



**O USO DE TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS PARA FORMAÇÃO DE GRADUADOS EM ENGENHARIA**

**EL USO DE TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS PARA LA FORMACIÓN DE GRADUADOS EN INGENIERÍA**

**THE USE OF EDUCATIONAL TECHNOLOGIES FOR TRAINING ENGINEERING GRADUATES**

Yulia A. DUBROVSKAYA<sup>1</sup>

Elena A. KRASNOVA<sup>2</sup>

Leonid V. PIHKONEN<sup>3</sup>

**RESUMO:** Este artigo fundamenta a necessidade de treinar socorristas de minas em um ambiente imersivo profissional com o uso de tecnologias cognitivas. Ele descreve os elementos deste ambiente e sugere um modelo de quatro módulos para a implementação de tecnologias cognitivas no treinamento de engenheiros de resgate de minas. É dada atenção especial à necessidade de uma adição harmoniosa aos métodos de construção de uma situação educacional e prática com as técnicas de criação de um ambiente imersivo de aprendizagem interna. As tecnologias cognitivas obedecem a muitas disposições da norma conceber-desenhar-implantar-operar (CDIO) adotada pela comunidade internacional e contêm um enorme campo de atividade para o desenvolvimento tanto de tecnologias educacionais tradicionais quanto inovadoras. Os conhecimentos adquiridos no processo de treinamento teórico, aliados à experiência prática adquirida em um ambiente educacional imersivo, proporcionam um melhor treinamento do pessoal de engenharia adaptado ao desempenho de suas tarefas profissionais e às necessidades de produção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tecnologias cognitivas. Educação em engenharia. Engenheiro de mineração.

**RESUMEN:** Este artículo corrobora la necesidad de formar a los socorristas de minas en un entorno profesional inmersivo con el uso de tecnologías cognitivas. Describe los elementos de este entorno y sugiere un modelo de cuatro módulos para la aplicación de las tecnologías cognitivas en la formación de los ingenieros de rescate de minas. Se presta especial atención a la necesidad de complementar armónicamente los métodos de construcción de una situación educativa y práctica con las técnicas de creación de un entorno inmersivo de aprendizaje interno. Las tecnologías cognitivas cumplen con muchas disposiciones de la norma concebir-diseñar-implementar-operar (CDIO) adoptada por la comunidad internacional y contienen un enorme campo de actividad para el desarrollo de tecnologías educativas tradicionales e innovadoras. Los conocimientos adquiridos en la formación

<sup>1</sup> Universidade de São Petersburgo Mining – São Petersburgo – Rússia. Professor Assistente. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6987-6874>. E-mail: [dubrovskaya.yu.a@mail.ru](mailto:dubrovskaya.yu.a@mail.ru)

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Transportes de Samara, Samara – Rússia. Professor Assistente. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3100-9310>. E-mail: [elena.a.krasnova@mail.ru](mailto:elena.a.krasnova@mail.ru)

<sup>3</sup> Centro de Treinamento MAEB, São Petersburgo – Rússia. Diretor Geral. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0775-8650>. E-mail: [l.v.pihkonen@mail.ru](mailto:l.v.pihkonen@mail.ru)





*teórica y la experiencia práctica adquirida en un entorno educativo inmersivo proporcionan mejor formación del personal de ingeniería adaptado al desempeño de sus tareas profesionales y a las necesidades de la producción.*

**PALABRAS CLAVE:** *Tecnologías cognitivas. Educación en Ingeniería. Ingeniero de minas.*

**ABSTRACT:** *This article substantiates the need to train mine rescuers in a professional immersive environment with the use of cognitive technologies. It describes the elements of this environment and suggests a four-module model for implementation of cognitive technologies in the training of mine rescue engineers. Special attention is paid to the need for a harmonious addition to the methods of building an educational and practical situation with the techniques of creating an internal learning immersive environment. Cognitive technologies comply with many provisions of the conceive-design-implement-operate (CDIO) standard adopted by the international community and contain a huge field of activity for the development of both traditional and innovative educational technologies. The knowledge gained in the process of theoretical training, coupled with practical experience gained in an immersive educational environment, provide better training of engineering personnel adapted to the performance of their professional tasks and the needs of production.*

