

POGLEDI I MIŠLJENJA

Vana Colić¹

Privatna gimnazija E-gimnazija, Novi Sad

Primljen: . 06. 05. 2021.

Prihvaćen: 26. 10. 2021.

UDC: 371.3:001.895

DOI: 10.19090/ps.2021.2.107-119

Pregledni naučni rad

SAVREMENE TEHNOLOGIJE I SAVREMENI KONCEPTI NASTAVE U OBLASTI MATEMATIČKOG OBRAZOVANJA

Apstrakt

Savremene tehnologije su sastavni deo osavremenjavanja nastave, ali da bi one zaista unapredile nastavu, neophodno je da se koriste zajedno sa drugim inovacijama u nastavi, kao što su timski rad, aktivno učenje, učenje istraživanjem i drugi. U radu se najpre određuju značenja nekih od osnovnih pojmova relevantnih za temu. Zatim se razmatra odnos i uzajamna povezanost upotrebe tehnologije i uvođenja inovacija u nastavu. Poseban deo rada posvećen je iskustvima koja govore u prilog tome da uvođenje inovacija nije samo odgovornost nastavnika, već je uslovljeno institucionalnim kontekstom, kao i širim društvenim kontekstom. U radu se takođe razmatra uticaj savremene tehnologije na razvoj kreativnosti i kritičkog mišljenja učenika. Autor rada se zalaže za prevazilaženje tradicionalnih shvatanja i uvođenje inovacija u nastavu, koje će biti podržane savremenom tehnologijom, a koje podstiču učenje zasnovano na igri i istraživanjima učenika, aktivnom učenju i projektnoj nastavi. Da bi to bilo ostvarivo u praksi nije dovoljno osloniti se na individualne osobenosti, kompetencije i motivaciju pojedinih nastavnika, već je potrebna veća sistemska podrška nastavnicima.

Cljučne reči: unapređivanje nastave, inovacije, tehnologija, podrška nastavnicima

Uvod

Tradicionalno u pedagoško-psihološkoj literaturi se nastava i učenje definišu kao dva odvojena procesa. Savremena literatura sve više naglašava da je to jedan jedinstveni

¹ vanacolic@gmail.com

proces čiju osnovu čini posebna vrsta interakcije – pedagoška interakcija, koju ako posmatramo iz jednog ugla možemo nazvati nastava, a iz drugog ugla učenje (Ivić, Pešikan i Antić, 2001). Interakcija između učenika i nastavnika se dugo smatrala najvažnijim sredstvom vaspitanja i obrazovanja, dok se interakcija među učenicima ograničavala na vanškolske aktivnosti i nije se smatrala značajnom u procesu nastave. Postoje istraživanja koja su pokazala da su odnosi među vršnjacima izuzetno važni, kako za socijalni razvoj, tako i za razvoj kognitivnih sposobnosti i učenje (Roeders, 2003). Istraživanja su pokazala da su odnosi sa vršnjacima čak bolja osnova nego odnosi sa odraslima za razvoj sposobnosti prikupljanja informacija, konstruktivnog rešavanja problema, motivacije da se pomogne drugima i spremnosti da se izraze sopstveni stavovi. To je povezano sa činjenicom da su odnosi među vršnjacima odnosi sa relativno jednakima, za razliku od odnosa sa odraslima, koji su uvek predstavnici autoriteta (Roeders, 2003).

Autorka Brodi (Brodie, 2010) ističe da je neophodan rad sa nastavnicima kako bi se oni obučili kako da podrže interakciju sa učenicima koji treba da diskutuju o svom rasuđivanju sa drugima. Kada učenici pokušavaju da stvore argument za svoje ideje, oni pomažu sebi i drugima da razjasne svoje mišljenje. Bitan aspekt interakcije u učionici koja pomaže korisnoj interakciji je razvoj normi u učionici, koje uključuju: od učenika se traži da obrazlože svoje rasuđivanje, od učenika se očekuje da slušaju tuđe ideje, nadovezuju se na njih i preispituju ih, učenici treba da izazivaju nastavnika i nastavnik treba da obrazloži svoje matematičko mišljenje (Brodie, 2010).

