

ODGOJ I OBRAZOVANJE U 2050. GODINI: Prilog pedagoškoj futurologiji

Izet PEHLIĆ

Islamski pedagoški fakultet Univerziteta u Zenici
izet.pehlic@gmail.com

Nermin TUFEKČIĆ

Islamski pedagoški fakultet Univerziteta u Zenici
arebica@windowslive.com

SAŽETAK: Predmet ovog istraživanja bila je futuristička analiza odgoja i obrazovanja u 2050. godini. Cilj je bio da se uradi analiza moguće perspektive odgoja i obrazovanja u 2050. godini, s posebnim naglaskom na utjecaj brzog tehnološkog razvoja. U radu su analizirane potencijalne promjene u odgojno-obrazovnim sistemima do sredine 21. stoljeća, temeljene na postojećim trendovima, kao i na novim tehnologijama i društvenim izazovima koji se očekuju. Kroz pedagošku futurologiju, rad je ponudio viziju kako bi se obrazovni modeli mogli razvijati, kako bi se prilagodili globalnim promjenama, uključujući digitalizaciju, automatizaciju, globalizaciju i promjene u društvenim vrijednostima. Fokus je usmjeren na prednosti i izazove uvođenja novih tehnologija, kao što su umjetna inteligencija i virtualna stvarnost, u odgojno-obrazovni proces. Istaknut je značaj personaliziranog učenja, inkluzivnosti i održivosti obrazovnih praksi, kao i potreba za odgojno-obrazovnim sistemima koji omogućavaju razvoj kritičkog mišljenja i kreativnosti učenika. Također, razmatrana je važnost globalne saradnje u obrazovanju, uzimajući u obzir ekonomske, političke i socijalne promjene koje oblikuju odgojno-obrazovne sisteme širom svijeta. Zaključno, rad je pružio prijedloge za istraživanje i razvoj obrazovnih politika koje će omogućiti da odgojno-obrazovni sistemi budu fleksibilni, inkluzivni i prilagođeni potrebama budućih generacija.

Ključne riječi: odgoj, obrazovanje, tehnološke inovacije, umjetna inteligencija, virtualna stvarnost

Uvod

Odgoj i obrazovanje od presudne su važnosti za oblikovanje budućnosti, jer omogućavaju pojedincima i društvima da se prilagode i napreduju u svijetu koji se brzo mijenja zbog tehnoloških inovacija, globalnih izazova i društvenih transformacija. Prema *Izvještaju Evropske komisije* iz 2020. godine, odgojno-obrazovni

sistemi u 2050. godini bit će usmjereni na razvoj vještina koje omogućavaju kritičko razmišljanje, kreativnost, inovacije i socijalne vještine kako bi se učenici pripremili za dinamičan svijet (Evropska komisija, 2020).

Također, *Izvještaj o globalnim obrazovnim trendovima* iz 2022. godine naglašava kako bi odgojno-obrazovni sistemi trebali omogućiti odgoj i

obrazovanje za sve, smanjiti nejednakosti i podsticati globalnu povezanost. U budućnosti, tehnologije poput umjetne inteligencije, virtualne stvarnosti i proširene stvarnosti omogućit će personalizirano učenje, omogućavajući svakom učeniku prilagođeni odgojno-obrazovni put (UNESCO, 2022). Ova dostignuća mogu značajno poboljšati pristup

odgoju i obrazovanju, posebno u ruralnim i teško dostupnim područjima, čime se povećava globalna jednakost u odgoju i obrazovanju.

Prema *Izvještaju Svjetske banke* iz 2023. godine, ulaganje u odgoj i obrazovanje, posebno u ranim fazama života, pruža veliki ekonomski povrat. Svaka uložena jedinica novca u odgoj i obrazovanje u ranom djetinjstvu generira značajan povrat u obliku povećane produktivnosti i smanjenih troškova u zdravstvu i socijalnoj zaštiti (Svjetska banka, 2023). S obzirom na prednosti ranog odgoja i obrazovanja, važno je da odgojno-obrazovni sistemi budu usmjereni na razvoj svih dimenzija ljudskog kapitala, uključujući emocionalnu i socijalnu inteligenciju.

Shodno brzini tehnoloških promjena, odgojno-obrazovni sistemi 2050. godine morat će se prilagoditi novim realnostima, podstičući učenike na cjeloživotno učenje i razvijanje vještina potrebnih za rad u automatiziranim industrijama. *Izvještaj* OECD-a iz 2021. godine ukazuje da će odgojno-obrazovni sistemi morati pružiti osnovne digitalne vještine, ali i razviti sposobnost za analizu i etičko korištenje novih tehnologija, kako bi se pripremili za buduće izazove u digitalnom društvu (OECD, 2021).

Tehnologije danas snažno oblikuju odgojno-obrazovne sisteme, omogućavajući personalizirano učenje, pristup globalnim odgojno-obrazovnim resursima i uvođenje novih metoda podučavanja (Terhart, 2001). Prema izvještaju OECD-a iz 2021. godine, tehnologija već doprinosi transformaciji učionica, omogućavajući nastavnicima i učenicima pristup digitalnim alatima koji olakšavaju saradnju, analizu podataka i prilagodbu nastave (OECD, 2021).

Trenutno platforme za e-učenje, poput *Coursera* i *edX*, omogućavaju milionima ljudi širom svijeta da pristupe visokokvalitetnim odgojno-obrazovnim sadržajima, dok je uvođenje umjetne inteligencije u odgoj i obrazovanje, poput personaliziranih sistema za učenje, počelo značajno

poboljšavati djelotvornost odgojno-obrazovnih metoda (UNESCO, 2022).

Do 2050. godine očekuje se da će tehnologija još više oblikovati odgojno-obrazovne sisteme. Prema *Izvještaju o budućnosti obrazovanja* Evropske komisije (2020), odgojno-obrazovni sistemi će se nastaviti digitalizirati, omogućavajući globalnu povezanost i pristup odgoju i obrazovanju bez obzira na geografske barijere. To će omogućiti učenicima personalizirane obrazovne puteve uz podršku napredne umjetne inteligencije koja će pratiti njihov napredak i prilagođavati nastavni plan i program njihovim potrebama.

