

Danimir P. Mandić¹
Gordana M. Mišćević²
Milanka G. Džinović³
University of Belgrade, Faculty of Education
Belgrade (Serbia)

004.89:37.091.39
Original scientific paper
Submitted 28/08/2025
Revised 03/09/2025
Accepted 03/09/2025
doi: [10.5937/socpreg59-61153](https://doi.org/10.5937/socpreg59-61153)

AI-DRIVEN INTERACTIVE EDUCATIONAL AVATARS FOR SMART EDUCATION⁴

Abstract: The paper explores the use of interactive educational avatars powered by artificial intelligence within smart education initiatives in Serbia. It analyzes the attitudes of 173 teachers from all levels of education, based on informal training. The results show strong positive correlations between acquired experiences and the acceptance of avatars, particularly those featuring two-way communication and adaptive content. The study highlights advanced engineering features such as machine learning, natural language processing, and emotion analysis. It also addresses real-time adaptability, data privacy, and ethical issues. The role of institutions such as CRAIE is emphasized, with a focus on professional development and interdisciplinary collaboration for the effective integration of avatars in the field of education.

Keywords: artificial intelligence; interactive educational avatars; pedagogical innovation; professional development; smart education

INTRODUCTION

Modern technologies, based on artificial intelligence, have a complex impact on various aspects of society, including education, the judiciary, the media, and many other spheres. Therefore, the papers also analyze broader societal effects such as alienation, technology dependence, institutional challenges, as well as the readiness of the educational system to integrate new digital forms of learning. (Babić & Matović, 2025; Luknar, 2025; Matić Bošković, 2024; Ristić & Mandić, 2018; Čović, 2025; Ćitić, 2020). The growing interest among researchers is directed toward understanding how generative artificial intelligence

¹ danimir.mandic@uf.bg.ac.rs; <https://orcid.org/0000-0002-3986-6077>

² gordana.miscevic@uf.bg.ac.rs; <https://orcid.org/0000-0002-7668-7596>

³ milanka.dzinovic@uf.bg.ac.rs; <https://orcid.org/0000-0002-1143-626X>

⁴ The work is visible as preprint: Mandic, D., Miscevic, G., & Dzinovic, M. (2025). AI-Driven Interactive Educational Avatars for Smart Education. Preprints. <https://doi.org/10.20944/preprints202508.1490.v1>

(AI) impacts new roles of teachers, students and the professional autonomy of educators within educational processes (Karataş, Eriçok & Tanrikulu, 2024; Milutinović, Đorđević & Mandić, 2025; Zhai, 2024). Contemporary education increasingly highlights the differences between traditional teaching approaches and those integrating AI as instructional support. Traditional education positions the teacher predominantly as a transmitter of knowledge, whereas modern AI-integrated education transforms the teacher's role into that of a facilitator and a mentor. In the context of contemporary pedagogy, artificial intelligence facilitates personalised learning adapted to individual student needs, pace and style, in contrast to the uniform approach characteristic of traditional models (Mandić, 2023). Traditional teaching methods rely on periodic, often standardised forms of assessment, whereas AI systems enable continuous progress monitoring and real-time formative feedback, enhancing students' confidence and skill development (Wang, 2025). Students in traditional education typically assume passive roles, whereas interactive AI platforms in contemporary classrooms encourage active participation, collaboration and inquiry. Artificial intelligence further supports the effective development of higher-order cognitive skills such as critical thinking, problem solving and digital literacy, overcoming the predominantly reproductive character of traditional instruction. AI tools allow rapid and detailed analysis of student behaviours and progress, identifying areas requiring additional attention and support – tasks that traditionally demand significant teacher time and effort. The use of digital resources and intelligent tutoring systems expands educational accessibility, particularly benefiting students with special educational needs or those in remote areas. Within such educational environments, the teacher remains a critical element of the educational process but is empowered by technology that facilitates lesson planning, differentiated instruction, classroom implementation and evaluation of achievements. This technological empowerment frees teachers' time and motivates further professional development. Thus, integrating AI tools does not replace human involvement but rather enhances the quality of educational processes in alignment with twenty-first-century educational demands. Developing metacognitive abilities among future teachers is becoming a key competency, enabling educators to reflect, plan and adapt instruction to students' needs (Radulović, Džinović & Mišćević, 2024). Successful integration of AI tools into educational processes and teacher training requires educators to be trained in AI utilisation, thus improving instructional quality and fostering critical understanding of technology's role in education (Mandić, Mišćević & Bujišić, 2024; Mandić, Mišćević, Babić & Matović 2024). A recent analysis of 24 smart-education policies from various countries and organisations identified key strategies and trends in smart-education development. Although smart education is recognised as a global priority, its implementation depends significantly on each country's economic development and infrastructure, with investments in human capital and digital environments being crucial for success (Yang, Sun, Lin, & Zhu, 2024).

AI Avatars and the Serbian Educational Context

Within the Serbian educational context, the implementation of smart-education initiatives reflects a dedicated commitment to enhancing the quality and inclusivity of education through digital transformation. Serbia's educational reforms increasingly advocate

the integration of digital competencies and advanced AI technologies into curricula and teacher-training programmes. Consequently, evaluating teacher perceptions shaped by non-formal educational experiences becomes essential, as educators' acceptance and effective integration of these innovative tools significantly influence their successful implementation. This research specifically addresses the existing gap in understanding how such non-formal experiences shape Serbian educators' perceptions and attitudes toward interactive educational avatars, thereby providing valuable insights for policymakers, educators and researchers involved in Serbia's ongoing educational modernisation. In the Serbian context, literature highlights the increasing alignment of national education policies with global smart-education initiatives [Huang, Liu, Kanwar, Zhan, Yang, Zhuang, Liu & Adarkwah, 2024; Mandić, 2023; Ristić & Mandić, 2018]. These policies emphasise integrating digital competencies and advanced AI technologies into teacher-training programmes and curricula, reflecting broader international trends toward educational innovation and modernisation.