**KEYWORDS:** *Cognitive technologies. Engineering education. Mining engineer.*

## **Introdução**

O pessoal de engenharia é uma espécie de ponte entre os dois lados da produção industrial: a ciência e a indústria. O desenvolvimento do potencial do pessoal de engenharia que atenda aos requisitos da ciência e economia modernas exige o desenvolvimento de uma abordagem inovadora para a formação de profissionais de engenharia e o uso de novas tecnologias educacionais. Para resolver este problema complexo, em outubro de 2000, o Massachusetts Institute of Technology lançou um grande projeto internacional para reformar o ensino básico de engenharia: Conceber-Desenhar-Implantar-Operar (CDIO), que combinou as ideias de cientistas, professores e indústria representantes sobre formas e meios de modernizar o ensino universitário. O objetivo inicial do projeto de transformação da formação em engenharia é alinhar o conteúdo e a eficácia dos programas educacionais de engenharia ao nível de desenvolvimento de equipamentos e tecnologias modernos e às expectativas dos empregadores, ou seja, obter um especialista pronto que não tem experiência de trabalho, mas está pronto para exercer imediatamente suas funções profissionais. O trabalho no projeto fez com que surgissem alguns requisitos para os programas de formação educacional, que se transformaram no padrão CDIO, que está sendo constantemente aprimorado de acordo com as exigências dos potenciais empregadores (DAVYDOVA, 2017; VOROBYOVA, 2015).





Muitas das principais universidades técnicas do mundo apreciaram as perspectivas deste padrão e, levando em conta os resultados positivos e a experiência de sua aplicação, começaram, em certa medida, a introduzir novas tecnologias educacionais no processo educacional ao preparar os alunos para especialidades de engenharia.

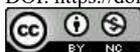
## **Métodos**

As universidades técnicas da Rússia também chamaram a atenção para essa experiência. Nas últimas duas décadas, a abordagem da iniciativa educacional transformou-se significativamente. Começaram a ser utilizadas tecnologias cognitivas que antes eram implementadas com sucesso nas ciências humanas e pouco implementadas em programas de engenharia, onde ainda prevalece a abordagem clássica do processo educacional.

## **Revisão de literatura**

As tecnologias cognitivas como um ramo independente do conhecimento na ciência moderna é o resultado da pesquisa aplicada no campo da psicologia, psicolinguística, engenharia do conhecimento, design pedagógico, etc. A natureza interdisciplinar das tecnologias cognitivas (na intersecção de várias ciências) dificulta para defini-los. Muitos autores aplicam uma interpretação estendida a essas tecnologias, onde cada seção, de fato, representa toda uma direção pedagógica digna de estudos profundos (ADLER, 2000; BAKIN, 2020; DUBROVSKAYA; PIKHKONEN, 2019; DUBROVSKAYA; PIKHKONEN; RUDENKO, 2020; GONCHAROVA; MOMOT, 2019; KORNILOV, 2019; KRAYUSHKIN, 2021; POTANINA, 2009; SERGEEV, 2010, 2013; TVKINORADIO, s.d.; ZAIR-BEK, 2018). A formação de ideias sobre a natureza e finalidade das tecnologias cognitivas ocorreu em várias etapas, formadas a partir de mensagens científicas e do desenvolvimento progressivo da pedagogia cognitiva. Cada estágio desenvolveu suas próprias *ramificações* de aplicativos e módulos do sistema.

