

**MODELO INTEGRADO DE TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DO ENSINO
SUPERIOR MILITAR: MÉTODOS INOVADORES E TECNOLOGIAS DE IA PARA
A FORMAÇÃO DE UM NOVO TIPO DE OFICIAL**

***MODELO INTEGRADO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LA EDUCACIÓN
MILITAR SUPERIOR: MÉTODOS INNOVADORES Y TECNOLOGÍAS DE IA PARA
LA FORMACIÓN DE UN NUEVO TIPO DE OFICIAL***

***INTEGRATED MODEL OF DIGITAL TRANSFORMATION OF HIGHER MILITARY
EDUCATION: INNOVATIVE METHODS AND AI TECHNOLOGIES FOR TRAINING
A NEW TYPE OF OFFICER***



Ievgeniia IVANCHENKO¹
e-mail: jekki251@gmail.com



Taras OSTAPCHUK²
e-mail: tarstepos@gmail.com



Vasyl HEORHIEV³
e-mail: georgiev_v@ukr.net



Oleksandra SHAHOVA⁴
e-mail: andra.odessa@gmail.com



Serhii MYRONIUK⁵
e-mail: laasalt@gmail.com



Nataliia BILONozhko⁶
e-mail: psikholog87@gmail.com

¹ Academia Militar de Odessa, Odessa – Ucrânia. Doutora em Ciências Pedagógicas, Professora do Departamento de Ciências Fundamentais.

² Academia Militar de Odessa, Odessa – Ucrânia. Doutor em Ciências Pedagógicas, Professor Associado, Chefe do Departamento de Ciências Humanas e Disciplinas Socioeconômicas.

³ Academia Militar de Odessa, Odessa – Ucrânia. Doutor em Ciências Pedagógicas, Professor Associado, Chefe do Departamento de Treinamento Aerotransportado, Faculdade de Tropas de Assalto Aerotransportadas e Fuzileiros Navais.

⁴ Academia Militar de Odessa, Odessa – Ucrânia. Doutora em Ciências Pedagógicas, Professora Associada do Departamento de Ciências Fundamentais.

⁵ Academia Militar de Odessa, Odessa – Ucrânia. Chefe do Departamento de Treinamento Militar e Educação de Pós-graduação.

⁶ Academia Militar de Odessa, Odessa – Ucrânia. Professora do Departamento de Ciências Humanas e Disciplinas Socioeconômicas.

Como referenciar este artigo:

Ivanchenko, I., Ostapchuk, T., Heorhiiev, V., Shahova, O., Myroniuk, S., & Bilonozhko, N. (2026). Modelo integrado de transformação digital do ensino superior militar: métodos inovadores e tecnologias de IA para a formação de um novo tipo de oficial. *Revista on line de Política e Gestão Educacional*, 30(esp2), e026082. <https://doi.org/10.22633/rpge.v30iesp2.21385>



| **Submetido em:** 19/05/2026
| **Revisões requeridas em:** 23/05/2026
| **Aprovado em:** 10/06/2026
| **Publicado em:** 01/08/2026

Editor: Prof. Dr. Sebastião de Souza Lemes
Editor Adjunto Executivo: Prof. Dr. José Anderson Santos Cruz

RESUMO: Este estudo tem como objetivo aprimorar o modelo educacional de formação profissional militar especializada para futuros oficiais das Forças Armadas da Ucrânia em instituições de ensino superior militar por meio de tecnologias digitais. A pesquisa formaliza a formação de oficiais ao integrar soluções tecnológicas, pedagógicas e gerenciais, ao mesmo tempo em que distingue esse contexto específico de formação dos sistemas educacionais gerais ou civis. Metodologicamente, o estudo baseia-se na análise sistêmica do processo educacional e na construção de índices integrais e dependências funcionais para avaliar a eficácia da aprendizagem. Os resultados indicam que plataformas digitais, ambientes de simulação, ferramentas analíticas e sistemas algorítmicos transformam a organização dos currículos, a gestão da aprendizagem, o desenvolvimento de competências e as práticas de avaliação. O modelo proposto permite uma avaliação mais precisa das atividades dos cadetes e a formação de trajetórias individuais de aprendizagem. Ele também articula competências profissionais, de liderança e digitais, esclarecendo a relevância educacional da transformação digital no âmbito da formação militar superior.

PALAVRAS-CHAVE: Transformação digital. Educação militar. Formação de oficiais. Tecnologias de simulação. Competências digitais.

RESUMEN: El objetivo de este estudio es mejorar el modelo educativo de la formación militar profesional especializada para futuros oficiales de las Fuerzas Armadas de Ucrania en instituciones de educación superior militar mediante el uso de tecnologías digitales. La investigación formaliza la formación de oficiales mediante la integración de soluciones tecnológicas, pedagógicas y de gestión, al tiempo que distingue este contexto específico de formación de los sistemas educativos generales o civiles. Desde el punto de vista metodológico, el estudio se basa en el análisis sistémico del proceso educativo y en la construcción de índices integrales y dependencias funcionales para evaluar la eficacia del aprendizaje. Los resultados indican que las plataformas digitales, los entornos de simulación, las herramientas analíticas y los sistemas algorítmicos transforman la organización de los planes de estudio, la gestión del aprendizaje, el desarrollo de competencias y las prácticas de evaluación. El modelo propuesto permite una evaluación más precisa de las actividades de los cadetes y la formación de trayectorias de aprendizaje individuales. Además, articula las competencias profesionales, de liderazgo y digitales, aclarando la relevancia educativa de la transformación digital en el marco de la formación militar superior.