Interactive educational avatars currently represent one of the most revolutionary and promising applications of artificial intelligence in education. They hold great potential not only for improving teacher training but also for enhancing the learning process for students themselves. Their significance extends beyond technological innovation alone; avatars serve as pedagogical tools capable of contributing to personalisation, inclusivity, emotional support and the development of diverse skills. Individualised instruction constitutes one of the primary advantages offered by AI avatars. Through detailed analysis of student data, avatars can provide highly personalised learning experiences tailored specifically to each learner's unique strengths, weaknesses and learning styles. This personalised approach significantly increases student engagement, motivation and learning efficiency, ultimately resulting in improved academic outcomes. Additionally, AI avatars notably enhance adaptive learning environments by continuously adjusting the complexity and nature of instructional content based on real-time assessments of learner performance. This adaptive capability allows educators to better address individual student needs, ensuring optimal progress and appropriate challenge levels for each learner. Adaptive support particularly benefits learners with special educational needs, enabling differentiated instructional strategies that traditional methods cannot effectively accommodate. Studies focused on Serbia underscore significant institutional contributions, notably from entities such as the University of Belgrade—Faculty of Education and the Centre for Robotics and Artificial Intelligence in Education (CRAIE)⁵. CRAIE actively promotes comprehensive avatar integration through structured professional-development programmes and robust ethical frameworks. The following examples illustrate avatars utilised by CRAIE. The first two examples represent classical avatars, while the third features an interactive virtual avatar.

In the first example (Figure 1), the role of the classical avatar is to inform users about the CRAIE zones. Each zone contains interactive didactic materials for acquiring competencies in the field of modern educational technology.

The second example (Figure 2) depicts another classical avatar presenting fundamental teacher competencies defined by UNESCO standards. Auditory information is provided in English, while subtitles are presented in Serbian. After introducing general competencies,

⁵ <https://craie.edu.rs/>

digital competencies tailored specifically to teacher needs in an era of intensive online learning and AI application in both formal and non-formal education are elaborated. These avatars are utilised by CRAIE for continuous professional development of teachers, employing hybrid models that combine asynchronous and synchronous online-learning technologies along with AI software integrated with traditional face-to-face instruction. Teachers are encouraged to develop critical thinking through comparative analyses of content generated by AI software and traditional textbooks reviewed by subject experts. This approach fosters the creation of personalised instructional materials, individually crafted by each teacher based on diverse sources and personal conclusions derived from comparative analyses.

The third example (Figure 3) presents an interactive virtual avatar based on artificial intelligence. It was trained initially on materials published in the papers and books by Professor Danimir Mandić and subsequently expanded with content from other authors in computer science, AI and educational technology. In addition to these areas, in collaboration with the medical association HISPA, the avatar is trained to engage in dialogue and respond to questions related to heart disease and cardiovascular conditions. Integrating interactive avatars into educational and communication systems represents a highly sophisticated engineering challenge, requiring coordinated inclusion of multiple AI domains, signal processing and real-time software-system design. The avatar's key functionalities are enabled by advanced machine-learning and deep-learning algorithms, resulting in a multi-layered architecture capable of multimodal processing and real-time user interaction. At the core of the system are natural-language-processing models that provide semantic and syntactic analysis of input text and speech. Pre-trained large language models such as GPT-4o, LLaMA or BERT variants facilitate the generation of natural, contextually relevant and coherent avatar speech. Alongside language processing, the system includes modules for speech processing – automatic speech recognition and text-to-speech – based on deep neural networks like Conformer, Wav2Vec 2.0 and Tacotron 2, ensuring natural real-time voice interaction. From a visual perspective, additional enhancements are possible by implementing computer-vision modules that enable the detection and tracking of users' non-verbal signals, including face detection, micro-expression analysis and body-movement tracking. These tasks employ convolutional and recurrent neural networks as well as transformers for processing visual data sequences. Emotion recognition is further realised using multimodal-fusion models that integrate auditory and visual data to detect emotions, stress, confusion and other cognitive-affective user states. The central component of the adaptive behaviour of the avatar consists of a personalisation layer based on machine learning, which continuously updates the user model through sequential-learning algorithms (online learning). These models use user feedback, historical interaction data and evaluation outcomes to optimise content adaptability, communication tone and information-complexity levels. From an implementation perspective, the system requires a distributed and scalable infrastructure capable of being deployed in the cloud (e.g., Microsoft Azure AI, AWS AI Services), supported by real-time stream processing, GPU acceleration and orchestration of complex AI services. The realisation of the visual representation of avatars demands high-quality character-rendering engines such as the NVIDIA Omniverse Avatar platform, which enables synchronisation of voice and facial expressions, realistic animations and emotional expressiveness. A particular engineering

challenge involves synchronising multiple heterogeneous AI modules, managing real-time latencies and maintaining natural interactions despite uncertainties in input signals (e.g., speech noise, incomplete visual data). Additionally, data security, user privacy and ethical standards constitute key factors in the design of such systems, especially in educational and healthcare applications. The development of interactive avatars based on this architectural model opens up a broad spectrum of potential applications, not only in education but also in telemedicine, remote psychological support, professional training through complex interpersonal situation simulations and intelligent customer-support systems.

METHODOLOGY

The aim of the research was to examine whether experiences gained through non-formal education using avatars influence educators' attitudes toward the use of avatars for educational purposes. The primary hypothesis was that there is a positive correlation between experiences with avatars (classical avatars and interactive avatars) and educators' attitudes toward using avatars. Data were analysed using correlation and interaction-regression models. The quantitative analysis was conducted using R statistical software. The research involved a sample of 173 respondents employed at educational levels ranging from preschool to university in the Republic of Serbia (see [Table 1](#)). We utilised an online questionnaire designed to collect data on participants' current levels of awareness regarding this topic. The instrument was a questionnaire distributed online, containing questions through which it was possible to examine information about the respondents' institution, the usage of classical and interactive avatars and an attitude scale consisting of ten items assessing respondents' attitudes toward using avatars for educational purposes. The questions addressed cognitive, affective and behavioural dimensions of attitude, and the instrument itself fulfilled all metric characteristics necessary to be considered a reliable tool upon which all subsequent conclusions could be drawn.

RESULTS AND DISCUSSION

[Table 1](#) summarises attitudes toward using avatars across teaching levels, [Figure 4](#) contains graphical representations of the correlation analyses. University professors reported the highest mean attitude scores, whereas teachers of younger grades reported the lowest. Correlation analyses showed significant positive relationships between experience with classical avatars and attitudes ($r = 0.51, p < 0.001$) and between experience with interactive avatars and attitudes ($r = 0.39, p < 0.001$). The regression model was significant ($F(2, 169) = 34.49, p < 0.001$) and accounted for 29 % of the variance in attitudes ($R^2 = 0.29$); both predictor variables contributed uniquely ($\beta_{\text{classical}} = 2.82, \beta_{\text{interactive}} = 1.90$).