A interpretação moderna das tecnologias cognitivas, levando em conta o papel do ambiente educacional imersivo, é mais claramente apresentada nos trabalhos de Sergeev (2010, 2013) e Kornilov (2019). De várias perspectivas, as tecnologias cognitivas são consideradas na monografia coletiva de Sergeev, Bershadsy, Chorosova, Solomonova, Zhohikov, Gerasimova, Zakharova, Nikulina e Savkin (2016). Uma análise profunda das perspectivas para a introdução de tecnologias imersivas no processo de aprendizagem foi



apresentada por Zair-Bek (2018). Esses autores desenvolveram as principais disposições da teoria dos ambientes imersivos e profissionais, justificaram o significado básico dos modelos e propuseram uma terminologia comumente utilizada. O lado psicológico das tecnologias cognitivas está refletido nos trabalhos de Adler (2000) e Andersen (2002).

A estrutura e o conteúdo das competências esperadas como resultado do processo educacional e a essência do treinamento prático em engenharia são divulgados nos trabalhos de Vorobyova (2015), Veshneva e Singatulin (2015), Potanina (2009) e outros (CUMMINGS; BAIENSON, 2016; LI; FENG; CHENG; LU, 2018; POTKONJAK; GARDNER; CALLAGHAN; MATTILA; GUETL; PETROVIĆ; JOVANOVIĆ, 2016; RADIONOVSKAYA; BAEVA, 2014; SCHEXNAYDER; ANDERSON, 2011; TEJEDOR; SEGALÀS; ROSAS-CASALS 2018). Neste artigo, as tecnologias cognitivas são entendidas como tecnologias para melhorar as habilidades cognitivas dos alunos, permitindo-lhes individualizar o processo educacional.

## **Resultados**

Os documentos normativos que regulam o processo educativo no ensino superior obrigam a trabalhar em estreito contato com a produção, a privilegiar as normas profissionais e as exigências dos empregadores. As instituições de ensino superior da Rússia que treinam especialistas para os objetos do complexo de recursos minerais devem estar mais interessadas na adaptação mais rápida possível dos graduados para trabalhar nas condições reais das empresas de mineração. As tecnologias cognitivas nos permitem atingir esse objetivo: elas desenvolvem relações de causa e efeito que surgem no ambiente externo, ajudam a amplificar habilidades para tomar decisões gerenciais independentes e elaboram um algoritmo de ações para realizar tarefas profissionais.

Ao formar um programa educacional para especialidades de engenharia do perfil de mineração, há tarefas cada vez mais complexas e multifacetadas. Vamos destacar os três mais significativos deles. A primeira é ganhar vantagem competitiva: a crescente concorrência no setor de ensino superior está forçando as universidades a buscar vantagens em seus programas para atrair estudantes para cursos de engenharia.

A segunda tarefa é aumentar a motivação da aprendizagem e reter os alunos que foram atraídos. A abordagem da aprendizagem pode ser definida em três blocos: i) “O que está sendo estudado”, para mostrar o valor do que está sendo estudado; ii) “Por que está sendo estudado”, para motivar a aprendizagem; e iii) “Como está sendo estudado”, para construir



uma estratégia de aprendizagem. Nesta tarefa, podemos distinguir duas abordagens principais dos alunos à aprendizagem: uma abordagem superficial e uma abordagem profunda. A abordagem superficial é típica para alunos que não veem valor no material de aprendizagem, e sua motivação é simplesmente reproduzir as informações para atender aos requisitos do curso e ser certificado pelos resultados da sessão. Um aluno motivado entende o valor do conhecimento, encontra uma aplicação prática das informações recebidas, aplica uma abordagem profunda ao aprendizado.

A terceira tarefa é atender às necessidades do empregador. Os empregadores incentivam os engenheiros certificados a mostrar seus conhecimentos de teoria e habilidades e se envolver imediatamente no processo de produção.