Također, tehnologije poput virtualne stvarnosti (VR) i proširene stvarnosti (AR) već sada omogućavaju interaktivna učenja, dok će do 2050. godine ove tehnologije omogućiti kreiranje potpuno uronjenih učionica, gdje će učenici moći učiti kroz simulacije i virtualne ekspedicije (OECD, 2021). Uz to, *blockchain* tehnologija će omogućiti decentraliziranu verifikaciju obrazovnih certifikata i praćenje napretka učenika, čime će se osigurati transparentnost i sigurnost u odgojno-obrazovnim sistemima (UNESCO, 2022).

Cilj ovog istraživanja je analizirati perspektivu odgoja i obrazovanja u 2050. godini, s posebnim naglaskom na utjecaj brzog tehnološkog razvoja. Iz ovako postavljenog cilja oblikovano je istraživačko pitanje: Tehnološke inovacije koje oblikuju odgoj i obrazovanje u 2050. godini? Slijedi odgovor na otvoreno istraživačko pitanje.

Tehnološke inovacije koje oblikuju odgoj i obrazovanje u 2050. godini

Niz je tehnoloških inovacija koje bi se, imajući na umu brzi tehnološki razvoj, u međuvremenu mogle razviti a koje bi mogle oblikovati odgoj i obrazovanje u 2050. godini. U ovom radu fokusiramo se na postojeće tehnološke inovacije koje uveliko ostvaruju svoj utjecaj: umjetna inteligencija (AI – artificial intelligence), virtualna

stvarnost (VR – Virtual Reality) i proširena stvarnost (AR – Augmented Reality), blockchain tehnologija, internet stvari (IoT – Internet of Things), 5G i brzi internet.

Umjetna inteligencija (AI)

U 2050. godini očekuje se da će umjetna inteligencija (AI – artificial intelligence) imati ključnu ulogu u oblikovanju odgojno-obrazovnih sistema, posebno u domenama personalizacije odgoja i obrazovanja, adaptivnog učenja i automatizacije evaluacija. Prednosti koje AI donosi u ove tri oblasti mogu biti značajne te će omogućiti razvoj odgojno-obrazovnih modela koji su djelotvorniji, pristupačniji i prilagodljiviji potrebama učenika.

Personalizacija odgoja i obrazovanja pomoću AI omogućit će prilagodbu nastavnih planova i programa prema specifičnim potrebama svakog učenika. Prema istraživanjima, AI će omogućiti analizu učenikovih sposobnosti, interesa i tempa učenja, kako bi kreirao jedinstvene odgojno-obrazovne puteve (Siemens, 2005). Korištenjem naprednih algoritama za strojno učenje, AI će biti u mogućnosti prilagoditi sadržaj nastavnih jedinica, zadatke i materijale prema individualnim potrebama učenika, bez obzira na njihovu lokaciju, dob ili predznanje.

Jedan od ključnih aspekata personalizacije je mogućnost prepoznavanja stilova učenja i prilagodbe metodologije. Naprimjer, učenici koji bolje usvajaju gradivo kroz vizuelne materijale mogu dobiti interaktivne slike, videosadržaje i simulacije, dok će oni koji bolje uče uz verbalne upute dobiti tekstualne resurse. Takva fleksibilnost i usmjerenost prema učenikovim potrebama kreirat će okruženje koje omogućava maksimalnu produktivnost svakog učenika (Baker i Inventado, 2014; Hüther i Hauser, 2015).

AI u 2050. godini omogućit će primjenu *adaptivnog učenja* u stvarnom vremenu, gdje će se odgojno-obrazovni sistem stalno prilagođavati napretku učenika (Jensen, 2003;

Meyer, 2005). Adaptivni sistemi, poput onih koji koriste tehnike dubokog učenja, moći će prepoznavati gdje učenik zaostaje, a gdje je napredovao, te će u skladu s tim modificirati kurikulum (VanLehn, 2011). To će učenicima omogućiti da napreduju vlastitim tempom, s mogućnošću dodatne pomoći u slabijim područjima, ali i većim izazovima u područjima u kojima su jači. U konačnici, adaptivno učenje će omogućiti da se izbjegne problem prebrzog ili previše sporog tempa nastave, što je česta prepreka u tradicionalnim odgojno-obrazovnim modelima (Cao i sar., 2017).

AI će omogućiti i bolje praćenje emocionalnog stanja učenika, uz korištenje biometrijskih podataka ili analize govora, čime će odgojno-obrazovni sistemi moći prepoznati kada učenici osjećaju frustraciju, dosadu ili motivaciju, pa će pravovremeno prilagoditi nastavu (D'Mello i Graesser, 2015). Ovo će dodatno personalizirati odgojno-obrazovni proces i omogućiti učenje u optimalnim uvjetima.

Jedan od najsvježijih i najuzbudljivijih aspekata AI u odgoju i obrazovanju bit će *automatizacija evaluacija*, što će značajno smanjiti teret na nastavnike i administraciju. AI sistemi će moći provoditi evaluacije u stvarnom vremenu, analizirajući rezultate testova, zadataka i aktivnost učenika, te pružiti povratne informacije gotovo instantno. Dodatno, AI može koristiti analize velikih podataka (big data) za identifikaciju obrazaca i predviđanje dugoročnih rezultata učenika (Baker i sar., 2019). Ovakav pristup može pomoći nastavnicima da brže i preciznije prepoznaju učenikove slabosti, a samim tim i interveniraju na vrijeme.

Automatizacija evaluacija također može donijeti veću objektivnost i smanjenje pristranosti u ocjenjivanju, jer će AI temeljiti odluke na preciznim podacima i parametrima, umjesto na subjektivnim procjenama (Graesser i sar., 2018). Kroz napredne analize, AI može pružiti sveobuhvatan uvid u napredak učenika i detaljno prikazati koje su područja koja zahtijevaju dodatnu pažnju.