PALABRAS CLAVE: Transformación digital. Educación militar. Formación de oficiales. Tecnologías de simulación. Competencias digitales.

ABSTRACT: This study aims to improve the educational model of specialized professional military education/training for future officers of the Armed Forces of Ukraine in higher military educational institutions through digital technologies. The research formalizes officer training by integrating technological, pedagogical, and managerial solutions, while distinguishing this specific training context from general or civilian educational systems. Methodologically, the study is based on systems analysis of the educational process and on the construction of integral indices and functional dependencies for assessing learning effectiveness. The results indicate that digital platforms, simulation environments, analytical tools, and algorithmic systems transform the organization of curricula, learning management, competency development, and assessment practices. The proposed model supports more precise evaluation of cadets' activities and the formation of individual learning trajectories. It also articulates professional, leadership, and digital competencies, clarifying the educational relevance of digital transformation within higher military training.

KEYWORDS: *Digital Transformation. Military Education. Officer Training. Simulation Technologies. Digital Competencies.*

INTRODUÇÃO

As tecnologias digitais estão ingressando rapidamente na formação militar, mas os programas educacionais não acompanham essas mudanças. Os oficiais das Forças Armadas trabalham cada vez mais com enormes conjuntos de dados e inteligência artificial (IA). As instituições de ensino superior militar precisam combinar simuladores, ferramentas analíticas e algoritmos em um único sistema, mas as abordagens existentes não permitem desenvolver conjuntamente habilidades digitais, profissionais e gerenciais. Surge uma lacuna: as tecnologias existem, mas as pessoas nem sempre sabem como utilizá-las. Portanto, são necessários novos modelos educacionais que combinem o trabalho com dados, algoritmos e situações práticas (Shylo et al., 2022).

É importante esclarecer o escopo conceitual adotado neste artigo. O termo “formação” é utilizado aqui para designar a preparação profissional especializada para funções militares operacionais, enquanto “educação” se refere à organização pedagógica mais ampla dos processos de aprendizagem, da elaboração curricular, da formação de competências, da avaliação e da gestão institucional. Portanto, este estudo não aborda a educação civil em geral, nem afirma que a formação militar siga os mesmos propósitos, regras ou condições sociais dos sistemas educacionais tradicionais. Sua contribuição educacional restringe-se à análise do ensino superior militar como forma específica de formação profissional, na qual princípios pedagógicos são mobilizados para organizar a aprendizagem, avaliar competências e orientar o desenvolvimento de oficiais em um ambiente digital.

As operações estão se tornando mais complexas, os sistemas automatizados desempenham um papel cada vez mais importante, mas a maioria dos programas educacionais não leva isso em consideração. Não existem mecanismos claros para integrar a IA, critérios para avaliar competências digitais e sua conexão com habilidades profissionais. As tecnologias estão sendo introduzidas de forma assistemática. Portanto, é necessário um modelo de formação de oficiais das Forças Armadas da Ucrânia que considere a interação dos seres humanos com sistemas inteligentes e permita avaliar os resultados da formação.

REVISÃO DA LITERATURA

Os estudos de Bestyuk e Pokhnatiuk (2025) e Biggs (2025) mostram que as ferramentas digitais aumentam a precisão da avaliação e permitem a construção de trajetórias individuais de aprendizagem, mas o problema da integração de diferentes plataformas em um único sistema

permanece devido à complexidade da sincronização de dados. Chmyr et al. (2024) e Danilyan et al. (2023) enfatizam que as plataformas digitais estão alterando a estrutura do processo educacional, mas faltam indicadores unificados para avaliar a eficácia dessas mudanças.

Storey e Wagner (2025) e Kang e Lee (2025) analisam as possibilidades da IA na educação militar: os algoritmos aceleram o processamento de informações, mas existem problemas de confiança nos resultados em razão da formação insuficiente dos professores. Kapoula et al. (2026) e Joshi (2025) acrescentam que são necessários pensamento sistêmico e requalificação de especialistas, mas ainda não existem modelos que combinem os aspectos educacionais e gerenciais.

Kjeksrud et al. (2026) e Zhai et al. (2025) consideram o uso da realidade virtual e da IA: os ambientes de simulação melhoram a qualidade da formação, mas os altos custos e as limitações técnicas exigem modelos eficazes de gestão dos recursos digitais. Rashid et al. (2023) e Trofymenko et al. (2024) observam que o impacto da IA na estrutura das operações altera os requisitos para a formação do pessoal, mas os mecanismos de integração dessas tecnologias aos processos educacionais são insuficientemente estudados. Afina (2026) e Özbek e Erdem (2025) enfatizam restrições regulatórias e riscos estratégicos que dificilmente são considerados nos programas educacionais.

