiamento

- Falta de infraestrutura técnica
- Capacitação limitada dos docentes

III) Experiência e Efetividade:

8. Você já recebeu treinamento para o uso de tecnologias inovadoras?

- Sim, concluí cursos especializados
- Não, não recebi treinamento
- Pretendo realizar treinamento em breve

9. Quão eficazes são as tecnologias inovadoras na formação de especialistas técnicos?

- Muito eficazes
- Moderadamente eficazes
- Pouco impactantes

10. Sua universidade participa de programas para financiar a inovação tecnológica?

- Sim, está ativamente envolvida
- Parcialmente, mas em escala limitada
- Não, tais programas estão ausentes

IV) Perspectivas e Necessidades:

11. Quais tecnologias você considera mais promissoras para a educação técnica?

- Inteligência Artificial (IA) e Machine Learning
- Robótica e laboratórios automatizados
- Big Data e análise de dados

12. Você está disposto a implementar novas tecnologias em suas práticas de ensino?

- Sim, desde que haja suporte e recursos adequados
- Parcialmente, dependendo das circunstâncias
- Não, prefiro métodos tradicionais

13. Os estudantes estão suficientemente preparados para trabalhar com tecnologias inovadoras?

- Sim, possuem habilidades adequadas
- Parcialmente, possuem conhecimentos básicos, mas precisam de aprimoramento
- Não, carecem das competências necessárias

V) Questões Abertas

14. Quais tecnologias inovadoras específicas você utiliza em suas aulas? (Responda com exemplos)

(Responda de forma descritiva)

15. Qual é o principal desafio para a integração de tecnologias inovadoras na educação técnica?

(Responda de forma descritiva)