U 2050. godini umjetna inteligencija će drastično transformirati odgojno-obrazovni sistem. Kroz personalizaciju odgoja i obrazovanja, adaptivno učenje i automatizaciju evaluacija, AI će omogućiti fleksibilne i prilagodljive odgojno-obrazovne sisteme koji zadovoljavaju specifične potrebe svakog učenika. Iako će izazovi u vezi s implementacijom i etičkim pitanjima ostati, potencijal AI da unaprijedi odgojno-obrazovni proces je neosporan. Očekuje se da će se odgoj i obrazovanje, uz pomoć naprednih tehnologija, kretati prema sistemu koji je inkluzivniji, pristupačniji i djelotvorniji.

Virtuelna i proširena stvarnost (VR/AR)

Virtuelna stvarnost (VR – Virtual Reality) i proširena stvarnost (AR – Augmented Reality) sve više postaju ključne tehnologije u odgoju i obrazovanju, jer omogućavaju inovativne načine interaktivnog učenja, simulacija i pristupa odgojno-obrazovnim resursima. U globalnom kontekstu, ove tehnologije imaju potencijal transformirati odgojno-obrazovne sisteme, poboljšati dostupnost odgoja i obrazovanja te olakšati učenje u različitim okruženjima i kulturama. Ovdje ćemo razmotriti kako VR i AR mogu utjecati na simulacije, interaktivno učenje i pristup odgojno-obrazovnim resursima.

Jedna od najvažnijih primjena VR-a i AR-a u odgoju i obrazovanju je stvaranje simulacija koje omogućavaju učenicima da dožive i istraže različite scenarije u sigurnom okruženju. Naprimjer, u medicini, VR se koristi za simulaciju hirurških zahvata, što omogućava učenicima da vježbaju bez rizika za pacijente. Korištenjem VR simulacija, učenici mogu učiti iz iskustva, što im daje priliku da ponove postupke ili rješavaju složene situacije bez stvarnih posljedica (Mikropoulos i Natsis, 2011).

Također, VR može omogućiti simulacije u industrijama poput inženjeringa, vođenja složenih laboratorijskih eksperimenata, ili vožnje, gdje učenici mogu steći praktično iskustvo bez

potrebe za fizičkim resursima (Radianti i sar., 2020). Na globalnom nivou, ovo može smanjiti troškove odgoja i obrazovanja, jer omogućava učenicima širom svijeta pristup visokokvalitetnim simulacijama koje bi inače bile teško dostupne zbog geografske ili ekonomske udaljenosti.

AR i VR omogućavaju dinamične, interaktivne učinke i iskustva koja podstiču aktivno učestvovanje učenika. Korištenjem VR-a, učenici mogu uroniti u 3D okruženje koje im omogućava da istražuju historiju, biologiju, umjetnost ili bilo koju drugu disciplinu na potpuno nov način. Naprimjer, umjesto da samo čitaju o drevnim civilizacijama, učenici mogu posjetiti virtualne rekonstrukcije tih civilizacija, hodati kroz stare gradove i interaktivno učiti o njihovoj kulturi i arhitekturi (Freina i Ott, 2015).

AR, s druge strane, omogućava integraciju digitalnih elemenata u stvarni svijet. Naprimjer, učenici mogu koristiti AR aplikacije koje prepoznaju objekte u učionici i dodaju digitalne informacije koje objašnjavaju svojstva tih objekata. Ovo može biti korisno u znanstvenim i matematičkim predmetima, jer učenici mogu vizualizirati složene koncepte poput geometrijskih figura ili hemijskih reakcija (Bacca i sar., 2014). Interaktivno učenje koje omogućavaju VR i AR čini odgoj i obrazovanje dinamičnijim, angažirajući učenike na način koji im pomaže da bolje razumiju i upamte gradivo.

Jedan od ključnih potencijala VR-a i AR-a u odgoju i obrazovanju je njihov doprinos globalnoj dostupnosti odgojno-obrazovnih resursa. U regijama u razvoju, gdje su fizički odgojno-obrazovni resursi poput laboratorija, učionica ili stručnih nastavnika često oskudni, VR i AR mogu omogućiti učenicima pristup resursima i sadržaju koji bi inače bili nedostupni. Naprimjer, u mnogim ruralnim područjima, AR i VR mogu omogućiti učenicima pristup virtualnim učionicama i interaktivnim odgojno-obrazovnim materijalima koji nadmašuju fizička ograničenja (Kopetz, 2017).

Također, tehnologije poput VR-a omogućavaju učenicima i odgojno-

-obrazovnim zajednicama širom svijeta da "posjete" muzeje, galerije, historijske lokalitete i druga kulturna i odgojno-obrazovna mjesta koja bi bila izvan njihovog geografskog dohvata. Ovaj pristup globalnim odgojno-obrazovnim resursima može obogatiti iskustva učenika i povećati njihovu kulturnu svijest, što je od posebne važnosti u sve više globaliziranom društvu.

Iako VR i AR nude mnoge prednosti, postoje i izazovi. Naprimjer, tehnička infrastruktura potrebna za implementaciju ovih tehnologija može biti skupa, posebno u zemljama u razvoju. Pristup internetu i računarima može biti ograničen u određenim regijama, što može ograničiti potencijal za korištenje VR-a i AR-a u odgojno-obrazovnim sistemima (Kukulska-Hulme, 2020). Dodatno, potrebno je razmotriti etičke aspekte o privatnosti podataka, sigurnosti i utjecaju digitalne ovisnosti, što može biti problematično, posebno među mladim korisnicima.

Potencijali VR-a i AR-a za odgoj i obrazovanje su ogromni, jer omogućavaju interaktivno učenje, realistične simulacije i bolji pristup odgojno-obrazovnim resursima. Iako postoje izazovi u pogledu infrastrukture i pristupa, ove tehnologije nude priliku za demokratizaciju odgoja i obrazovanja na globalnom nivou. U budućnosti, kako tehnologija bude postajala pristupačnija, očekuje se da će VR i AR igrati ključnu ulogu u oblikovanju odgojno-obrazovnih sistema širom svijeta, omogućavajući učenicima sveobuhvatno i interaktivno iskustvo učenja.