O objetivo do artigo é aprimorar o modelo educacional para a formação profissional de oficiais das Forças Armadas da Ucrânia (FAU) com base em tecnologias digitais. Nesse sentido, o artigo deve ser lido como um estudo situado na interseção entre a formação profissional militar, os ambientes digitais de aprendizagem e a gestão curricular baseada em competências. Essa delimitação é necessária porque o objeto empírico não é um contexto escolar ou universitário geral, mas um sistema de formação militar altamente regulamentado, cujos objetivos estão vinculados à prontidão operacional e às demandas institucionais de defesa.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia da pesquisa baseia-se em uma abordagem sistêmica para analisar a transformação digital da educação militar. Modelos formalizados são utilizados para a avaliação objetiva da eficácia da aprendizagem. A etapa inicial envolve a estruturação do processo educacional em quatro níveis funcionais. Estes incluem os blocos de infraestrutura, pedagógico, gerencial e de competências. Cada nível contém um conjunto específico de

parâmetros de estado e de dinâmica de desenvolvimento. Todos os indicadores são unificados em uma única escala para posterior agregação correta dos dados.

A parte analítica baseia-se em um modelo integral do funcionamento da educação militar digital. Essa ferramenta avalia a coerência dos componentes individuais do sistema estudado. O cálculo do indicador final é realizado por meio de índices ponderados da contribuição de cada nível. Os coeficientes de ponderação refletem a importância dos componentes na estrutura geral da formação de oficiais das FAU. O modelo de avaliação funcional integra as competências profissionais, de liderança e digitais de um especialista. Além disso, são considerados a intensidade do uso de tecnologias de inteligência artificial e a experiência prática existente. O modelo reflete a natureza complexa da formação e a interconexão entre seus elementos. O processo de transformação é estudado por meio de um algoritmo passo a passo, desde a auditoria do sistema até a avaliação dos resultados. Cada etapa é caracterizada por seus próprios indicadores quantitativos de desempenho.

RESULTADOS

Parte 1. Transformação prática do sistema de formação de oficiais no ambiente digital

As mudanças práticas na formação de oficiais das Forças Armadas da Ucrânia no ambiente digital ocorrem por meio da transformação da estrutura do processo educacional, da lógica de interação e dos instrumentos de tomada de decisão. As unidades educacionais das universidades militares da Ucrânia estão passando de recursos dispersos para plataformas digitais integradas que combinam formação, simulação e análise. Está sendo implementada uma arquitetura modular do ambiente educacional, que envolve a sincronização de plataformas LMS, sistemas de simulação (que reproduzem cenários de combate com parâmetros variáveis) e ferramentas analíticas (Trofymenko et al., 2024). A interação dos módulos assegura a continuidade da formação e reduz a lacuna entre teoria e prática (NATO DEEP, 2025).

Com a mudança na arquitetura, ocorre uma transição para uma gestão orientada pela análise: dados sobre a atividade dos cadetes, resultados de testes e ações em simulações são processados em tempo real, o que permite ajustar cenários e identificar fragilidades. O cadete trabalha com cenários digitais que mudam de acordo com suas ações (Găină, 2025). A integração da IA desloca o foco da avaliação do resultado para a análise do processo, e sistemas adaptativos constroem trajetórias individuais de aprendizagem (Chmyr et al., 2024; Mishra, 2025). Os formatos de formação prática também estão mudando: os jogos de guerra migram

para o formato digital, o *red teaming* é implementado por meio de modelos de simulação das ações do inimigo, e a modelagem de cenários integra parâmetros geográficos, técnicos e comportamentais (Özbek & Erdem, 2025). Casos orientados por problemas são elaborados com base em situações reais e não possuem uma única solução (Kjeksrud et al., 2026; Tran e Tran, 2026).

Parte 2. Um modelo de formação de oficiais de um novo tipo no contexto da IA e da guerra digital

O modelo de competências de um oficial das Forças Armadas da Ucrânia combina habilidades profissionais, de liderança e digitais. A avaliação passa a utilizar modelos quantitativos por meio de indicadores de velocidade de reação, precisão das decisões e trabalho com dados.

O processo educacional torna-se multinível: nível básico (letramento digital), operacional (interação com algoritmos) e estratégico (modelos analíticos). O cadete avança sequencialmente de tarefas simples para a gestão de sistemas complexos (Joshi, 2025), com avaliação em cada etapa (Tabela 1). Na etapa final, trabalha-se com cenários complexos baseados em grandes conjuntos de dados analíticos (Figura 1). Cresce a necessidade de controlar sistemas autônomos: o oficial deve avaliar os resultados dos algoritmos e monitorar seus erros.

Tabela 1.

Comparação das características dos níveis de formação de oficiais das Forças Armadas da Ucrânia segundo um modelo multinível

Nº	Nível	Principais habilidades	Ferramentas	Tipo de avaliação	Resultado de aprendizagem
1	básico	letramento digital	LMS	testagem	conhecimento básico
2	básico	tratamento de informações	plataformas <i>on-line</i>	monitoramento	processamento de dados
3	operacional	interação com IA	simulações	análise	precisão das ações
4	operacional	tomada de decisão	algoritmos	estudos de caso	eficiência
5	estratégico	pensamento sistêmico	análises	modelagem	previsão
6	estratégico	gestão de processos	sistemas de IA	avaliação complexa	otimização
7	integrado	coordenação	ambientes digitais	combinado	eficácia