The correlation between the experience of using *classical avatars* and attitudes toward using avatars for educational purposes: $r = 0.51, p < 0.001$.

The correlation between the experience of using *interactive avatars* and attitudes toward using avatars for educational purposes: $r = 0.39, p < 0.001$.

Based on the data obtained, the hypothesis is confirmed, as experience with avatars significantly positively correlates with attitudes toward using avatars for educational purposes. In addition, the regression model was utilised: *Attitude toward using avatars for educational purposes* = $10.22 + 2.82 \times (\text{experience using classical avatars}) + 1.90 \times (\text{experience using interactive avatars})$. The model was significant: $F(2, 169) = 34.49, p < 0.001$. Explained variance: $R^2 = 0.29$. Based on this analysis, experiences with classical avatars and experiences with interactive avatars are significant predictors of attitudes toward using avatars for educational purposes. The results indicate that educators' experiences with classical and interactive avatars are significant predictors of their attitudes toward their use in educational settings. A higher level of prior use of classical avatars positively correlates with openness to implementing avatars in the teaching process. Particularly pronounced is the influence of interactive avatars, which enable two-way communication, content adaptation and greater user engagement. These findings suggest that informal experimentation with avatars may play a crucial role in reducing resistance to technological innovation in education. Aligned with this finding are the results of recent research indicating that university teachers displayed the most positive attitudes due to having the most extensive experiences and opportunities to use avatars [Mandić, Mišćević & Ristić 2025]. The modern generation of students requires educational approaches that are interactive, visually rich, and technologically relevant. The results obtained suggest that teachers' direct experience and practical application can play a key role in the adoption of innovations in teaching. From this, important implications can be drawn for educational policy and school practice, as there is a recognized need for the strategic introduction of digital tools through professional development and support. This would further encourage teachers' willingness to integrate avatars and other digital innovations into their pedagogical work. The Faculty of Education with CRAIE can play a critical role in operationalising and further applying the findings of this research. As an institution focused on developing and promoting new technologies in education, the Faculty and CRAIE can also act as a bridge connecting students, researchers and educators by providing technical support and expertise in implementing avatars. Through delivering contemporary education for students, as well as relevant training for educators across all educational levels, knowledge gained through non-formal education – identified as a significant predictor of positive attitudes in this research—could be further enhanced and improved. The Faculty of Education with CRAIE can develop and distribute domestically created avatar platforms adapted specifically to the Serbian educational context, further facilitating the integration of these tools into everyday teaching. Future steps might include providing mentorship support and collaboration through various projects, enabling teachers to safely experiment with different types of avatars. Finally, as a research and development centre, CRAIE can contribute to further studying the effects of avatar usage in education and evaluating their effectiveness under real classroom conditions, thus closing the loop between research, practice and development.

CONSLUSION

Educational avatars significantly advance Serbia's smart-education initiatives, demonstrating transformative potential in delivering personalised, adaptive and engaging instructional methodologies. Their implementation supports differentiated instruction, enabling

educators to address individual learners' needs more effectively, thus enhancing academic achievement and learner motivation. The successful integration of these innovative technologies into educational practices depends heavily on a structured, systematic approach to educator training, which must include ongoing professional development and continuous pedagogical support to ensure that educators are both proficient in technology use and knowledgeable about integrating these tools effectively into their teaching strategies. Robust ethical guidelines must underpin the widespread adoption of AI-driven avatars, addressing critical issues such as data privacy, transparency, algorithmic fairness and equitable access to technology-enhanced learning opportunities. Educators and policymakers must collaboratively establish clear, comprehensive ethical standards that safeguard the rights of students and teachers, build trust and ensure responsible and ethical technology use within educational environments. Furthermore, sustained research efforts remain crucial for deepening the understanding of the long-term impacts and efficacy of avatar-based education. Longitudinal studies and systematic evaluations will be essential in identifying best practices, assessing scalability and understanding avatars' influence on various educational outcomes, including cognitive development, social-emotional learning and digital literacy skills. Future research should particularly focus on exploring inclusivity, examining how avatars can support learners with special educational needs and those from diverse socio-economic backgrounds, thus promoting broader educational equity. Creating a supportive and innovative educational culture requires robust institutional backing, encompassing sufficient resources, advanced technological infrastructure and a commitment from educational leaders to encourage experimentation and innovation among educators. Institutions such as the Faculty of Education with the Centre for Robotics and Artificial Intelligence in Education (CRAIE) play a pivotal role by providing technical expertise, resources and continuous mentorship, thereby facilitating educators' exploration and integration of avatars within diverse pedagogical contexts. Interdisciplinary collaboration remains integral to furthering the successful integration of AI-driven avatars into educational practices. Partnerships between educational researchers, technology developers, policymakers and practitioners are vital for aligning technological innovations with pedagogical objectives and ensuring that technology supports rather than dictates educational practices. Such collaborations can accelerate innovation, promote evidence-based practices and ensure that technological advancements are pedagogically meaningful and contextually relevant.

The strategic implementation and thoughtful integration of interactive educational avatars have the potential to significantly transform and enhance educational experiences within Serbia and beyond. Emphasising comprehensive educator training, robust ethical governance, rigorous research initiatives and collaborative interdisciplinary approaches will ensure that AI-driven avatars contribute meaningfully to creating inclusive, equitable and globally competitive educational environments. These combined efforts will solidify interactive avatars' role in shaping the future of education in Serbia, paving the way for ongoing innovation and sustained improvement in educational quality and effectiveness.

Данимир П. Мандић¹
Гордана М. Мишчевић²
Миланка Г. Џиновић³

Универзитет у Београду,
Факултет за образовање учитеља и васпитача
Београд (Србија)

АВАТАРИ ЗА ИНТЕРАКТИВНО ОБРАЗОВАЊЕ ПОКРЕТАНИ ВЕШТАЧКОМ ИНТЕЛИГЕНЦИЈОМ ЗА ПАМЕТНО ОБРАЗОВАЊЕ⁴

(Превод *In Extenso*)

Сажетак: Рад истражује употребу интерактивних образовних аватара покретаних вештачком интелигенцијом у оквиру иницијатива паметног образовања у Србији. Анализирају се ставови 173 наставника са свих нивоа образовања, на основу неформалне обуке. Резултати показују снажне позитивне корелације између стечених искустава и прихватања аватара, нарочито оних који омогућавају двосмерну комуникацију и прилагодљив садржај. Студија истиче напредне инжењерске карактеристике као што су машинско учење, обрада природног језика и анализа емоција. Такође се разматрају могућност прилагођавања у реалном времену, заштита података и етичка питања. Посебан нагласак ставља се на улогу институција као што је CRAIE, са фокусом на професионални развој и интердисциплинарну сарадњу ради ефикасне интеграције аватара у области образовања.