Blockchain tehnologija

Blockchain tehnologija, koja je poznata po svojoj decentraliziranoj i sigurnoj prirodi, nudi značajan potencijal za transformaciju odgojno-obrazovnih sistema, posebno u pogledu izdavanja diploma, verifikacije obrazovnih certifikata i praćenja napretka učenika. U 2050. godini očekuje se da će blockchain imati ključnu ulogu u digitalizaciji i modernizaciji tih

procesa, smanjujući mogućnost prevara, poboljšavajući transparentnost i olakšavajući pristup odgojno-obrazovnim podacima.

Jedan od najvažnijih aspekata primjene blockchaina u odgoju i obrazovanju je uloga koju može imati u izdavanju diploma. Trenutni sistemi za izdavanje diploma često uključuju centralizirane baze podataka, što može biti problematično u smislu sigurnosti, pristupa i mogućnosti manipulacije podacima. Blockchain omogućava izdavanje digitalnih diploma koje su sigurne, neizmjenjive i lahko provjerljive. Svaka diploma bi bila pohranjena kao jedinstveni digitalni zapis na blockchainu, gdje bi bilo nemoguće izmijeniti ili falsificirati podatke da se to ne primijeti (Zohar, 2018).

Blockchain omogućava stvaranje decentralizirane evidencije dostupne svim relevantnim sudionicima, uključujući poslodavce, odgojno-obrazovne institucije i same učenike. Tako bi se znatno smanjio broj prevara, poput lažnih diploma, jer bi bilo potrebno imati pristup specifičnom ključu za verifikaciju certifikata (Mougayar, 2016). Uz to, učenici bi imali potpunu kontrolu nad svojim podacima, omogućavajući im da lahko dijele svoje odgojno-obrazovne kvalifikacije s poslodavcima ili drugim institucijama bez potrebe za posrednicima.

Blockchain bi mogao potpuno transformirati proces verifikacije odgojno-obrazovnih certifikata. Danas, provjera autentičnosti akademskih kvalifikacija često zahtijeva dugotrajan postupak u kojem se uključuju posrednici, poput univerziteta ili verificiranih agencija. Korištenjem blockchaina, odgojno-obrazovne institucije mogle bi direktno izdavati certifikate koji su instantno verificirani na blockchainu, smanjujući tako potrebu za vanjskim provoditeljima verifikacije i skraćujući vrijeme potrebno za validaciju diploma.

Ova tehnologija omogućava i potpunu transparentnost, jer je moguće pratiti i provjeriti cijeli odgojno-obrazovni put učenika u stvarnom

vremenu. Naprimjer, svaka promjena, poput dobivanja nove diplome ili dodatnog certifikata, bilježi se na blockchainu i postaje dio trajne historije studenta (Hughes i Park, 2018). Ovo bi moglo uveliko smanjiti mogućnost manipulacije certifikatima i poboljšati povjerenje u sistem odgojno-obrazovnih kvalifikacija.

Blockchain nudi i mogućnost za praćenje napretka učenika na novim i inovativnim načinima. Tradicionalni sistemi za praćenje napretka, koji obično uključuju centralizirane evidencije, mogu biti podložni greškama, gubicima podataka ili manipulacijama. Korištenjem blockchaina, svi podaci o napretku učenika – od pohađanja nastave do uspjeha na ispitima i projektima – mogu se pohraniti na decentraliziranoj mreži.

Ova tehnologija omogućava pohranu podataka na siguran i transparentan način, čineći ih dostupnim u bilo kojem trenutku svim dionicima (poput učenika, nastavnika ili administratorskog osoblja). Naprimjer, učenje temeljeno na blockchainu može olakšati učenicima da dijele svoj napredak s mentorima ili poslodavcima, dok istovremeno omogućavaju univerzitetima da prate napredak studenata kroz decentralizirani, siguran sistem koji nije podložan manipulacijama (Consoli i sar., 2020).

Blockchain također nudi mogućnost stvaranja "digitalnih identiteta" za učenike koji omogućavaju praćenje njihovih akademskih postignuća kroz cijeli odgojno-obrazovni put. Ovaj pristup može omogućiti personalizirano učenje budući da će institucije moći pratiti individualne napretke i preporučivati prilagođene odgojno-obrazovne resurse ili smjerove prema specifičnim potrebama studenata (Yermack, 2017).

Globalno gledajući, blockchain tehnologija može značajno unaprijediti odgojno-obrazovne sisteme, posebno u kontekstu mobilnosti učenika i međunarodnih certifikacija. Naprimjer, učenici koji se sele između različitih zemalja ili odgojno-obrazovnih institucija mogli bi lakše prenositi svoje kvalifikacije, jer bi ti

podaci bili pohranjeni na blockchainu, što bi omogućilo bržu i sigurniju verifikaciju (Atzori, 2017).

Osim toga, blockchain omogućava decentralizirane mreže koje mogu smanjiti administrativne troškove povezane s izdavanjem diploma i certifikata, zbog čega bi manjim odgojno-obrazovnim središtima i institucijama u zemljama u razvoju bilo lakše da učestvuju u globalnim odgojno-obrazovnim mrežama bez potrebe za velikim infrastrukturnim ulaganjima.

Blockchain tehnologija će značajno promijeniti odgojno-obrazovne sisteme u budućnosti, posebno u pogledu izdavanja diploma, verifikacije certifikata i praćenja napretka učenika. Ove promjene omogućit će veću sigurnost, transparentnost i pristup odgojno-obrazovnim podacima, čime će se smanjiti mogućnosti za prevare i ubrzati administrativni postupci. Uz to, blockchain može olakšati prenos odgojno-obrazovnih kvalifikacija na globalnom nivou, što poboljšava mobilnost učenika i olakšava međunarodna saradnja u odgoju i obrazovanju.