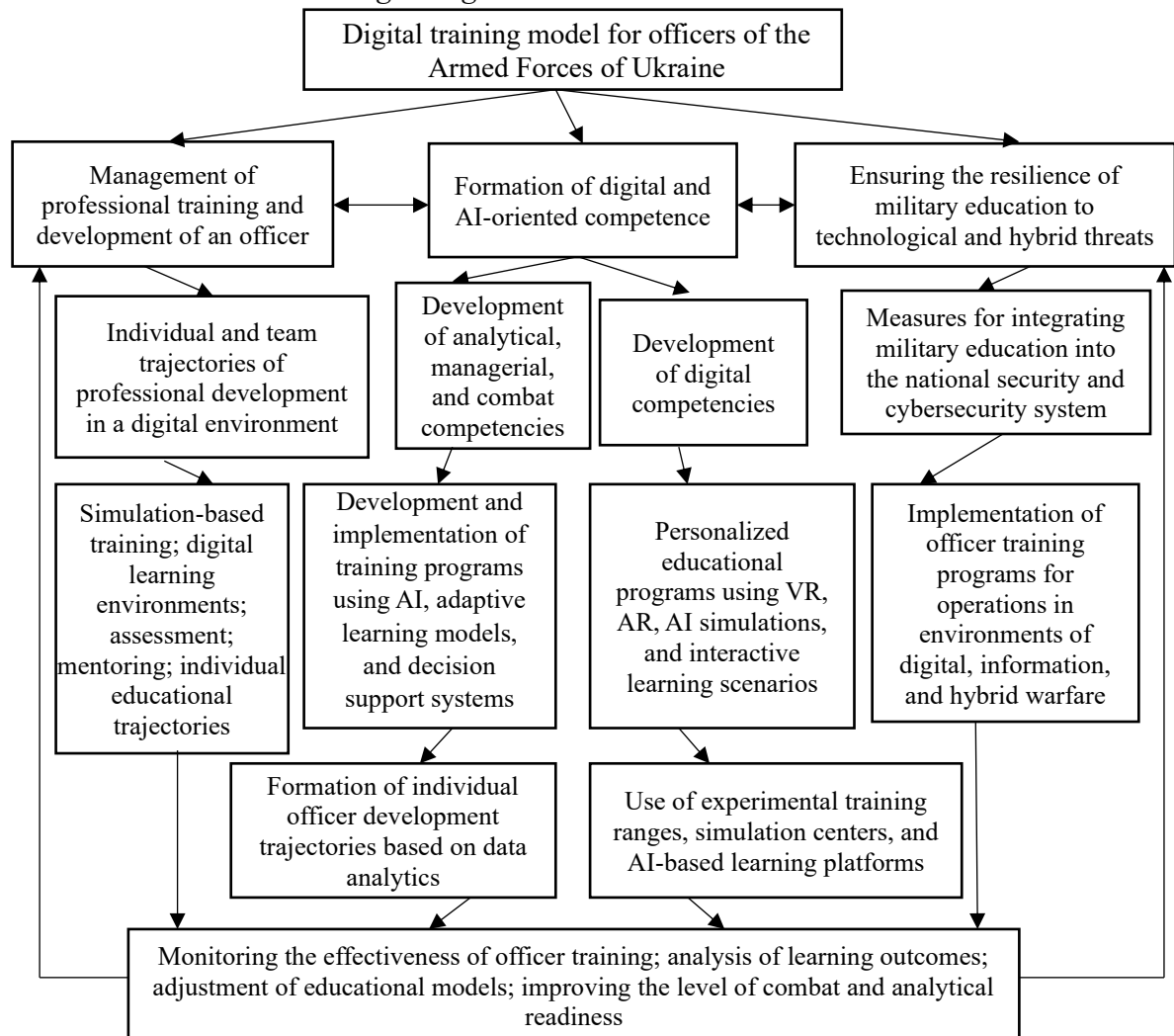
Nota. Elaborado com base em Makedon et al. (2025).

O uso de sistemas autônomos, compreensivelmente, exige a formação de normas éticas. Um oficial do exército ucraniano agora avalia não apenas a eficácia de uma decisão, mas também em que medida ela está de acordo com as regras estabelecidas. Isso inclui analisar

possíveis consequências e determinar a admissibilidade de determinadas ações. Tal abordagem, de fato, forma a responsabilidade pelo uso das tecnologias. Os aspectos éticos estão sendo gradualmente integrados aos cenários de formação (Afina, 2026).

Figure 1.

Modelo educacional integrado de formação profissional de oficiais das Forças Armadas da Ucrânia com base em tecnologias digitais



Nota. Elaborada pelos autores.

As instituições militares estão implementando sistemas de gestão que consideram dados sobre as atividades dos cadetes, o que se torna a base para o ajuste operacional da formação e seu aprimoramento (Tabela 2) (Rodikov et al., 2025).

Tabela 2.

Avaliação do impacto do controle ético e gerencial sobre a eficácia da formação de oficiais das Forças Armadas da Ucrânia nas coordenadas “ser humano–IA”

Nº	Componente do sistema	Tipo de controle	Indicador (unidade)	Valor médio	Coefficiente de variação (%)	Efeito integral (0–1)
1	Decisões algorítmicas	automatizado	precisão (%)	86	5,2	0,82
2	Comportamento do operador	cognitivo	erros (unidades)	3,4	12,1	0,71
3	Controle de IA	combinado	desvio (%)	9	8,7	0,76
4	Tomada de decisão	especializado	tempo (s)	42	10,3	0,79
5	Avaliação ética	normativo	conformidade (%)	81	6,4	0,74
6	Gestão de processos	analítico	eficiência (%)	84	5,9	0,80
7	Integração do sistema	sistêmico	consistência (%)	78	7,6	0,73

Nota. Elaborado com base em Liu e Bates (2025) e Wu et al. (2025).