Como resolver esses problemas? Os métodos de ensino existentes são frequentemente limitados por muitos fatores, incluindo tempo, recursos e vontade administrativa da universidade. A formação dos alunos de engenharia deve ser proporcionada por métodos que estimulem os alunos a fazer algo. Muitas abordagens de aprendizagem são baseadas na filosofia da ação, que diz respeito à aprendizagem ativa, aprendizagem combinada, aprendizagem baseada em projetos, aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem baseada em descobertas e aprendizagem baseada em experiências. Todas essas abordagens estão focadas em ajudar os alunos a acumular conhecimento, encontrar significado entre seu conhecimento, experiência, suas ideias e definir tarefas.

Para um socorrista de minas, a capacidade de coordenação e reflexo se manifesta na capacidade de executar com precisão procedimentos complexos para resgatar a vítima em um período mínimo de tempo. Em particular, em uma atmosfera enfumaçada e parcialmente irrespirável, uma pessoa inconsciente deve ser conectada a um dispositivo de respiração artificial, se possível, no menor tempo possível, prender a vítima e o aparelho respiratório e preparar a pessoa para o transporte. Tais ações são alcançadas apenas por meio de treinamento de longo prazo para trazer todas as operações para salvar pessoas em situação extrema ao automatismo, quando a memória muscular reflexiva condicional deve ser ativada. As especificidades do treinamento de engenheiros de resgate de minas incluem treinamento físico e psicológico especial. Assim, os esforços e fundos despendidos na criação e funcionamento eficaz de minas de treino e áreas de treino, no desenvolvimento de novas tecnologias de treino e na formação de todas as categorias de unidades de salvamento das equipas paramilitares de salvamento de montanha (funcionários a tempo inteiro, quadros superiores e pessoal) ficam claros.



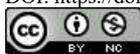


A qualidade da formação dos graduados nesta especialidade depende diretamente da qualidade das competências e habilidades formadas. Portanto, especialistas, que estão prontos para trabalhar em um modo de estresse constante, arriscam suas próprias vidas, capazes de resolver problemas complexos no campo da segurança industrial, precisam formar habilidades práticas nas condições das empresas de mineração existentes. Nenhum simulador será capaz de fornecer sensações, habilidades e capacidades para trabalhar em um respirador, em uma câmara de calor, em um espaço cheio de fumaça. Eles não serão capazes de recriar situações estressantes, de transmitir todo o horror e medo de se mover em condições apertadas, sob obstruções simuladas, em completa escuridão.

Só a imersão dos alunos no ambiente profissional de salvadores de minas e mineiros nas condições de formação de mina ou aterro aumenta a motivação e o interesse pela profissão escolhida, permite compreender o significado e o alcance da aplicação prática dos conhecimentos teóricos adquiridos. Ajuda a elaborar exercícios para superar o medo de espaços confinados, escuridão e altura, superestimação ou subestimação da auto-estima.

A experiência de treinamento de garimpeiros em organizações educacionais russas revelou uma lacuna significativa que dificulta a introdução ativa de tecnologias cognitivas de informação e comunicação no processo educacional: a falta de software especializado que permita identificar e avaliar as características de cada aluno. A psicologia cognitiva e a pedagogia no contexto da formação de licenciados na especialidade “Mineração” relacionam-se por tarefas comuns e objetos de investigação. No nosso caso, essa é a personalidade do aluno, o futuro engenheiro de resgate.

No decorrer do treinamento de acordo com os métodos e programas desenvolvidos, os alunos mostraram capacidade de adaptação às realidades de produção, flexibilidade de pensamento, capazes de encontrar e tomar decisões em situações não padronizadas e demonstrar reações psicofisiológicas estáveis necessárias durante as operações de resgate. Vamos resumir a experiência da aplicação prática de tecnologias cognitivas no treinamento prático de engenheiros de resgate de minas, apresentando-o como um modelo composto por quatro módulos implementados: o módulo de treinamento teórico, que é responsável pela aquisição de conhecimento no processo de dominar o programa educacional; o módulo de formação prática, que forma competências práticas e habilidades necessárias à atividade profissional; o módulo de comportamento, que é responsável pela observação, o estudo das relações interpessoais; o modelo efetivo – um módulo que desenvolve a estabilidade psicológica, a adaptação do indivíduo a situações complexas e não padronizadas (Figura 1).