Кључне речи: вештачка интелигенција, интерактивни образовни аватари, педагошка иновација, стручно усавршавање, паметно образовање

УВОД

Савремене технологије, базиране на вештачкој интелигенцији, имају комплексан утицај на различите аспекте друштва, укључујући образовање, правосуђе, медије и многе друге сфере друштва, те се у радовима анализирају и шири друштвени ефекти попут алијенације, зависности од технологије, институционалних изазова, као

¹ danimir.mandic@uf.bg.ac.rs; <https://orcid.org/0000-0002-3986-6077>

² gordana.miscevic@uf.bg.ac.rs; <https://orcid.org/0000-0002-7668-7596>

³ milanka.dzinovic@uf.bg.ac.rs; <https://orcid.org/0000-0002-1143-626X>

⁴ Рад је видљив као препринт: Mandic, D., Miscevic, G. & Dzinovic, M. (2025). AI-Driven Interactive Educational Avatars for Smart Education. Preprints. <https://doi.org/10.20944/preprints202508.1490.v1>

и спремности образовног система за интеграцију нових дигиталних форми учења (Babić & Matović, 2025; Luknar, 2025; Matić Bošković, 2024; Ristić & Mandić, 2018; Čović, 2025; Čitić, 2020). Све веће интересовање међу истраживачима усмерено је на разумевање начина на који генеративна вештачка интелигенција (ВИ) утиче на нове улоге наставника, ученика и професионалну аутономију просветних радника у оквиру образовних процеса (Karataş, Eriçok & Tanrikulu, 2024; Milutinović, Đorđević & Mandić, 2025; Zhai, 2024). Савремено образовање све више истиче разлике између традиционалних наставних приступа и оних који интегришу ВИ као наставну подршку. Традиционално образовање наставника позиционира превасходно као преносиоца знања, док савремено образовање интегрисано са ВИ трансформише улогу наставника у фасилитатора и ментора. У контексту савремене педагогије, вештачка интелигенција омогућава персонализовано учење прилагођено индивидуалним потребама, темпу и стилу ученика, за разлику од униформног приступа карактеристичног за традиционалне моделе (Mandić, 2023). Класичне методе наставе ослањају се на периодичне, често стандардизоване форме евалуације, док ВИ системи омогућавају континуирано праћење напретка и формативну повратну информацију у реалном времену, чиме се подстиче самопоуздање ученика и развој вештина (Wang, 2025). Ученици у традиционалном образовању обично преузимају пасивне улоге, док интерактивне ВИ платформе у савременим учионицама подстичу активну партиципацију, сарадњу и истраживање. Вештачка интелигенција, даље, подржава ефикасан развој виших когнитивних вештина као што су критичко мишљење, решавање проблема и дигитална писменост, превазилазећи претежно репродуктивни карактер класичне наставе. ВИ алати омогућавају брзу и детаљну анализу понашања ученика и напретка, идентификујући области које захтевају додатну пажњу и подршку – задаци који традиционално изискују значајно време и труд наставника. У таквим образовним окружењима наставник остаје кључни елемент образовног процеса, али је оснажен технологијом која олакшава планирање часа, диференцирану наставу, реализацију у учионици и евалуацију постигнућа. Ово технолошко оснаживање ослобађа време наставника и мотивише даљи професионални развој. Стога, интеграција ВИ алата не замењује људско учешће већ унапређује квалитет образовних процеса у складу са захтевима образовања 21. века. Развијање метакогнитивних способности међу будућим наставницима постаје кључна компетенција, омогућавајући наставницима да рефлектују, планирају и прилагођавају наставу потребама ученика (Radulović, Džinović & Mišćević, 2024). Успешна интеграција ВИ алата у образовне процесе и обуку наставника захтева да наставници буду обучени за коришћење ВИ, чиме се побољшава квалитет наставе и подстиче критичко разумевање улоге технологије у образовању (Mandić, Mišćević & Bujišić, 2024; Mandić, Mišćević, Babić & Matović, 2024). Недавна анализа 24 политика паметног образовања из различитих земаља и организација идентификовала је кључне стратегије и трендове у развоју паметног образовања. Иако је паметно образовање препознато као глобални приоритет, његова имплементација у значајној мери зависи од економског развоја и инфраструктуре сваке земље, при чему су инвестиције у људски капитал и дигитална окружења пресудне за успех (Yang, Sun, Lin & Zhu, 2024).

ВИ аватари и српски образовни контекст

У оквиру српског образовног контекста, имплементација иницијатива паметног образовања одражава посвећеност унапређењу квалитета и инклузивности образовања путем дигиталне трансформације. Образовне реформе у Србији све више заступају интеграцију дигиталних компетенција и напредних ВИ технологија у наставне планове и програме, као и у програме обуке наставника. Сходно томе, евалуација перцепција наставника, које су формиране неформалним образовним искуствима, постаје од суштинског значаја, пошто прихватање и ефикасна интеграција ових иновативних алата од стране наставника значајно утичу на њихову успешну имплементацију. Ово истраживање се специфично бави постојећим јазом у разумевању начина на који таква неформална искуства обликују перцепције и ставове српских наставника према интерактивним образовним аватарима, пружајући тако вредне увиде за доносиоце одлука, наставнике и истраживаче укључене у текућу модернизацију српског образовања. У српском контексту, литература истиче растуће усклађивање националних образовних политика са глобалним иницијативама паметног образовања (Huang, Liu, Kanwar, Zhan, Yang, Zhuang, Liu & Adarkwah, 2024; Mandić, 2023; Ristić & Mandić, 2018). Ове политике наглашавају интеграцију дигиталних компетенција и напредних ВИ технологија у програме обуке наставника и курикулуме, одражавајући шире међународне трендове ка образовним иновацијама и модернизацији.