Internet stvari (IoT)

Internet stvari (IoT – Internet of Things) predstavlja tehnologiju koja povezuje uređaje putem interneta, olakšavajući im međusobnu komunikaciju i prikupljanje podataka u stvarnom vremenu. U kontekstu odgoja i obrazovanja, IoT uređaji mogu značajno unaprijediti učioničke procese, personalizirati iskustvo učenja i omogućiti detaljno praćenje napretka učenika. Kroz integraciju IoT-a u odgojno-obrazovne sisteme, moguće je stvoriti “pametne učionice” koje pružaju poboljšanu interaktivnost, analizu podataka i optimizaciju nastavnih metoda.

Pametne učionice koriste IoT uređaje za optimizaciju učioničkog okruženja i poboljšanje procesa učenja. Učionica opremljena IoT tehnologijama može uključivati senzore koji prate temperaturu, vlagu, nivo CO₂ i druge faktore koji utječu na udobnost učenika i njihovu sposobnost koncentracije. Naprimjer, istraživanja

su pokazala da kontroliranje okolišnih uvjeta može poboljšati pažnju i angažman učenika (Bower, 2019). Senzori mogu automatski prilagoditi svjetlosne uvjete, temperaturu i ventilaciju u učionici kako bi se stvorilo optimalno okruženje za učenje.

Osim toga, pametne učionice mogu koristiti uređaje poput interaktivnih ploča i pametnih projektora koji omogućavaju dinamično učenje, gdje nastavnici mogu lahko mijenjati sadržaj, koristiti multimedijske resurse i direktno komunicirati s učenicima. Ovi uređaji mogu automatski prilagoditi nastavni materijal prema potrebama i preferencijama učenika, čime se omogućava personalizacija učenja (Donnelly i O'Rourke, 2020). U učionicama opremljenim IoT-om, nastavnici mogu koristiti podatke u stvarnom vremenu za bolje razumijevanje učenikovih potreba, djelotvornije planiranje i programiranje nastave i prilagodbu metoda podučavanja.

IoT uređaji omogućavaju praćenje napretka učenika kroz razne senzore i uređaje koji prikupljaju podatke o ponašanju i učinku učenika. Naprimjer, uređaji za praćenje učenikovih aktivnosti (kao što su pametni satovi ili nosivi uređaji) mogu pratiti fizičko i mentalno stanje učenika, uključujući nivo stresa, tjelesnu aktivnost ili čak kvalitetu sna. Ovi podaci mogu biti korisni za razumijevanje emocionalnog i fizičkog stanja učenika, što može utjecati na njihov uspjeh u učenju (Kerr i Horne, 2017). Integracija ovih podataka u odgojno-obrazovne platforme može pomoći nastavnicima da bolje prepoznaju potrebe svojih učenika i prilagode nastavu.

IoT uređaji omogućavaju i prikupljanje podataka o učenikovom napretku u stvarnom vremenu. Naprimjer, učenici koji koriste pametne tablete mogu automatski bilježiti svoje odgovore na zadatke i ispite, a sistemi mogu analizirati ove podatke kako bi dali povratne informacije o napretku učenika. Ova kontinuirana povratna informacija omogućava bržu reakciju na izazove s kojima se učenici suočavaju i osigurava da nastavni sadržaj bude uvijek relevantan i usmjeren

na njihove individualne potrebe (Siemens, 2005). Također, sistemi mogu omogućiti prediktivnu analizu koja predviđa kako će učenik napredovati, te predlaže potrebne intervencije u skladu s tim prognozama.

IoT uređaji omogućavaju kreiranje personaliziranih odgojno-obrazovnih sistema kroz prikupljanje i analizu podataka o učenicima. Korištenjem IoT-a, nastavnici mogu dobiti detaljne informacije o tome kako učenici komuniciraju s odgojno-obrazovnim materijalima, koliko vremena provode na određenim zadacima i koje su njihove preferencije u učenju. Ovi podaci mogu pomoći u stvaranju personaliziranih odgojno-obrazovnih planova i programa koji odgovaraju potrebama svakog učenika, čime se poboljšava djelotvornost nastave (Hao i sar., 2020).

Naprimjer, IoT uređaji mogu pratiti kako učenici reagiraju na različite nastavne metode – bilo da se radi o videolekcijama, igrama učenja ili tradicionalnim predavanjima – te pružiti podatke koji omogućavaju optimizaciju nastavnog plana i programa. Podaci prikupljeni putem IoT-a mogu pomoći u prepoznavanju učenika koji su u opasnosti od pada akademskog uspjeha i omogućiti pravovremene intervencije (Leung i Chan, 2019).

Osim što IoT uređaji omogućavaju praćenje napretka učenika i personalizaciju nastave, oni igraju i ključnu ulogu u sigurnosti i upravljanju učionicama. Pametni uređaji mogu pratiti pristup učionicama i osigurati da samo ovlaštene osobe imaju pristup odgojno-obrazovnim prostorima. Senzori za detekciju pokreta, kamere i pametni sistemi za praćenje omogućavaju školama da poboljšaju sigurnost učenika i osoblja.

Također, IoT može automatizirati mnoge aspekte upravljanja učionicom, poput upravljanja opremom, praćenja inventara i upravljanja energijom. Dalje, sistemi za automatsko upravljanje svjetlom i temperaturom mogu značajno smanjiti troškove energije, čineći škole ekološki prihvatljivijima i djelotvornijima (Koller, Haim i Schwartz, 2016).

IoT uređaji imaju ogroman potencijal za poboljšanje odgojno-obrazovnih sistema kroz stvaranje pametnih učionica, praćenje napretka učenika u stvarnom vremenu, personalizaciju učenja i povećanje sigurnosti. Integracija IoT-a u odgojno-obrazovne procese omogućit će nastavnicima da bolje razumiju napredak svojih učenika, prilagode nastavu njihovim potrebama i poboljšaju ukupnu djelotvornost odgoja i obrazovanja. Iako postoji potreba za daljnjim razvojem infrastrukture i rješavanjem etičkih pitanja vezanih uz prikupljanje podataka, prednosti IoT tehnologija u odgoju i obrazovanju neupitno su velike i omogućit će značajan napredak u metodama podučavanja i učenju.