**Figura 1** – Módulos educacionais de tecnologia cognitiva que formam um ambiente imersivo na aprendizagem orientada para a prática



Fonte: Desenvolvido pelos autores

O ambiente imersivo é uma parte do ambiente externo envolvente que afeta o estado psicológico do aluno, estimulando a percepção do material didático em relação à sua aplicação prática. Todos os quatro módulos têm impacto na personalidade do aluno, fortalecendo a ligação entre a aprendizagem teórica e prática através da participação pessoal no processo de aprendizagem. Ao mesmo tempo, as tecnologias educacionais cognitivas levam em conta as reações comportamentais do aluno e a capacidade de responder a situações complexas e fora do padrão. Na educação clássica, os dois últimos módulos eram considerados insignificantes e, via de regra, não eram levados em consideração na elaboração de programas de treinamento prático.

Na prática, um ambiente de imersão profissional para engenheiros de minas é entendido como a aquisição de habilidades profissionais por imersão na realidade da produção. Em um caso particular, a imersão no ambiente externo para engenheiros de minas especializados em “Segurança tecnológica e trabalho de resgate em minas” é treinamento em mina, em áreas de treinamento e trabalho em mineração – em minas de carvão e minério, minas de carvão de superfície, plantas de mineração e outros objetos do setor de recursos minerais – de acordo com programas especiais que preveem as reações comportamentais dos alunos, sua capacidade de tomar decisões independentes em situações atípicas, emergenciais e estressantes.



As tecnologias cognitivas nesse modelo estimulam os alunos a participar ativamente do processo educacional. Envolve encontrar problemas no assunto em estudo e resolvê-los de forma independente, estimulam a interação e a comparação das experiências próprias e de outras pessoas, como resultado da aquisição de uma nova experiência individual. Na formação de engenheiros de minas especializados em “segurança tecnológica e trabalho de resgate em minas” – futuros gerentes de serviços de emergência, onde a vida das pessoas depende da qualidade e velocidade da tomada de decisões, muitas vezes decisões fora do padrão, são as tecnologias educacionais cognitivas que têm uma perspectiva e vantagem na formação de tais especialistas.

A tarefa dos professores é criar e proporcionar condições para o desenvolvimento das habilidades cognitivas individuais do aluno, evidenciadas na estrutura dos modelos cognitivos. A especialização “Segurança tecnológica e trabalho de resgate em minas” necessita principalmente do uso de tecnologias cognitivas. Ao realizar operações de resgate em condições difíceis, eliminando as consequências de acidentes e catástrofes, os socorristas precisam de treinamento psicológico estável, qualidades pessoais e volitivas formadas e a capacidade de tomar decisões gerenciais (de equipe) com base na experiência individual adquirida como resultado de treinamento e participação em operações de resgate.

O treinamento prático aprofundado em centros de treinamento em equipes paramilitares de resgate de montanha, em áreas de treinamento e em minas de treinamento é projetado para desenvolver qualidades e habilidades psicofisiológicas pessoais, para tomar decisões em condições extremas. A especificidade do trabalho dos socorristas envolve exercícios físicos significativos, estando em condições psicologicamente desfavoráveis, muitas vezes em situações de emergência que causam estresse, reações fisiológicas desfavoráveis do corpo: estar em completa escuridão, em um espaço fechado, em um ambiente inadequado para respirar, com a ameaça de explosão, incêndio, colapso, observação das vítimas, a necessidade de prestar-lhes os primeiros socorros. Portanto, o treinamento e a prática visam à formação e desenvolvimento das qualidades físicas necessárias e resistência aos estresses psicológicos.