Интерактивни образовни аватари тренутно представљају једну од најреволуционарнијих и најперспективнијих примена вештачке интелигенције у образовању. Они имају велики потенцијал, не само за унапређење обуке наставника већ и за побољшање процеса учења самих ученика. Њихов значај превазилази пуку технолошку иновацију; аватари служе као педагошки алати способни да допринесу персонализацији, инклузивности, емоционалној подршци и развоју разноврсних вештина. Индивидуализована настава представља једну од примарних предности које нуде ВИ аватари. Кроз детаљну анализу података о ученицима, аватари могу да пруже високо персонализована искуства учења прилагођена специфично јединственим снагама, слабостима и стиливима учења сваког ученика. Овај персонализовани приступ значајно повећава ангажовање ученика, мотивацију и ефикасност учења, што у коначници резултира побољшаним академским исходима. Поред тога, ВИ аватари значајно унапређују адаптивна окружења за учење, континуирано прилагођавајући сложеност и природу наставног садржаја на основу процена учинка ученика у реалном времену. Ова адаптивна способност омогућава наставницима да боље одговоре на индивидуалне потребе ученика, обезбеђујући оптималан напредак и адекватне нивое изазова за сваког ученика. Адаптивна подршка посебно користи ученицима са посебним образовним потребама, омогућавајући диференциране наставне стратегије које традиционалне методе не могу ефикасно да подрже. Студије фокусиране на Србију наглашавају значајне институционалне доприносе, нарочито установа као што су Универзитет у Београду – Факултет за образовање учитеља и васпитача и Центар за роботiku и вештачку интелигенцију у образовању (CRAIE). CRAIE активно подстиче свеобухватну интеграцију аватара кроз структуриране програме професионалног развоја и робусне етичке оквире. Следећи примери илуструју

аватаре које користи CRAIE. Прва два примера представљају класичне аватаре, док трећи приказује интерактивни виртуелни аватар.

У првом примеру (Слика 1) улога класичног аватара је да информише кориснике о CRAIE зонама. Свака зона садржи интерактивни дидактички материјал за стицање компетенција у области савремене образовне технологије.

Други пример приказује још један класични аватар који представља основне наставничке компетенције дефинисане UNESCO стандардима. Аудитивне информације су на енглеском, док су титлови на српском. Након представљања општих компетенција, разрађују се дигиталне компетенције прилагођене специфичним потребама наставника у ери интензивног онлајн учења и примене ВИ у формалном и неформалном образовању. Ове аватаре CRAIE користи за континуирани професионални развој наставника, примењујући хибридне моделе који комбинују асинхроне и синхроне технологије онлајн учења заједно са ВИ софтвером интегрисаним са традиционалном наставом лицем у лице. Наставници се подстичу да развијају критичко мишљење кроз упоредне анализе садржаја које генерише ВИ софтвер и традиционалних уџбеника које су рецензирали предметни стручњаци. Овај приступ подстиче креирање персонализованих наставних материјала, које сваки наставник индивидуално обликује на основу разноврсних извора и сопствених закључака проистеклих из упоредних анализа.

Трећи пример (Слика 3) представља интерактивни виртуелни аватар заснован на вештачкој интелигенцији. У почетку је обучаваан на материјалима објављеним у радовима и књигама професора Данимира Мандића, а потом проширен садржајима других аутора из области рачунарства, ВИ и образовне технологије. Поред ових области, у сарадњи са медицинским удружењем HISPA, аватар је обучен да води дијалог и одговара на питања у вези са срчаним обољењима и кардиоваскуларним стањима. Интеграција интерактивних аватара у образовне и комуникационе системе представља веома софистициран инжењерски изазов, који захтева координисано укључивање више ВИ домена, обраду сигнала и дизајн софтверских система у реалном времену. Кључне функционалности аватара омогућене су напредним алгоритмима машинског учења и дубоког учења, резултујући вишеслојном архитектуром способном за мултимодалну обраду и интеракцију са корисницима у реалном времену. У сржи система налазе се модели обраде природног језика који обезбеђују семантичку и синтаксичку анализу улазног текста и говора. Унапред обучени велики језички модели као што су GPT-4o, LLaMA или варијанте BERT-а олакшавају генерисање природног, контекстуално релевантног и кохерентног говора аватара. Поред језичке обраде, систем обухвата модуле за обраду говора – аутоматско препознавање говора и синтезу говора – засноване на дубоким неуронским мрежама као што су Conformer, Wav2Vec 2.0 и Tacotron 2, обезбеђујући природну гласовну интеракцију у реалном времену. Из визуелне перспективе, додатна побољшања су могућа имплементацијом модула компјутерске визије који омогућавају детекцију и праћење невербалних сигнала корисника, укључујући детекцију лица, анализу микроизраза и праћење покрета тела. Ови задаци користе конволуционе и рекурентне неуронске мреже као и трансформере за обраду секвенци визуелних података. Препознавање емоција се даље реализује коришћењем модела мултимодалне фузије који интегришу

аудитивне и визуелне податке ради детекције емоција, стреса, конфузије и других когнитивно-афективних стања корисника.

Централну компоненту адаптивног понашања аватара чини слој персонализације заснован на машинском учењу, који континуирано ажурира модел корисника путем алгоритама секвенцијалног учења (онлајн учење). Ови модели користе повратне информације корисника, историјске податке о интеракцијама и исходе евалуација како би оптимизовали прилагодљивост садржаја, тон комуникације и нивое сложености информација. Из перспективе имплементације, систем захтева дистрибуирану и скалабилну инфраструктуру способну за облачно размештање (нпр. Microsoft Azure AI, AWS AI Services), уз подршку струјне обраде у реалном времену, GPU акцелерације и оркестрације комплексних AI сервиса. Реализација визуелне репрезентације аватара захтева квалитетне енджине за рендеровање ликова, као што је NVIDIA Omniverse Avatar платформа, која омогућава синхронизацију гласа и израза лица, реалистичне анимације и емоционалну експресивност. Посебан инжењерски изазов обухвата синхронизацију више хетерогених ВИ модула, управљање кашњењима у реалном времену и одржавање природних интеракција упркос неизвесностима у улазним сигнаlima (нпр. шум у говору, непотпуни визуелни подаци). Поред тога, безбедност података, приватност корисника и етички стандарди представљају кључне факторе у дизајну оваквих система, посебно у образовним и здравственим апликацијама. Развој интерактивних аватара, заснованих на овом архитектонском моделу, отвара широк спектар потенцијалних примена, не само у образовању већ и у телемедицини, удаљеној психолошкој подршци, професионалној обуци кроз симулације комплексних међуљудских ситуација и интелигентним системима корисничке подршке.