A sistematização dos modelos de formação mostra que a eficácia da educação depende da integração de competências, tecnologias e métodos. O ambiente digital forma uma nova estrutura do processo educacional, na qual as decisões são tomadas com base em dados.

Parte 3

O modelo educacional integrado proposto para a formação profissional de oficiais das Forças Armadas da Ucrânia com base em tecnologias digitais descreve a interconexão entre os principais níveis do sistema. Cada nível possui parâmetros quantitativos sujeitos a medição e controle. Para avaliar o resultado integral, introduz-se um indicador da eficácia do sistema educacional digital (os indicadores internos detalhados são apresentados no Apêndice).

$$DME = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{\sqrt{I^{\alpha_1} \cdot P^{\alpha_2} \cdot M^{\alpha_3} \cdot K^{\alpha_4}}} \cdot (1)$$

Em que: DME – índice integral de educação militar digital; I – índice de suporte de infraestrutura; P – índice de adaptação pedagógica; M – índice de gestão dos processos educacionais; K – índice de competências formadas; α_1 – α_4 – coeficientes de ponderação da influência dos componentes.

O modelo considera a dependência entre os componentes: a diminuição de um parâmetro limita o resultado geral, mesmo quando os valores dos demais são elevados. A formação de um modelo educacional integrado para a preparação de oficiais das Forças Armadas da Ucrânia com base em tecnologias digitais envolve considerar diferentes grupos de competências e sua interação com o ambiente tecnológico (Makedon et al., 2025).

O nível de formação não é determinado por indicadores individuais, mas é constituído como uma função de diversas variáveis que interagem entre si.

$$O = \frac{C_p \cdot \beta_1 + C_l \cdot \beta_2 + C_d \cdot \beta_3 + AI_{int} \cdot \beta_4 + Exp \cdot \beta_5}{\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5} \quad (2)$$

Em que: O – nível integral de formação do oficial; C_p – indicador de competências profissionais; C_l – indicador de competências de liderança; C_d – indicador de competências digitais; AI_{int} – nível de integração da inteligência artificial; Exp – experiência prática; β₁–β₅ – coeficientes de ponderação.

O uso de um modelo aditivo ponderado permite adaptar a estrutura da formação de acordo com as prioridades. O desenvolvimento de competências ocorre por meio de um sistema de influências educacionais orientadas, formadas com base em dados sobre as atividades dos cadetes. A escolha dos instrumentos depende do tipo de competência e de seu papel na estrutura geral da formação. Para avaliar a eficácia da implementação, introduz-se um indicador agregado:

$$E_{impl} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i \cdot w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (3)$$

Em que: E_{impl} – eficácia da implementação; R_i – resultado da i-ésima etapa; w_i – coeficiente de ponderação da etapa; n – número de etapas.

O modelo permite avaliar cada etapa separadamente e determinar sua contribuição para o resultado geral, o que possibilita ajustar rapidamente a estratégia. O processo de transformação digital inclui várias etapas interconectadas. O experimento foi realizado na Academia Militar (Odessa). Participaram 64 cadetes do segundo ano, com idades entre 19 e 21 anos, divididos em grupo de controle (32) e grupo experimental (32), sem diferenças iniciais. O grupo de controle estudou segundo o esquema tradicional (aulas expositivas, seminários, testes, casos em papel e exercícios de campo); o grupo experimental estudou segundo o modelo dos autores (LMS com lógica adaptativa, módulos de IA, casos digitais, cenários de RV e painel analítico). O experimento durou 10 semanas (disciplinas: “Tática geral”, “Gestão de ações e tática de unidades”, armas combinadas). A cada semana, o grupo experimental realizava tarefas de cenário com condições variáveis (a IA alterava os parâmetros). A avaliação ocorreu por meio de seis indicadores: precisão das decisões táticas, tempo médio de tomada de decisão, nível de letramento digital, qualidade da coordenação, resistência a erros e índice integral de prontidão profissional. Após o ciclo, foram obtidos os seguintes resultados.

A precisão das decisões táticas no grupo de controle aumentou de 68,4% para 75,1%, enquanto no grupo experimental passou de 67,9% para 88,6%. O tempo médio de tomada de decisão diminuiu 9% no grupo de controle e 26% no grupo experimental.

O nível de letramento digital aumentou 11% no grupo de controle e 34% no grupo formado segundo o modelo dos autores. O indicador de coordenação das ações aumentou 8% e 21%, respectivamente. A resistência a erros foi verificada pela repetição da tarefa após uma mudança repentina nas condições do cenário: o grupo de controle manteve a eficácia em 71%, e o grupo experimental atingiu 87%, o que indica maior adaptabilidade ao ambiente dinâmico e reestruturação mais rápida dos algoritmos de ação.

O indicador integral de prontidão profissional no grupo de controle aumentou de 0,63 para 0,71, e no grupo experimental, de 0,62 para 0,86. Uma análise adicional mostrou que os cadetes do grupo experimental cometeram menos erros típicos repetidos nas tentativas posteriores: a frequência de decisões incorretas diminuiu 31%, enquanto no grupo de controle a redução correspondente foi de 12%. Os instrutores também relataram maior qualidade na fundamentação das decisões, melhor uso de mapas digitais e aprendizagem mais rápida de novas instruções. Os resultados confirmaram a eficácia do modelo: a combinação de LMS, análise por IA, cenários de RV e gestão adaptativa proporcionou resultados superiores em todos os critérios.