O resultado de um treinamento exaustivo e fisicamente desafiador usando métodos de psicologia cognitiva é o desenvolvimento de qualidades de força de vontade do graduado: desde a capacidade de gerenciar-se em situações estressantes e suportar cargas psicológicas pesadas até a capacidade de desempenhar suas funções oficiais em um ambiente hostil, em condições extremas.



Os exercícios psicofisiológicos ajudam a identificar as potencialidades da personalidade do formando e a adquirir novas experiências na procura de uma ação eficaz em várias situações de trabalho profissional. Assim, por meio da reação ao estresse externo, o professor desenvolve um determinado modelo de comportamento para sair das circunstâncias atuais.

A *imersividade* (imersão, efeito de presença) complementa as tecnologias cognitivas. Ela implica a transformação do sujeito em um sistema de relações (educacional e/ou profissional), no nosso caso de aluno transformando-se em engenheiro socorrista de minas, atuando nas circunstâncias propostas do treinamento. Os alunos sentem a realidade de tudo o que está acontecendo ao seu redor, percebem através de todos os canais disponíveis: através da visão, audição, olfato, tato, paladar, percepção, corpo.

O ambiente imersivo condicional pode ser dividido em externo e interno. Externo é um ambiente de aprendizado passivo e simulado. Inclui tecnologias de realidade virtual – simuladores situacionais, aterros sanitários com equipamentos especiais – um mundo simulado construído por dispositivos técnicos, transmitidos ao aluno por meio de seus sentidos. A realidade virtual é baseada no conceito de usar uma interface homem-máquina para criar o efeito de um ambiente tridimensional, no qual o usuário interage com objetos virtuais, e não com imagens desses objetos (VESHNEVA; SINGATULIN, 2015).

O ambiente imersivo externo proporciona ao aluno o efeito de imersão, sensação de presença, mas não leva em consideração o pensamento, comportamento, hábitos, habilidades e capacidades do aluno, seu estado psicoemocional e psicofísico. Este último leva a inconsistências e conflitos sensoriais, quando a imersão na realidade virtual causa, por exemplo, tontura e náusea.

O ambiente interno (ativo, real, de informação e comunicação) proporciona a formação e desenvolvimento de habilidades e capacidades práticas necessárias para um engenheiro de resgate de minas. Um ambiente de produção real e uma mina de treinamento fornecem treinamento para um engenheiro de mina de um nível qualitativamente diferente.

O ambiente imersivo em combinação com as tecnologias cognitivas de aprendizagem proporciona o desenvolvimento de habilidades psicofisiológicas, bem como habilidades sociopsicológicas de interação em equipe. Ao realizar operações de resgate em condições extremas, um requisito é o trabalho bem coordenado de cada membro da equipe, que entende as tarefas de forma quase intuitiva.



A imersão na aprendizagem orientada para a prática proporciona ao aprendiz um estado psicológico no qual ele, como pessoa, se vê incluído e interagindo com esse ambiente. Esse envolvimento proporciona ao aluno o desenvolvimento de habilidades, o ganho de experiência e a formação do comportamento situacional.

A experiência prática adquirida em um ambiente imersivo torna-se a base para que o aluno individualize o comportamento em diversas situações complexas não padronizadas, ajuda a superar diversos medos aos quais uma pessoa está predisposta. O ambiente imersivo forma qualidades necessárias para desempenhar as tarefas profissionais de um engenheiro de resgate de minas: estar pronto para condições de perigo mortal, realizar operações de resgate de emergência, estar psicologicamente pronto para executar tarefas em condições de perigo mortal.