МЕТОД

Циљ истраживања био је да се испита да ли искуства стечена кроз неформално образовање уз коришћење аватара утичу на ставове наставника према употреби аватара у образовне сврхе. Примарна хипотеза гласила је да постоји позитивна корелација између искустава са аватарима (класични аватари и интерактивни аватари) и ставова наставника према употреби аватара. Подаци су анализирани коришћењем корелационих и регресионих модела са интеракцијама. Квантитативна анализа је спроведена у R статистичком софтверу. Истраживање је обухватило узорак од 173 испитаника запослених на образовним нивоима у распону од предшкола до универзитета у Републици Србији (в. Табелу 1). Коришћен је онлајн упитник дизајниран да прикупи податке о тренутном нивоу упознатости испитаника са овом темом. Инструмент је био упитник дистрибуиран онлајн, који је садржао питања путем којих је било могуће испитати информације о институцији испитаника, употреби класичних и интерактивних аватара и скалу ставова која се састоји од десет ставки за процену ставова испитаника према употреби аватара у образовне сврхе. Питања су обухватила когнитивну, афективну и бихејвиоралну димензију става, а сам инструмент је испунио све метријске карактеристике неопходне да би се сматрао поузданим алатом на коме се могу заснивати сви накнадни закључци.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Табела 1 приказује ставове у вези са употребом аватара на различитим нивоима наставе, Слика 4 садржи графичке приказе анализа корелације. Универзитетски професори исказали су највише просечне оцене ставова, док су наставници млађих разреда исказали најниже. Анализе корелације показале су значајне позитивне везе између искуства са класичним аватарима и ставова ($r = 0.51$, $p < 0.001$), као и између искуства са интерактивним аватарима и ставова ($r = 0.39$, $p < 0.001$). Регресиони модел је био статистички значајан ($F(2, 169) = 34.49$, $p < 0.001$) и објаснио је 29% варијансе у ставовима ($R^2 = 0.29$); оба предиктора су имала јединствен допринос ($\beta_{\text{класични}} = 2.82$, $\beta_{\text{интерактивни}} = 1.90$).

Корелација између искуства коришћења класичних аватара и ставова према коришћењу аватара у образовне сврхе: $r = 0.51$, $p < 0.001$. Корелација између искуства коришћења интерактивних аватара и ставова према коришћењу аватара у образовне сврхе: $r = 0.39$, $p < 0.001$.

На основу добијених података, хипотеза је потврђена, јер искуство са аватарима значајно позитивно корелира са ставовима према коришћењу аватара у образовне сврхе. Примењен је и регресиони модел: Став према коришћењу аватара у образовне сврхе = $10.22 + 2.82 \times (\text{искуство коришћења класичних аватара}) + 1.90 \times (\text{искуство коришћења интерактивних аватара})$. Модел је био значајан: $F(2, 169) = 34.49$, $p < 0.001$. Објашњена варијанса: $R^2 = 0.29$.

На основу ове анализе, искуства са класичним аватарима и искуства са интерактивним аватарима представљају значајне предикторе ставова према коришћењу аватара у образовне сврхе. Резултати указују на то да су искуства наставника са класичним и интерактивним аватарима значајни предиктори њихових ставова о употреби у наставним окружењима. Виши ниво претходног коришћења класичних аватара позитивно корелира са спремношћу за имплементацију аватара у наставни процес. Посебно је изражен утицај интерактивних аватара, који омогућавају двосмерну комуникацију, адаптацију садржаја и веће корисничко укључивање. Ови налази су у складу са резултатима недавних истраживања која указују да су универзитетски наставници исказали најпозитивније ставове услед најобимнијих искустава и могућности за коришћење аватара (Mandić, Mišćević & Ristić, 2025). Савремена генерација ученика захтева образовне приступе који су интерактивни, визуелно садржајни и технолошки релевантни. Добијени резултати сугеришу да непосредно искуство наставника и практична примена могу да играју кључну улогу у прихватању иновација у настави. Из наведеног се могу извести важне импликације за образовне политике и школску праксу јер се уочава потреба за стратешким увођењем дигиталних алата кроз стручно усавршавање и подршку, чиме би се додатно подстакла спремност наставника да интегришу аватаре и друге дигиталне иновације у педагошки рад. Факултет за образовање учитеља и васпитача са CRAIE може да одигра кључну улогу у операционализацији и даљој примени налаза овог истраживања. Као институција фокусирана на развој и промоцију нових технологија у образовању, Факултет и CRAIE могу деловати и као мост који повезује студенте, истраживаче и наставнике, пружајући техничку подршку и експертизу у имплементацији аватара. Пружањем

савремене наставе студентима, као и релевантне обуке за наставнике на свим образовним нивоима, знања стечена кроз неформално образовање – идентификована као значајан предиктор позитивних ставова у овом истраживању – могу се додатно унапредити и проширити.

Факултет за образовање учитеља и васпитача са CRAIE може да развија и дистрибуира платформе за аватаре настале у домаћем окружењу, прилагођене специфично српском образовном контексту, чиме се додатно олакшава интеграција ових алата у свакодневну наставну праксу. Будући кораци могу да обухвате пружање менторске подршке и сарадњу кроз различите пројекте, омогућавајући наставницима да безбедно експериментишу са различитим типовима аватара. Коначно, као истраживачко-развојни центар, CRAIE може да допринесе даљем проучавању ефеката употребе аватара у образовању и евалуацији њихове ефикасности у реалним условима учионице, чиме се затвара круг између истраживања, праксе и развоја.

ЗАКЉУЧАК

Образовни аватари значајно унапређују иницијативе паметног образовања у Србији, демонстрирајући трансформативни потенцијал у пружању персонализованих, адаптивних и ангажујућих наставних методологија. Њихова имплементација подржава диференцирану наставу, омогућавајући наставницима да ефикасније одговоре на индивидуалне потребе ученика, чиме се унапређују академска постигнућа и мотивација ученика. Успешна интеграција ових иновативних технологија у образовну праксу у великој мери зависи од структурираног, систематског приступа обуци наставника, који мора да обухвати континуирани професионални развој и сталну педагошку подршку како би наставници били вешти у коришћењу технологије и упућени у ефикасну интеграцију ових алата у своје наставне стратегије. Снажне етичке смернице морају да подупру широку примену аватара покретаних помоћу ВИ, бавећи се кључним питањима као што су приватност података, транспарентност, правичност алгоритама и равноправан приступ приликама за учење уз подршку технологије. Наставници и доносиоци одлука треба заједнички да успоставе јасне, свеобухватне етичке стандарде који штите права ученика и наставника, граде поверење и обезбеђују одговорну и етичку употребу технологије у образовним окружењима. Даље, неопходни су трајни истраживачки напори за продубљивање разумевања дугорочних утицаја и ефикасности образовања заснованог на аватарима. Лонгитудиналне студије и систематске евалуације биће од суштинске важности за идентификовање најбољих пракси, процену скалабилности и разумевање утицаја аватара на различите образовне исходе, укључујући когнитивни развој, социо-емоционално учење и дигиталне вештине. Будућа истраживања би посебно требало да се фокусирају на инклузивност, испитујући како аватари могу да подрже ученике са посебним образовним потребама и оне из различитих социо-економских окружења, подстицајући тако ширу образовну правичност. Креирање подстицајне и иновативне образовне културе захтева снажну институционалну подршку, која обухвата довољне ресурсе, напредну технолошку инфраструктуру и посвећеност образовних лидера да охрабрују експериментисање и иновације међу наставницима. Институције као што