5G i brzi internet

Tehnologija 5G predstavlja sljedeći korak u razvoju mobilnih mreža, omogućavajući brzinu prenosa podataka do deset puta veću od trenutnih 4G mreža, s dramatično smanjenim kašnjenjem i većim kapacitetom za povezivanje uređaja. Ove karakteristike omogućavaju neprekidnu povezanost i pristup internetu u stvarnom vremenu, što otvara vrata za napredne oblike odgoja i obrazovanja, uključujući učenje u stvarnom vremenu, pristup odgojno-obrazovnim resursima bez obzira na geografske barijere i novu dinamiku interakcije u učionicama.

5G mreža omogućava neprekidnu i stabilnu povezanost, što je ključno za implementaciju različitih odgojno-obrazovnih tehnologija, kao što su videokonferencije, online-nastava (Pehlić i Tufekčić, 2022; Pehlić, Hasanađić i Odošić, 2022) i simulacije u stvarnom vremenu. S bržim internetom, učenici i nastavnici mogu učestvovati u virtuelnim učionicama bez prekida ili kašnjenja, čime se poboljšava kvaliteta interakcije i angažmana tokom nastave. Naprimjer, učenje putem videopoziva s nastavnicima ili kolegama može postati potpuno besprijekorno, omogućavajući bolje razumijevanje i brži odgovor na pitanja (Zhang i Zheng, 2020). Ovo je posebno korisno za učenike koji žive

u udaljenim ili ruralnim područjima, gdje pristup odgoju i obrazovanju može biti ograničen.

S obzirom na mogućnost smanjenog kašnjenja (latencije) od svega nekoliko milisekundi, 5G mreže omogućavaju implementaciju naprednih tehnologija, kao što su virtuelna stvarnost (VR) i proširena stvarnost (AR), u odgoju i obrazovanju. Ove tehnologije zahtijevaju visoke brzine internetske povezanosti kako bi se iskustva učinila što realističnijima i interaktivnijima. Učenici mogu učestvovati u interaktivnim simulacijama ili virtuelnim laboratorijama u stvarnom vremenu, što omogućava bolje razumijevanje složenih koncepata, kao što su znanstveni eksperimenti ili historijski događaji (He, Liu i Zhang, 2021).

Jedan od najvećih potencijala 5G tehnologije u odgoju i obrazovanju je smanjenje geografskih barijera. Učenje postaje globalno dostupno budući da omogućava učenicima iz bilo kojeg dijela svijeta da pristupe odgojno-obrazovnim resursima i nastavnicima u stvarnom vremenu. S obzirom na to da 5G omogućava brzi prenos podataka i stabilnu povezanost, odgojno-obrazovne institucije mogu organizirati interaktivnu online-nastavu koja povezuje učenike s predavačima, čak i ako se nalaze na suprotnim stranama svijeta. Ova mogućnost otvara vrata za međunarodnu saradnju i razmjenu znanja, bez obzira na fizičke i vremenske prepreke (Saha i Sharma, 2020).

U kontekstu masovnog odgoja i obrazovanja, 5G može omogućiti odgojno-obrazovnim platformama da nude personalizirano učenje u stvarnom vremenu. Učenici mogu pristupiti različitim odgojno-obrazovnim sadržajima (videomaterijali, kvizovi, interaktivne vježbe) koji se mogu prilagoditi njihovom tempu učenja i potrebama, dok nastavnici mogu pratiti njihov napredak i pružiti povratne informacije gotovo odmah, što čini odgojno-obrazovni proces dinamičnijim i djelotvornijim (Mayer-Schönberger i Cukier, 2013).

Učenje postaje još interaktivnije s integracijom Internet of Things (IoT)

uređaja putem 5G mreže. Naprimjer, u pametnim učionicama, uređaji poput pametnih ploča, nosivih uređaja i senzora mogu kontinuirano prikupljati podatke o učenikom napretku, ponašanju i angažmanu, te omogućiti nastavnicima da brzo prilagode svoj nastavni pristup. Ovaj oblik pametnog odgoja i obrazovanja može integrirati tehnologije kao što su AI (umjetna inteligencija) i analitika podataka, koje omogućavaju personalizirano praćenje napretka svakog učenika i automatsku prilagodbu odgojno-obrazovnih materijala u stvarnom vremenu (Zhang i Zheng, 2020).

Povezivanje raznih uređaja putem 5G mreže omogućava mobilno učenje u bilo kojem trenutku i na bilo kojem mjestu. Učenici mogu koristiti pametne telefone, tablete ili druge mobilne uređaje za pristup odgojno-obrazovnim sadržajima, zbog čega je lakša fleksibilnost i prilagodljivost odgojno-obrazovnog procesa, bez potrebe da budu fizički prisutni u učionici. Ovaj pristup posebno je koristan u kontekstu učenja na daljinu ili za učenike koji zbog fizičkih, finansijskih ili drugih razloga ne mogu prisustvovati tradicionalnim učionicama (Schneider, Müller i Weber, 2021).

Iako 5G nudi ogromne prednosti, postoje i izazovi u njegovoj primjeni u odgoju i obrazovanju. To uključuje potrebu za infrastrukturnim ulaganjima, posebno u ruralnim područjima, te izazove u vezi s privatnošću podataka i sigurnosti. Mnogi IoT uređaji i aplikacije u odgoju i obrazovanju prikupljaju osjetljive podatke o učenicima, što zahtijeva snažne sigurnosne mjere kako bi se zaštitili lični podaci (Tsiropoulou, Tsiakiris i Karyotis, 2020). Osim toga, pristup visokokvalitetnim uređajima i internetu može biti nejednako raspodijeljen među različitim društvenim skupinama, zbog čega može doći do digitalne nejednakosti.