### **Considerações finais**

O ambiente imersivo profissional, em nossa opinião, permite formar qualidades necessárias para o trabalho de um engenheiro de resgate de minas, algoritmiza suas ações, proporcionando prontidão psicológica para encontrar uma saída para situações difíceis. A experiência de formação de graduados na especialidade “Mineração” (especialização “Segurança tecnológica e trabalho de resgate em minas”) mostrou uma vantagem óbvia do ambiente imersivo interno (ativo, real, comunicação) sobre o externo (passivo, simulado, treinamento). A realização de práticas educacionais e industriais com o uso de tecnologias cognitivas com imersão em ambiente profissional externo imersivo permitiu garantir a formação de competências e habilidades profissionais de alunos de alto nível, o que foi confirmado por ambos os empregadores, professores envolvidos na formação de especialistas, e graduados. O efeito da introdução de tecnologias cognitivas, mais pesquisas científicas, uma boa base metodológica e uma abordagem razoável para seu uso garantirão sua aplicação no processo educacional na formação de engenheiros de minas.

## REFERÊNCIAS

ADLER, A. **Style of life**. Moscow: CheRo, 2000.

ANDERSEN, J. R. **Cognitive Psychology and its Implications**. 5. ed. New York: Worth Publishers, 2002.

BAKIN, M. V. Immersivnye tehnologii v razvitii social'noj èmpatii i obrazovanija [Immersive technologies in the development of social empathy and education]. **Meždunarodnyj Naučno-issledovatel'skij Žurnal [International Research Journal]**, Yekaterinburg, n. 10(100), p. 16-19, 2020. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.100.10.037>

CUMMINGS, J. J.; BAIENSON, J. N. How Immersive Is Enough? A Meta-Analysis of the Effect of Immersive Technology on User Presence. **Media Psychology**, Athens, v. 19, n. 2, p. 272-309, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/15213269.2015.1015740>

DAVYDOVA, Z. E. Modernization of training of engineers in basic disciplines on the example of studying electrical engineering. *In*: INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE MODERNIZATION OF ENGINEERING EDUCATION: RUSSIAN TRADITIONS AND MODERN INNOVATIONS, 2017, Yakutsk. **Proceedings [...]**. Yakutsk: NEFU Publishing House, 2017. p. 192-195.

DUBROVSKAYA, Y. A.; PIKHKONEN, L. V. Professional'no-prikladnaja fizičeskaja podgotovka kak osnova dlja formirovanija praktičeskikh kompetencij obučajušihsja v vuzah silovyh vedomstv (na primere vuzov MČS Rossii) [Professionally Applied Physical Training as the Basis for the Formation of Practical Competencies of Students in the Universities of Law Enforcement Agencies (on the Example of Universities EMERCOM of Russia)]. **Obrazovanie. Nauka. Naučnye Kadry [Education. Science. Scientific Personnel]**, n. 4, p. 174-181, 2019. DOI: <https://doi.org/10.24411/2073-3305-2019-10213>

DUBROVSKAYA, Y. A.; PIKHKONEN, L. V.; RUDENKO, G. V. Organizacionno-metodičeskij opyt praktičeskoj podgotovki studentov-gornospasatelej [Organizational and methodological experience of practical training of students-mountain rescuers]. **Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta [Scientific Notes of P.F. Lesgaft University]**, n. 8(186), p. 105-113, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34835/issn.2308-1961.2020.8.p105-113>

GONCHAROVA, O.; MOMOT, M. Polnoe pogruženie: kak immersivnoe obučenie prihodit v kompanii i školy [Total Immersion: How Immersive Learning Comes to Companies and Schools]. Pók [RBC], 2019. Disponível em: <https://trends.rbc.ru/trends/education/5d6fb3449a794781b981b437>. Acesso em 24 mar. 2021.

KORNILOV, Y. V. Immersivnyj podhod v obrazovanii [Immersive approach in education]. **Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology**, Togliatti, v. 8, n. 1(26), p. 174-178, 2019. DOI: <https://doi.org/10.26140/anip-2019-0801-0043>

KRAYUSHKIN, N. Virtual'naja real'nost' v obrazovanii [Virtual reality in education]. Graduate School of Business: Center for the development of competencies in business

informatics, 2021. Disponível em: <https://hsbi.hse.ru/articles/virtualnaya-realnost-v-obrazovanii/>. Acesso em 24 mar. 2021.