Os maiores avanços foram registrados na velocidade de tomada de decisão, no letramento digital e na capacidade de atuar em um ambiente em transformação.

DISCUSSÃO

Os resultados são coerentes com os achados de Bestyuk e Pokhnatiuk (2025) sobre a importância das plataformas digitais, mas os ampliam por meio da interação formalizada dos componentes e de indicadores integrados de desempenho. Diferentemente de Biggs (2025), o modelo proposto considera o impacto da IA na estrutura da tomada de decisão e na gestão da aprendizagem. Em comparação com Chmyr et al. (2024) e Danilyan et al. (2023), que se concentram no aspecto tecnológico, nossa abordagem abrange o nível gerencial e a mensuração quantitativa dos resultados. Os resultados confirmam as ideias de Storey e Wagner (2025) sobre o impacto da IA na precisão das decisões, mas, diferentemente de Kang e Lee (2025), abordam a integração de competências por meio de um modelo funcional que combina diferentes tipos de habilidades com os parâmetros do ambiente tecnológico. Observa-se um paralelo com os

achados de Kapoula et al. (2026) sobre o papel das ferramentas analíticas; contudo, diferentemente de Joshi (2025), nosso modelo permite avaliar quantitativamente seu impacto nos resultados de aprendizagem. Kjeksrud et al. (2026) e Zhai et al. (2025) confirmam a eficácia das tecnologias de simulação, e nosso estudo aprimora esses resultados ao incluir as simulações no sistema de indicadores de desempenho. A novidade reside na construção de um modelo integrado de educação militar digital para as Forças Armadas da Ucrânia, com índices formalizados e dependências funcionais. A contribuição para o discurso científico consiste na transição de modelos descritivos para estruturas analíticas, o que assegura a mensurabilidade dos resultados. Em termos práticos, os modelos propostos criam uma base para a gestão da transformação digital da educação militar por meio de um sistema de indicadores e índices calculados.

O modelo proposto está situado no contexto específico do ensino superior militar e da formação profissional de oficiais. Portanto, o estudo aborda a formação militar como uma forma especializada de educação profissional, moldada por hierarquias institucionais, requisitos operacionais, responsabilidades éticas e mecanismos específicos de prestação de contas. Em vez de tratar a transformação digital apenas como uma questão tecnológica ou operacional, o modelo enfatiza suas dimensões educacionais, incluindo organização curricular, análise da aprendizagem, critérios de avaliação, trajetórias individuais de aprendizagem e desenvolvimento de competências. Nesse sentido, a relevância do modelo reside em sua contribuição para compreender como plataformas digitais, ambientes de simulação e ferramentas baseadas em IA podem apoiar processos estruturados de aprendizagem em instituições militares de nível superior. A análise também reconhece que os achados dependem do contexto e devem ser interpretados em relação às demandas específicas da formação de oficiais, em vez de serem diretamente generalizados para o ensino superior civil ou para os sistemas de educação básica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os ambientes digitais integrados aumentam significativamente a eficácia da formação de oficiais das Forças Armadas da Ucrânia por meio da combinação de plataformas educacionais, simulações e análises. Os cadetes aprendem o conteúdo mais rapidamente, realizam com maior precisão tarefas com cenários variáveis, e algoritmos adaptativos deslocam a avaliação para a análise dos processos de tomada de decisão. O modelo contemporâneo de

formação torna-se multinível, sintetizando competências digitais, profissionais e de liderança. O oficial desempenha cada vez mais as funções de monitorar e interpretar os resultados dos algoritmos. Os modelos computacionais formalizam a transformação digital por meio de indicadores quantitativos, e o mecanismo de implementação passo a passo proporciona monitoramento contínuo da eficácia. Os resultados do estudo confirmam a necessidade de uma abordagem abrangente para a modernização da formação militar na Ucrânia.

A principal conclusão deste estudo é que a transformação digital no ensino superior militar não deve ser entendida apenas como a incorporação de ferramentas tecnológicas, mas como a reorganização da arquitetura pedagógica e gerencial que sustenta a formação de oficiais. Os achados indicam que plataformas LMS, análises apoiadas por IA, cenários de RV e sistemas adaptativos de avaliação podem melhorar a velocidade de tomada de decisão, a precisão tática, o letramento digital, a coordenação e a adaptabilidade quando integrados a um modelo educacional coerente. Nesse processo, as tecnologias digitais tornam-se pedagogicamente significativas quando articuladas aos objetivos curriculares, à avaliação formativa, ao feedback sistemático e ao desenvolvimento progressivo de competências profissionais, de liderança e digitais.

Ao mesmo tempo, a eficácia do modelo proposto depende de critérios claros para a avaliação de competências, da preparação adequada de professores e instrutores militares, da governança ética de ferramentas baseadas em IA e do monitoramento contínuo dos resultados de aprendizagem. Os resultados também mostram que os sistemas algorítmicos não devem substituir o julgamento pedagógico, mas apoiar os instrutores na identificação de dificuldades de aprendizagem, no ajuste dos cenários de formação e na organização de trajetórias individualizadas de aprendizagem.