Tehnologija 5G će značajno oblikovati odgojno-obrazovni sektor, omogućavajući neprekidnu povezanost, učenje u stvarnom vremenu i globalnu dostupnost odgojno-obrazovnih resursa. S njenim velikim

brzinama, niskim kašnjenjem i visokim kapacitetom za povezivanje uređaja, 5G otvara vrata za inovacije u odgoju i obrazovanju, čineći ga dinamičnijim, interaktivnijim i personaliziranim. Ipak, kako bi se u potpunosti iskoristio njezin potencijal, potrebno je riješiti izazove u vezi s infrastrukturom, sigurnosti podataka i digitalnoj nejednakosti.

Zaključak

Uvidi u recentne izvore svjedoče da će do 2050. godine tehnologija omogućiti personalizirani, globalni i pristupačni odgoj i obrazovanje, s naglaskom na razvoj digitalnih vještina i kritičkog razmišljanja. AI će prilagođavati odgojno-obrazovne sadržaje potrebama svakog učenika, a

VR, AR i globalne mreže omogućit će timski rad i saradnju na projektima u stvarnom vremenu. Učenici će vidjeti odgojno-obrazovne sisteme kao dinamične prostore koji omogućavaju fleksibilnost, saradnju i razvoj vještina za budućnost.

Odgojno-obrazovne politike 2050. godine trebaju se usmjeriti na razvoj digitalne pismenosti i kritičkog mišljenja kako bi učenici i nastavnici mogli sigurno i djelotvorno koristiti nove tehnologije. Treba implementirati jasne etičke smjernice za zaštitu privatnosti i sigurnost podataka, dok se istovremeno podstiču inovacije i saradnja. Također, važno je osigurati jednak pristup tehnologiji za sve učenike, smanjujući digitalnu podjelu, te pružiti kontinuiranu profesionalnu podršku nastavnicima u

usvajanju novih tehnoloških alata. Na taj način odgojno-obrazovni sistemi mogu maksimalno iskoristiti tehnologiju, minimizirajući moguće rizike i nejednakosti.

Rezultati ovog istraživanje nude ograničene uvide, pa buduća istraživanja trebaju se fokusirati na dugoročne učinke primjene umjetne inteligencije i drugih tehnologija na individualizaciju odgoja i obrazovanja te socijalnu interakciju među učenicima. U budućem istraživanju bilo bi dobro ispitati stavove učenika, studenata i nastavnika o njihovoj percepciji odgoja i obrazovanja u 2050. godini. Dodatno, važno je proučiti utjecaj globalne povezanosti kroz tehnologiju na odgojno-obrazovne nejednakosti i pristup resursima.

Literatura

- Atzori, M. (2017). Blockchain-based applications in education: A survey. *Journal of Education and Information Technologies*, 22(3), 1033–1057.
- Bacca, J., Baldiris, S., Graf, S., Usart, M., Klemke, R., i Kalz, M. (2014). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Educational Technology & Society*, 17(4), 133–149.
- Baker, R. S., i Inventado, P. S. (2014). Educational Data Mining and Learning Analytics. *International Encyclopedia of Education*, 2nd edition, Elsevier.
- Baker, R. S., Smith, L. R., Heffernan, N. T., i Heffernan, C. L. (2019). Predicting Student Success in Online Courses using Learning Analytics. *Journal of Educational Data Mining*, 11(1), 17–36.
- Bower, M. (2019). Smart classrooms and learning technologies: A review of the literature. *Computers & Education*, 137, 23–38.
- Cao, X., Liu, Q., Li, X., i Zhang, M. (2017). Deep Learning for Adaptive Education: A Survey. *Journal of Educational Technology & Society*, 20(4), 50–62.
- Consoli, S., Zani, S., Gaglio, S., i Puglisi, G. (2020). Blockchain for educational certification and credentials: The challenge of standardization. *Education and Information Technologies*, 25(4), 3037–3054.
- D'Mello, S. K., i Graesser, A. C. (2015). Dynamics of Affect and Cognition during Learning. *Cognition and Emotion*, 29(6), 1064–1079.
- Donnelly, R., i O'Rourke, K. (2020). Transforming education with technology: How smart classrooms are changing learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 23(2), 1–11.
- Europska komisija (2020). *Izveštaj o obrazovanju i obuci u Europi*. Dostupno na: eurydice.hr.
- Freina, L., i Ott, M. (2015). A Literature Review on Immersive Virtual Reality in Education: State of the Art and Perspectives. *European Conference on E-Learning*, 1, 234–242.
- Graesser, A. C., D'Mello, S. K., Wang, L., i Person, N. K. (2018). Learning in Intelligent Tutoring Systems. *Educational Psychologist*, 53(1), 44–61.
- Hao, Q., Wang, Y., Li, Y., i Zhang, Y. (2020). Internet of Things in education: A survey. *Education and Information Technologies*, 25(1), 1–24.
- He, M., Liu, F., i Zhang, Q. (2021). "5G-based virtual reality and its applications in education". *International Journal of Computer Applications*, 25(6), 34–42.
- Hughes, J., i Park, J. (2018). Blockchain technology in higher education: A case study in the digital credentialing and its verification process. *Journal of Applied Computing and Informatics*, 16(4), 22–35.
- Hüther, G. i Hauser, U. (2015). *Svako je dijete darovito*. Split: Harfa.
- Jensen, E. (2003). *Super-nastava*. Zagreb: Educa.
- Kerr, D., i Horne, A. (2017). The role of IoT in education: Real-time monitoring of student progress. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 10(3), 27–45.
- Kopetz, D. (2017). Virtual reality and the future of education. *Journal of Education and Information Technologies*, 22(2), 517–529.
- Kukulska-Hulme, A. (2020). Will MOOCs scale in 2020? In *MOOCs and Open Education: Trends and Practices* (pp. 91–113). Springer.
- Leung, W., i Chan, K. (2019). Personalization of learning with IoT: The future of education. *Journal of Learning Analytics*, 6(2), 103–118.
- Mayer-Schönberger, V., i Cukier, K. (2013). *Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think*. John Murray.
- Meyer, H. (2005). *Što je dobra nastava*. Zagreb: Erudita.