LI, D.; FENG, Y.; CHENG, D.; LU, Y. Exploration and Research on the Engineering Education Model of “Practicing while Teaching with Curriculum Integration”. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 466, 012019, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/466/1/012019>

POTANINA, O. V. Kognitivnaja kompetencija budușego inženera: sușnost', struktura, soderžanie [Cognitive competence of future engineer: essence, structure, content]. **Vestnik Baškirkogo Universiteta [Bulletin of Bashkir University]**, Ufa, v. 14, n. 1, p. 298-301, 2009.

POTKONJAK, V.; GARDNER, M.; CALLAGHAN, V.; MATTILA, P.; GUETL, C.; PETROVIĆ, V. M.; JOVANOVIĆ, K. Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. **Computers & Education**, Tempe, v. 95, p. 309-327, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>

RADIONOVSKAYA, T. I.; BAEVA, L. S. Praktičeskaja podgotovka kak osnovopolagajušij faktor formirovanija professional'nyh kompetencij [Practical training as a fundamental factor in the formation of professional competences]. **Modern Problems of Science and Education**, Moscow, n. 6, p. 973, 2014. Disponível em: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=17175>. Acesso em 24 mar. 2021.

SCHEXNAYDER, C.; ANDERSON, S. Construction Engineering Education: History and Challenge. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 137, n. 10, p. 730-739, 2011. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000273](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000273)

SERGEEV, S. F. Education in global information-communication and anthropogenic environment: new opportunities and limits. **Open Education**, v. 1, n. 96, p. 32-39, 2013.

SERGEEV, S. F. Virtual simulators: Problems of theory and methodology of design. **Human-Machine Systems**, v. 2, n. 8, p. 15-20, 2010.

SERGEEV, S. F.; BERSHADSKY, M. E.; CHOROSOVA, O. M.; SOLOMONOVA, G. S.; ZHOHIKOV, A. V.; GERASIMOVA, R. E.; ZAKHAROVA, N. I.; NIKULINA, A. A.; SAVKIN, P. A. **Cognitive pedagogy: E-learning technologies in teacher professional development: Monograph**. Yakutsk: Publishing house of the Institute for Humanitarian Research and Problems of Indigenous Peoples of the North, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2016.

TEJEDOR, G.; SEGALÀS, J.; ROSAS-CASALS, M. Transdisciplinarity in higher education for sustainability: How discourses are approached in engineering education. **Journal of Cleaner Production**, Brno, v. 175, p. 29-37, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.085>

TVKINORADIO. Immersive environment technology: a combination of the old and the new. Information and technical portal. n.d. Disponível em: <https://tvkinoradio.ru/article/article13941-tehnologiya-immersivnoj-sredi-splavstarogo-i-novogo>. Acesso em: 24 mar. 2021.



VESHNEVA, I. V.; SINGATULIN, R. A. Virtual technologies – New perspectives in the learning system. **Information Technologies in Education**, v. 43, p. 382-387, 2015.

VOROBYOVA, I. M. Strengthening the role of engineering education and the practical component of educational programs in a technical university. **Young Scientist**, v. 11, n. 91, p. 1304-1307, 2015.

ZAIR-BEK, E. S. **The future of education**: How immersive technologies will change learning forever. St. Petersburg: The Herzen State Pedagogical University of Russia, 2018.

### Como referenciar este artigo

DUBROVSKAYA, Y. A.; KRASNOVA, E. A.; PIHKONEN, L. V. O uso de tecnologias educacionais para formação de graduados em engenharia. **Nuances Est. Sobre Educ.**, Presidente Prudente, v. 32, e021011, jan./dez. 2021. e-ISSN: 2236-0441. DOI: <https://doi.org/10.32930/nuances.v32i00.9124>

**Submetido em:** 10/09/2021

**Revisões requeridas em:** 10/10/2021

**Aprovado em:** 13/11/2021

**Publicado em:** 28/12/2021