Este estudo é limitado por seu contexto institucional e militar específico. O experimento envolveu cadetes de uma única academia militar e concentrou-se em disciplinas diretamente associadas à formação operacional e tática. Portanto, o modelo proposto deve ser interpretado como uma contribuição para a educação profissional militar especializada, e não como um modelo geral para o ensino superior civil ou para os sistemas de educação básica. Pesquisas futuras devem comparar diferentes instituições militares, examinar os efeitos de aprendizagem em longo prazo, investigar a preparação dos instrutores para trabalhar com sistemas baseados em IA e avaliar as consequências éticas e pedagógicas do uso de ferramentas algorítmicas na avaliação da aprendizagem.

A contribuição do estudo reside em demonstrar que a transformação digital no ensino superior militar exige a integração de infraestrutura tecnológica, organização curricular, desenvolvimento de competências, critérios de avaliação e gestão da aprendizagem. Nesse sentido, o modelo proposto ajuda a esclarecer como plataformas digitais, ambientes de simulação e ferramentas baseadas em IA podem apoiar processos estruturados de aprendizagem na formação de oficiais, preservando a especificidade do contexto educacional militar.

REFERÊNCIAS

- Afina, Y. (2026). *The global prism of military AI governance: Reflections from the 2025 regional consultations on responsible AI in the military domain*. United Nations Institute for Disarmament Research.
- Bestyuk, A., & Pokhnatiuk, S. (2025). Integration of artificial intelligence into higher military education as a factor in increasing the efficiency of professional training. *Scientific Bulletin of Mukachevo State University. Series "Pedagogy and Psychology,"* 11(2), 60–71. <https://doi.org/10.52534/msu-pp2.2025.60>
- Biggs, A. T. (2025). Enhancing professional military education with AI: Best practices for effective implementation. *Journal of Military Learning*, 22–37.
- Chmyr, V., Koriekhov, A., Psol, S., & Partyka, S. (2024). Fostering digital transformations in military engineering education: Introduction of a technology-enhanced learning environment. *Problems of Education in the 21st Century*, 82(2), 162–185. <https://doi.org/10.33225/pec/24.82.162>
- Danilyan, O. G., Dzeban, O. P., Kalynovskyi, Y. Y., Pavlichenko, O. O., & Serhieieva, H. A. (2023). Applying information technologies at higher military education institutions of Ukraine in the current context: Pedagogical and psychological aspects. *Academia y Virtualidad*, 16(1), 147–162. <https://doi.org/10.18359/ravi.6303>
- Găină, L. (2025). Perspectives of higher military education through emerging technologies: Integrating radiolocation and artificial intelligence for aerial surveillance. *Land Forces Academy Review*, 30(2), 260–268. <https://doi.org/10.2478/raft-2025-0025>
- Joshi, S. (2025). Reskilling the U.S. military workforce for the agentic AI era: A framework for educational transformation. *Journal of Education, Society and Behavioural Science*, 38(6), 1–13. <https://doi.org/10.9734/jesbs/2025/v38i61436>
- Kang, Y., & Lee, H. (2025). AI-driven transformation of military education and training: A comparative SWOT analysis for the Republic of Korea Armed Forces. *International Journal of Military Affairs*, 10, 12–24. <https://doi.org/10.22471/military.2025.10.0.12>
- Kapoula, O., Panitsidis, K., Vezou, M., & Karapatsias, E. (2026). Systemic thinking and AI-driven innovation in higher education: The case of military academies. *Education Sciences*, 16(2), Article 183. <https://doi.org/10.3390/educsci16020183>
- Kjeksrud, S., Engdal, S. A., Hokstad, L. M., Grassini, S., & Lindqvist, P. H. F. (2026). Making hybrid war teachable and learnable: Combining artificial intelligence and virtual reality in military education. *Scandinavian Journal of Military Studies*, 9(1), 62–81. <https://doi.org/10.31374/sjms.414>
- Liu, D. Y. T., & Bates, S. (2025). *Generative AI in higher education: Current practices and ways forward* [White paper]. Association of Pacific Rim Universities.
- Makedon, V., Pavlov, D., Plakhotnik, O., Nechaev, D., & Kovnir, O. (2025). Construction of a strategic change management model to enable the evolution of a high-tech enterprise.

Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6(13), 6–15.
<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.347459>