су Факултет за образовање учитеља и васпитача и CRAIE играју кључну улогу обезбеђивањем техничке експертизе, ресурса и континуиране менторске подршке, чиме се олакшава истраживање и интеграција аватара од стране наставника у разноврсним педагошким контекстима. Интердисциплинарна сарадња остаје неодвојива од даљег успешног интегрисања аватара покретаних ВИ у образовну праксу. Партнерства између образовних истраживача, технолошких развојних тимова, доносилаца политика и практичара од суштинске су важности за усклађивање технолошких иновација са педагошким циљевима и обезбеђивање да технологија подржава, а не диктира, образовну праксу. Таква партнерства могу да убрзају иновације, подстакну праксе засноване на доказима и осигурају да су технолошка унапређења педагошки смислена и контекстуално релевантна. Стратешка имплементација и промишљена интеграција интерактивних образовних аватара имају потенцијал да значајно трансформишу и унапреде образовна искуства у Србији и шире. Наглашавање свеобухватне обуке наставника, робусног етичког управљања, ригорозних истраживачких иницијатива и колаборативних интердисциплинарних приступа обезбедиће да аватари покретани путем ВИ значајно допринесу стварању инклузивних, праведних и глобално конкурентних образовних окружења. Ови комбиновани напори ће учврстити улогу интерактивних аватара у обликовању будућности образовања у Србији, отварајући пут континуираној иновацији и трајном побољшању квалитета и ефикасности образовања.

REFERENCES/ЛИТЕРАТУРА

- Babić, J. Z., Matović, S. M. (2025). Risk assessment of the use of artificial intelligence in education. *Sociološki pregled*, 59 (2), 610–634. <https://doi.org/10.5937/socpreg59-57266>
- Čović, A. V. (2025). The role of artificial intelligence in improving the protection of researchers' rights in the selection process for scientific positions. *Sociološki pregled*, 59 (2), 635–677. <https://doi.org/10.5937/socpreg59-57183>
- Čitić, T. T. (2020). Artificial intelligence in media systems - radio and television. *Sociološki pregled*, 54 (4), 1329–1345. <https://doi.org/10.5937/socpreg54-29621>
- Huang, R., Liu, D., Kanwar, A. S., Zhan, T., Yang, J., Zhuang, R., ... Adarkwah, M. A. (2024). Global understanding of smart education in the context of digital transformation. *Open Praxis*, 16 (4), 663–676. <https://doi.org/10.55982/openpraxis.16.4.761>.
- Karataş, F., Eriçok, B., Tanrikulu, L. (2025). Reshaping curriculum adaptation in the age of artificial intelligence: Mapping teachers' AI-driven curriculum adaptation patterns. *British Educational Research Journal*, 51 (1), 154–180. <https://doi.org/10.1002/berj.4068>.
- Luknar, I. M. (2025). The impact of technological development on the emergence of social deviations, interpreted through the problem of alienation, and dependence on technology. *Sociološki pregled*, 59 (2), 586–609. <https://doi.org/10.5937/socpreg59-55492>
- Mandić, D. (2023). Report on smart education in the Republic of Serbia. In: R. Zhuang, D. Liu, D. Sampson et al. (eds.). *Smart Education in China and Central & Eastern European Countries*, Springer Nature: Singapore, 271–292. https://doi.org/10.1007/978-981-19-7319-2_11.

- Mandić, D., Mišević, G., Babić, J., Matović, S. (2024). Educational robots in teachers' education. *Istraživanja u pedagogiji*, 14 (2), 361–376. <https://doi.org/10.5937/IstrPed2402361M>
- Mandić, D. P., Mišević, G. M., Bujišić, L. G. (2024). Evaluating the quality of responses generated by ChatGPT. *Metodička teorija i praksa*, 27 (1), 5–19. <https://doi.org/10.5937/metpra27-51446>
- Mandić, D., Mišević, G., Ristić, M. (2025). Teachers' perspectives on the use of interactive educational avatars: Insights from non-formal training contexts. *Istraživanja u pedagogiji*, 15 (1), 115–124. <https://doi.org/10.5937/IstrPed2501115M>
- Matić Bošković, M. M. (2024). The impact of artificial intelligence on the performance of professions in the judiciary. *Sociološki pregled*, 58 (3), 481–499. <https://doi.org/10.5937/socpreg58-51385>
- Milutinović, V., Đorđević, S., Mandić, D. (2025). Cryptography in Organizing Online Collaborative Math Problem Solving. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education*, 13 (1), 191–206. <https://doi.org/10.23947/2334-8496-2025-13-1-191-206>
- Radulović, B., Džinović, M., Mišević, G. (2024). Using a Longitudinal Trajectory of Pre-Service Elementary School Teachers' Metacognition as a Quality Indicator of Higher Education. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education*, 12 (2), 251–257. <https://doi.org/10.23947/2334-8496-2024-12-2-251-257>
- Ristić, M. R., Mandić, D. P. (2018). Readiness of the education system for mobile learning. *Sociološki pregled*, 52 (3), 1044–1071. <https://doi.org/10.5937/socpreg52-18707>
- Wang, S. (2025). Hybrid models of piano instruction: How combining traditional teaching methods with personalized AI feedback affects learners' skill acquisition, self-efficacy, and academic locus of control. *Education and Information Technologies*, 1–23. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13359-1>
- Yang, J., Sun, Y., Lin, R., Zhu, H. (2024). Strategic framework and global trends of national smart education policies. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11 (1), 1–13. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03668-0>
- Zhai, X. (2024). Transforming teachers' roles and agencies in the era of generative AI: Perceptions, acceptance, knowledge, and practices. *Journal of Science Education and Technology*, 1–11. <https://doi.org/10.1007/s10956-024-10174-0>