Inovacije u nastavi se definišu kao „smišljene, originalne, organizovane i specifične promene u nastavi ili pojedinim delovima nastavnih procesa za koje se smatra da će biti efikasnije od onoga što se prethodno činilo u organizaciji i izvođenju nastave i ostvarivanju njenih vaspitno – obrazovnih zadataka.“ (Pedagoški leksikon, 1996, str. 199). U nastavku, se naglašava: „Od suštinskog je značaja element novine, shvaćene široko, koji podrazumeva kombinovanje postojećih delova ili kvalitativnu razliku u odnosu na postojeće oblike, a i radi uvođenje odgovarajućih promena i poboljšanja.“ (Pedagoški leksikon, 1996, str. 199). Iako relativno stara definicija ona je dovoljno široka da obuhvati sve promene koje se događaju u nastavnom procesu, za razliku od nekih novijih shvatanja koja ponekad inovacije u nastavi sužavaju podrazumevajući pod njima samo uvođenje savremene tehnologije. Korišćenje informacione i komunikativne tehnologije (IKT) u nastavi se najčešće smatra inovacijama u nastavi i obrazovanju, mada je pravilnije inovacije shvatiti u širem smislu uvođenja bilo kakvih novina radi unapređenja procesa nastave i učenja. U tom smislu IKT se mogu smatrati inovacijama samo ako su u funkciji inovacije samog procesa učenja (Grupa autora, 2013).

Elektronsko učenje (e–učenje) podrazumeva učenje uz korišćenje savremenih elektronskih medija, koje se veoma razlikuje od učenja u tradicionalnoj učionici. Istraživanja pokazuju da se tokom poslednje decenije e–učenje veoma proširilo na različite sadržaje, iako još uvek nema dovoljno istraživanja o upotrebljivosti znanja stečenih na ovaj način (Tsai, 2016). Autor Tsai (Tsai, 2016) smatra da, pošto nove informacione tehnologije neprekidno napreduju, postoji mogućnost dizajniranja različitih vrsta sred-

stava i materijala za relevantno elektronsko učenje, ali i potreba da nastavnici usvoje i integrišu efikasne metode onlajn poučavanja u onlajn kurseve, uključujući elektronske igre i igre na društvenim mrežama kako bi motivisali učenike za učenje i poboljšali ishode učenja (Tsai, 2016). Opšta situacija pandemije COVID-19 aktualizovala je e-učenje, ne dajući priliku ni nastavnicima ni učenicima da se unapred pripreme za ovakav specifičan način učenja i poučavanja.

Autori Brej i Tengni (Bray & Tangney, 2017) su uradili sistematičnu analizu 139 studija o tehnološkim intervencijama u matematičkom obrazovanju, izabranih iz više od 2000 potencijalnih studija. Analiza nudi sintezu opštih karakteristika empirijskih istraživanja vezanih za korišćenje tehnologije u matematičkom obrazovanju. Analizirana istraživanja pokazuju da tradicionalan koncept učionice u kojoj je nastavnik u dominantnoj poziciji nije pogodan za korišćenje tehnologija na najbolji način. Da bi se stvorila sredina za korišćenje tehnologije u učionici potrebna je promena u pedagoškom pristupu i iskustvu učenja učenika, što najviše zavisi od ponašanja i mišljenja nastavnika. Međutim, praksa pokazuje da čak i kada nastavnici žele da integrišu inovacije u nastavu, nailaze na sistemske probleme, kao što su velika odeljenja i kratki časovi, čime se gubi smisao korišćenja tehnologija (Bray & Tangney, 2017).

Većina istraživanja uvođenja savremene tehnologije u nastavu je rađena u inostranstvu. Iz dostupne literature je poznato da se u Srbiji radi projekat „Aktivno učenje i aktivna nastava“, autora Ivana Ivića, Ane Pešikan i Slobodanke Antić (Ivić i sar. 2001). U svom priručniku autori prave poređenje između tradicionalne škole i aktivne škole koja je više usmerena na dete kao celovitu ličnost, a ne samo na učenika. Ukazuju na promene u osnovnim karakteristikama nastave počev od ciljeva, programa, osnovnih oblika nastave i učenja, tipa motivacije za učenje, načina ocenjivanja i uloge nastavnika. U vezi sa metodama učenja oni se, između ostalog, bave i stepenom i vrstom opreme koja se koristi u nastavi, pri čemu prave razliku u tome ko koristi opremu (učenik ili nastavnik) i kako se ona koristi (u koje svrhe). Autori stavljaju naglasak na aktivno smisaono učenje rešavanjem problema, učenje putem otkrića, divergenetno (stvaralačko) učenje, interaktivne (kooperativne) oblike učenja i timsku nastavu (Ivić i sar. 2001).

Mnogi autori ističu da je nastavnicima za korišćenje tehnologije u nastavi važno pružiti podršku da postanu svesni gde pronaći resurse, znajući da se pojedini tehnološki alati brzo menjaju. Potrebno je fokusirati se na pružanje širih znanja o fleksibilnim načinima razmišljanja o upotrebi tehnologije za podršku učenju, načinima na koje nastavnici mogu da ih pozicioniraju u nastavnom procesu i u kojoj meri pojedine aktivnosti učenika doprinose ostvarivanju određenih ciljeva učenja matematike (McCulloch, Hollebrands, Lee, Harrison & Mutlu, 2018).