- Mishra, P. (2025). *Code, command, and conflict: Charting the future of AI in national security*. Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School.
- NATO Defence Education Enhancement Programme (DEEP). (2025). *NATO DEEP eAcademy education & training portfolio 2025*.
- Özbek, C., & Erdem, T. (2025). Technological trends in security policies of NATO: Artificial intelligence (AI). *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(4), 1545–1563. <https://doi.org/10.30798/makuiibf.1677558>
- Rashid, A. B., Kausik, A. K., Sunny, A. A. H., Bappy, M. H., & Hassan, M. (2023). Artificial intelligence in the military: An overview of the capabilities, applications, and challenges. *International Journal of Intelligent Systems*, 2023, Article 8676366. <https://doi.org/10.1155/2023/8676366>
- Rodikov, V., Shemchuk, V., Zinevych, A., Romanyshyna, O., & Trotskyi, R. (2025). Building professional competencies of military specialists in different countries. *Eduweb*, 19(3), 125–138. <https://doi.org/10.46502/issn.1856-7576/2025.19.03.8>
- Shylo, S., Borozenets, I., Osiievskyi, S., Nesmiiian, O., Open'ko, P., & Uhrynovych, O. (2022). Formalized student representation in the higher military education institution online learning system. *Social Development and Security*, 12(3), 30–38. <https://doi.org/10.33445/sds.2022.12.3.4>
- Storey, V. A., & Wagner, A. (2025). Integrating artificial intelligence into military education: Opportunities, challenges, and future directions. *Journal of East-West Thought*, 15(1), 1–15. <https://doi.org/10.4018/IJAET.345921>
- Tran, H. T., & Tran, X. P. (2026). Factors affecting the effectiveness of information technology applications and digital transformation in education and training at military schools in the current context. *Vietnam Journal of Educational Sciences*, 22(2), 40–48.
- Trofymenko, O., Loginova, N., Sokolov, A., Chikunov, P., & Akhmametieva, H. (2024). Artificial intelligence in the military sphere. *Cybersecurity: Education, Science, Technique*, 1(25), 161–176. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2024.25.161176>
- Wu, Y., Gao, X., Zhu, Y., Zhong, P., & Deng, P. (2025, April 25–27). Exploring the application of artificial intelligence technology in the field of military continuing education. In B. Majoul, A. Abdullah, S. F. S. Mohammed, & F. D. Hutagalung (Eds.), *Proceedings of the 2025 11th International Conference on Humanities and Social Science Research (ICHSSR 2025)* (pp. 1230–1236). Atlantis. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-440-2_138
- Zhai, C., Jing, B., Fang, S., Hu, X., Tan, Y., & Dai, L. (2025, October 24–26). The evolution and prospects of US military AI-enabled military training. In Association for Computing Machinery (Ed.), *Proceedings of the 2025 4th International Conference on Artificial Intelligence and Intelligent Information Processing (AIIIP 2025)* (pp. 627–632). ICPS. <https://doi.org/10.1145/3778534.3778632>

APÊNDICE

1. Formação do índice de provisão de infraestrutura:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n I_i \cdot w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (1)$$

Em que: I – índice de provisão de infraestrutura; I_i – indicador parcial de infraestrutura; w_i – coeficiente de ponderação do indicador; n – número de parâmetros.

Os indicadores parciais incluem: I_1 – nível de acessibilidade do LMS (% de usuários ativos); I_2 – cobertura por sistemas de simulação (% dos módulos de formação); I_3 – largura de banda da rede (Mbps); I_4 – nível de integração das plataformas (0–1); I_5 – estabilidade do sistema (% de tempo de funcionamento sem falhas).

2. Formação do índice de adaptação pedagógica:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n I_i \cdot w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (2)$$

Em que: P – índice de adaptação pedagógica; P_j – indicadores de adaptabilidade da aprendizagem; v_j – coeficientes de ponderação; m – número de parâmetros.

Os parâmetros incluem: P_1 – nível de personalização da aprendizagem (% de trajetórias individuais de aprendizagem); P_2 – proporção de cursos adaptativos (%); P_3 – velocidade de atualização do conteúdo (dias); P_4 – eficácia dos métodos baseados em casos (% de decisões corretas); P_5 – nível de envolvimento dos cadetes (% de atividade).

3. Formação do índice de gestão do processo de aprendizagem:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n I_i \cdot w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (3)$$

Em que: M – índice de eficiência gerencial; M_k – indicadores parciais de gestão; u_k – coeficientes de ponderação; p – número de indicadores.

Os componentes do índice incluem: M_1 – precisão da previsão dos resultados (%); M_2 – velocidade da tomada de decisão gerencial (s); M_3 – nível de automação do processo (%); M_4 – consistência das decisões (0–1); M_5 – eficiência da utilização de recursos (%).

4. Formação do índice de competências desenvolvidas:

$$K = \frac{\sum_{l=1}^q K_l \cdot s_l}{\sum_{l=1}^q s_l} \quad (4)$$

Em que: K – índice de formação de competências; K_l – indicadores do nível de formação; s_l – coeficientes de ponderação; q – número de parâmetros.

Os parâmetros incluem: K_1 – nível de competências profissionais (%); K_2 – nível de competências de liderança (%); K_3 – nível de competências digitais (%); K_4 – capacidade de trabalhar com IA (% de decisões corretas); K_5 – estabilidade dos resultados (% de repetibilidade).

Cada índice é formado como uma média ponderada que considera a diferente importância dos indicadores. A normalização dos parâmetros é realizada convertendo-os para uma escala de 0 a 1 ou de 0 a 100%.

CRediT Author Statement

- ☐ **Reconhecimentos:** Não se aplica.
 - ☐ **Financiamento:** O desenvolvimento desta pesquisa não recebeu apoio financeiro de nenhuma agência de fomento.
 - ☐ **Conflicts of interest:** Não se aplica.
 - ☐ **Ethical approval:** Não se aplica.
 - ☐ **Data and material availability:** As fontes de dados estão disponíveis publicamente nos respectivos *sites*.
 - ☐ **Authors' contributions:** Ievgeniia Ivanchenko: Conceituação, supervisão, referencial teórico, preparação do manuscrito. Taras Ostapchuk: Revisão da literatura, delineamento metodológico, análise de dados. Vasyl Heorhiiev: Especialização pedagógica, revisão crítica, revisão do manuscrito. Oleksandra Shahova: Coleta de dados, análise, visualização de materiais educacionais. Serhii Myroniuk: Coleta de dados, análise, visualização de materiais educacionais. Nataliia Bilonozhko: Especialização pedagógica, referencial teórico, visualização de materiais educacionais.
-

Processamento e editoração: Editora Ibero-Americana de Educação
Revisão, formatação, normalização e tradução