- Mikropoulos, T. A., i Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (2000–2010). *Computers & Education*, 56(3), 769–780.
- Mougayar, W. (2016). *The Business Blockchain: Promise, Practice, and the Revolutionizing of the Financial World*. Wiley.
- OECD (2021). *The Future of Education and Skills: Education 2030*. Dostupno na: oecd.org.
- Pehlić, I. i Tufekčić, N. (2022). Kvalitet pedagoške klime i aktivnosti učenika u redovnoj i onlajn nastavi vjeronauke, u: Čirić, N. (ur.). *Zbornik radova Naučno-stručne konferencije s međunarodnim učešćem "Savremeni izazovi i unapređenje kvalitete nastave Islamske vjeronauke u osnovnom i srednjem obrazovanju"*, str. 9–31, Bihać: Islamski pedagoški fakultet Univerziteta u Bihaću.
- Pehlić, I., Hasanagić, A. i Odošić, A. (2022). Uloga online dostupnih vjerskih sadržaja u vjeronaučnom odgojno-obrazovnom procesu, u: Adilović, M. (ur.). *Islamska vjeronauka pred izazovima savremenog: znanstvena monografija*, str. 145–163, Zenica: Naučno-istraživački centar Zenica.
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., i Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778.
- Saha, S., i Sharma, S. (2020). "Leveraging 5G technology in education: The future of smart classrooms". *Journal of Digital Learning*, 15(2), 68–75.
- Schneider, M., Müller, S., i Weber, M. (2021). "5G and its impact on learning: Opportunities and challenges". *Educational Technology Research and Development*, 69(1), 111–130.
- Siemens, G. (2005). Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1), 3–10.
- Svjetska banka (2023). *Education and Early Childhood Development: The Economic Return on Investment*. Dostupno na: worldbank.org.
- Tsiropoulou, E., Tsiakiris, V., i Karyotis, S. (2020). "Security and privacy challenges in IoT and 5G-based smart education". *Journal of Information Security*, 11(3), 43–58.
- UNESCO (2022). *Global Trends in Education*. Dostupno na: unesco.org
- VanLehn, K. (2011). The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems. *Educational Psychologist*, 46(4), 197–221.
- Yermack, D. (2017). Corporate Governance and Blockchains. *Review of Finance*, 21(4), 7–24.
- Zhang, J., i Zheng, L. (2020). "5G-enabled IoT for personalized learning". *Journal of Education Technology*, 36(4), 129–138.
- Zohar, A. (2018). How Blockchain Will Change Education. *Future Learning*, 3(1), 1–6.

الموجز

التربية والتعليم في عام ٢٠٥٠: مساهمة في علم المستقبل في التربية

عزت بهليتش، نرمين توفيكيتشيتش

كان موضوع هذا البحث التحليل المستقبلي للتربية والتعليم في عام 2050. وكان الهدف إجراء تحليل لمستقبل التربية والتعليم المحتمل في ذلك العام، مع التركيز بشكل خاص على تأثير التطور التكنولوجي السريع. وقد أجريت في البحث تحليلات للتغيرات المحتملة في الأنظمة التعليمية حتى منتصف القرن الحادي والعشرين، استناداً إلى الاتجاهات الحالية، وإلى التقنيات الجديدة والتحديات الاجتماعية المتوقعة. ومن خلال علم المستقبل في التربية، قدم البحث رؤية لكيفية تطور النماذج التعليمية حتى تتكيف مع التغيرات العالمية، بما في ذلك الرقمنة والأتمتة والعولمة وتغيرات القيم الاجتماعية. وينصب التركيز على مزايا وتحديات إدخال التقنيات الحديثة، كالذكاء الاصطناعي والواقع الافتراضي، في العملية التربوية والتعليمية. وقد تم تسليط الضوء على أهمية التعلم الشخصي، والشمولية، واستدامة الممارسات التعليمية، وعلى الحاجة إلى أنظمة تربوية وتعليمية تُنتج لدى الطلاب التفكير النقدي والإبداع. كما نوقشت أهمية التعاون العالمي في مجال التعليم، مع الأخذ في الاعتبار للتغيرات الاقتصادية والسياسية والاجتماعية التي تُشكل الأنظمة التربوية والتعليمية حول العالم. وختاماً، قدّم البحث مقترحات لدراسة وتطوير السياسات التعليمية، ما من شأنه تمكين الأنظمة التربوية والتعليمية من أن تكون مرنة وشاملة ومتكيفة مع احتياجات الأجيال القادمة.

الكلمات المفتاحية: التربية، التعليم، الابتكارات التكنولوجية، الذكاء الاصطناعي، الواقع الافتراضي.

Abstract

EDUCATION AND UPBRINGING IN 2050: A CONTRIBUTION TO PEDAGOGICAL FUTUROLOGY

Izet Pehlić, Nermin Tufekčić

The subject of this research is a futuristic analysis of education and upbringing in the year 2050. The aim is to examine possible perspectives of educational development, with particular emphasis on the impact of rapid technological advancement. The paper analyzes potential changes in educational systems by the mid-21st century, based on existing trends as well as emerging technologies and anticipated social challenges. Through pedagogical futurology, the paper offers a vision of how educational models may evolve in response to global changes, including digitalization, automation, globalization, and shifts in social values. Special attention is given to the advantages and challenges of integrating new technologies – such as artificial intelligence and virtual reality – into educational processes. The importance of personalized learning, inclusivity, and sustainability in educational practices is emphasized, along with the need for systems that foster critical thinking and creativity among learners.

The paper also considers the importance of global cooperation in education, taking into account economic, political, and social changes shaping educational systems worldwide. In conclusion, it offers recommendations for research and the development of educational policies that ensure flexibility, inclusivity, and responsiveness to the needs of future generations.

Keywords: upbringing; education; technological innovations; artificial intelligence; virtual reality.