Pored toga, postoje i druga znanja, veštine i kompetencije nastavnika koje su važne za korišćenje tehnologije u nastavi. U nacionalnom kontekstu prepoznato je da u digitalnom segmentu obrazovanja u fokusu treba da budu „samo one aktivnosti koje će doprineti da učenici razviju svoj potencijal u većoj meri nego što je u slučaju bez

primene digitalne tehnologije“ (Okvir digitalnih kompetencija – Nastavnik za digitalno doba 2019, 5). U tom smislu ističu se 24 digitalne kompetencije specifične za nastavničku profesiju koje su u dokumentu organizovane u šest oblasti koje obuhvataju digitalno okruženje, digitalne resurse, nastavu i učenje, ocenjivanje i praćenje napretka učenika, podršku nastavnicima i profesionalni angažman nastavnika. U dokumentu su istaknuta i sistematizovana znanja, veštine i kompetencije nastavnika kao ključnog faktora za adekvatnu pedagošku upotrebu digitalnih tehnologija u nastavi i za učenje.

Inovacije u nastavi i upotreba tehnologije

U školama, u svetu i kod nas, sve češće se koristi tehnologija u nastavi i učenju, ali se pojavljuju razlike u odnosu na to kako se ona koristi. U našoj zemlji na deklarativnom nivou postoji saglasnost o svrsi i smislu inovacija i korišćenju IKT u svrhu inoviranja nastave i učenja, dok se u praksi javljaju određeni problemi i razlike u shvaćanju i primeni inovacija. Nacionalni prosvetni savet Republike Srbije doneo je Smernice za unapređivanje uloge IKT u obrazovanju u okviru sistema osnovnog i srednjeg obrazovanja u Republici Srbiji, u kojima je formulisao 71 preporuku. Neke od njih su da se standardima kompetencija nastavnika moraju obuhvatiti i teorije učenja koje se odnose na učenje u onlajn okruženju i kreiranje multimedijalnih i digitalnih nastavnih materijala, da je neophodno stvoriti uslove da upotreba digitalnih tehnologija postane sastavni deo nastavne prakse u svim predmetima, obezbediti adekvatnu opremu i podršku školama za primenu digitalnih tehnologija u nastavi, pojam pismenosti posmatrati u najširem smislu, tako da obuhvati sve tipove pismenosti, uključujući i informatičku, informacionu, digitalnu i druge (Smernice za unapređivanje uloge informaciono-komunikacionih tehnologija u obrazovanju, 2013).

Autori Brej i Tengni (Bray & Tangney, 2017) su uradili sistematičnu analizu 152 intervencije iz 139 istraživačkih radova koji diskutuju empirijske studije u matematičkom obrazovanju poboljšanom tehnologijom. Intervencijom se u ovom radu smatra testiranje date tehnologije ili njene upotrebe za određenu svrhu. Prema rezultatima ove studije, u matematičkom obrazovanju postoji problem ugrađivanja matematike u smislen kontekst, iako je značaj toga prepoznat, što najčešće rezultira u bavljenju tradicionalnim računskim problemima sa tankom glazurom stvarnog sveta kroz translaciju u jednostavne probleme. Kao rezultat ovog uskog konteksta, nedostatka naglaska na rešavanju problema i očitog naglaska na učenju rutina i algoritama, učenicima nedostaju veštine primene matematičkog obrazovanja u svim sem u već poznatim kontekstima. Korišćenje digitalnih tehnologija u matematičkom obrazovanju ima kapacitet da reši taj problem jer učenicima otvara različite puteve konstruisanja i učešća u matematičkom znanju, stavljajući predmet u autentičan kontekst i vraćajući učenicima sredstvo koje daje smisao. Moderne tehnologije mogu povećati kontekstualnost i staviti naglasak na praktičnu primenu matematike, kroz modelovanje, vizualizaciju, manipulaciju i prikaze kompleksnih situacija (Bray & Tangney, 2017).

Ista studija pokazuje da korišćenje digitalnih tehnologija sa konstruktivističkim pristupom ima kapacitet da olakša realistične, kolaborativne i pristupe poučavanju i učenju kroz rešavanje problema, i da koherentnost i kontekst matematici. Da bi se to ostvarilo potrebno je staviti naglasak na korišćenje tehnologije u situacijama koje se ne mogu završiti bez nje. Na osnovu analiziranih radova, ispostavlja se da je pozitivan efekat tehnologije na učenje bio najjači kada se kombinovao sa konstruktivističkim pristupom, baziranim na timskom radu i projektima, i nestandardnim metodama ocenjivanja. Trenutni načini ocenjivanja u većini zemalja stavljaju naglasak na rutinske veštine, a ne na veštine rešavanja problema, kreativnost i donošenja odluka, što bi moglo biti olakšano interaktivnom, komunikativnom i pristupačnom prirodom tehnologije. Da bi se ostvarila uspešna promena metoda poučavanja i učenja, nastavnicima su potrebni izvori, praktični primeri i podrška kolega i uprave. (Bray & Tangney, 2017).