APPENDIX/ПРИЛОГ

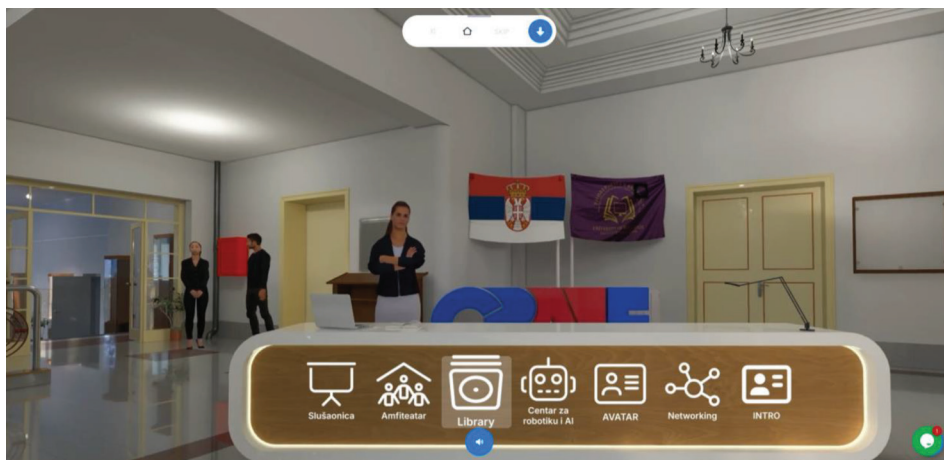


Figure 1: Classical avatar for CRAIE presentation
/ Слика 1: Класични аватар за CRAIE презентацију

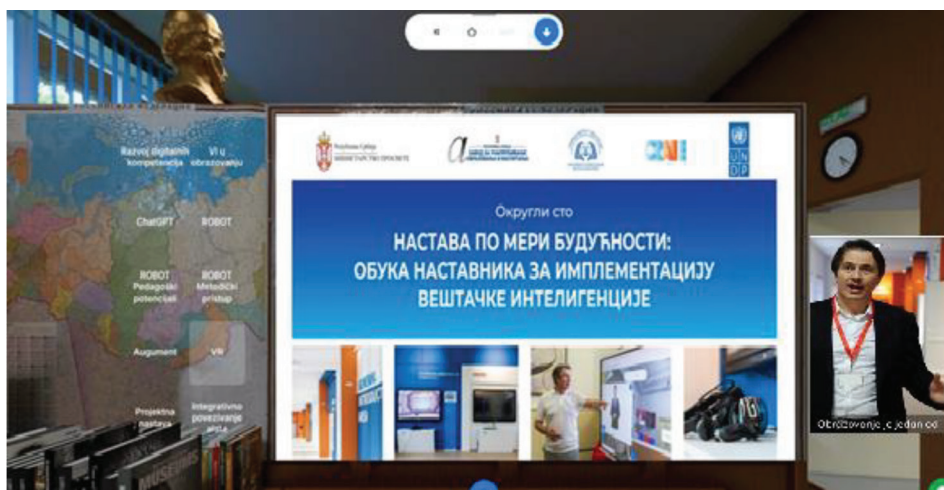


Figure 2: Classical avatar for identifying digital competencies of teachers /
Слика 2: Класични аватар за идентификовање дигиталних компетенција наставника

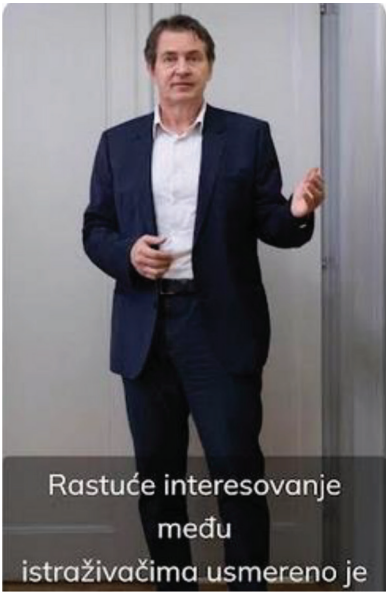


Figure 3: Interactive virtual avatar
/ Слика 3: Интерактивни виртуелни аватар

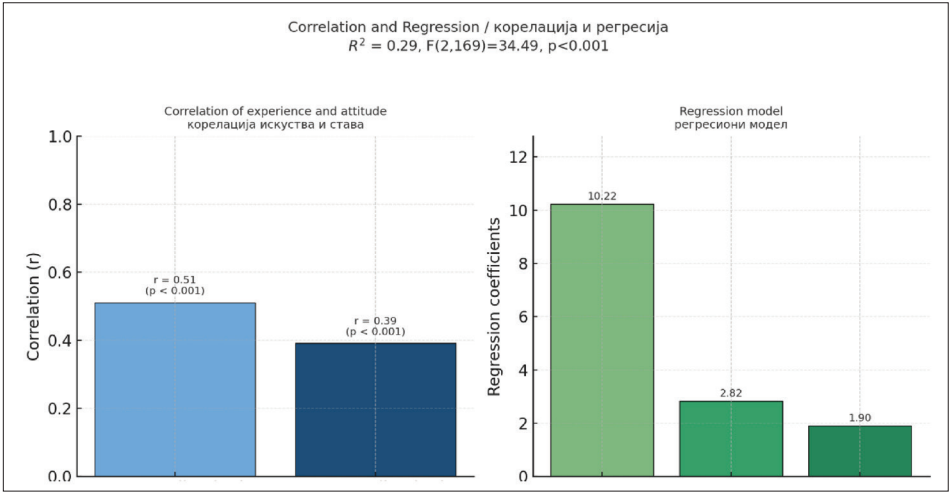


Figure 4: Graphic display of correlation analysis
/ Слика 4: Графички приказ анализа корелације

Table 1: *Descriptive statistics of attitudes toward using avatars for educational purposes* / Табела 1: *Дескриптивна статистиџа сџавова о уџиџреди авайџара у образовне сврхе*

Teaching level / Ниво наставе	N	Mean	SD	Median
Preschool teacher / Вaспитач	46	25.74	5.63	26
Teacher for younger grades of elementary school /Учитель	75	23.49	5.69	23
Teacher for senior grades of elementary and secondary schools / Наставник стариџих разреда основне школе и средњошколски наставник	31	24.84	4.89	25
University professor / Универзитетски професор	21	32.14	5.29	33

← НАЗАД

← ВАСК