Pomenutom studijom je istraživani veliki broj različitih tipova tehnologija u različitim okruženjima i sa različitim planovima i programima. Pokazalo se da iako postoje inovativne prakse, spoznajni potencijal tehnologije da unapredi iskustvo učenja generalno se ne koristi u učionici. Tehnologija se više koristi u oblastima koje se mogu naučiti bez nje. Može se zaključiti da ako je svrha zadataka da poveća učeničke veštine u postojećoj formi ocenjivanja, onda je svrha tehnologije da ostvari unapređenu, ne obavezno različitu, verziju onoga što je bilo ranije. Da bi se radikalno promenilo dominantno pravilo korišćenja tehnologije u učionici treba promeniti fokus sa visoke orijentisanosti ka ocenjivanju i pritisaka plana i programa povezanih sa tim. Radovi korišćeni u studiji uglavnom su izvestili o pozitivnom ishodu korišćenja tehnologije u nastavi matematike. Obzirom da je mali broj longitudinalnih studija, može se zaključiti da, iako su bila uspešna u kratkom periodu, opisana iskustva ne moraju dugoročno biti jednako uspešna. Studije obuhvaćene istraživanjem pokazuju da su nastavnici najviše pod uticajem drugih nastavnika i traže praktične primere aktivnosti i zadataka koji su izvodljivi sa njihovim izvorima. Zbog toga, mnoga inovativna korišćenja tehnologije opisana u istraživačkim projektima ostaju na periferiji generalne upotrebe i ne prelaze u svakodnevnu praksu rada u učionici (Bray & Tangney, 2017).

Iako postoje velika raznolikost empirijskih istraživanja korišćenja tehnologije u matematičkom obrazovanju, ishodi korišćenja ne dolaze do ostvarenja potencijala za transformisanje iskustva učenja. Veliki broj učenika i nastavnika učestvuje u kreativnom korišćenju tehnologija svakodnevno, ali manje ih koriste u edukativnom kontekstu, a više ih koriste za jednostavno poboljšanje tradicionalne prakse. Digitalne tehnologije imaju potencijal da otvore nove puteve za učenike, za konstrukciju i razumevanje matematičkog znanja i nove pristupe rešavanju problema. Ovo zahteva promenu u pedagoškom pristupu u učionici u smislu učeničkog učešća u učenju, koje zahteva podršku nastavnicima i strukturiran pristup baziran na održivom i pouzdanom istraživanju. Primeri opisani u literaturi se razvijaju, najčešće oslanjajući se na asistenciju istraživačkog tima da ih unesu u praksu, ali kada istraživači odu, nastavnici su ostavljeni sa svojim uređajima. Stoga, mnogo interesantnih obrazovnih tehnoloških

inovacija ostaje na periferiji prakse i ne mogu ući u glavni tok svakodnevnog rada sa učenicima (Bray & Tangney, 2017).

Postoje istraživanja kojima je cilj da pokažu konkretne efekte uvođenja inovacija za razliku od tradicionalne nastave, a primer jednog takvog istraživanja je istraživanje čiji je cilj da se otkrije uticaj desetonedelnog redovnog matematičkog poučavanja obogaćenog Number Navigation Game (NNG), odnosno okruženjem za učenje zasnovanom na igri, na razvoj prilagodljivog znanja o brojevima, aritmetičkog znanja i prealgebarskog znanja učenika osnovne škole (Brezovszky et al. 2019). Istraživanje je, takođe, ispitalo vezu između rezultata igre i ishoda matematičkog učenja. Rezultati istraživanja su pokazali da poučavanje sa NNG daje bolje rezultate nego tradicionalno poučavanje u razvoju prilagodljivog znanja učenika o brojevima i matematičkog znanja, ali ne i prealgebarskog znanja. Takođe, pokazalo se da su učenici koji su imali više prakse u igranju NNG imali više koristi od igre u matematičkom učenju. NNG je prvo okruženje za učenje zasnovano na igri, direktno fokusirano na proširivanje prilagodljivog aritmetičkog znanja i veština, kojem je bilo teško da pruži podršku tradicionalnom poučavanju. Istraživači su zaključili da bi NNG mogao biti fleksibilan alat za razvijanje kompleksnih matematičkih znanja i veština u nastavi u kojoj se neguje naturalistički pristup. Promovisanjem prilagodljivog znanja učenika o brojevima, NNG je vredan pedagoški alat za podršku razvoja fleksibilnog i prilagodljivog rešavanja matematičkih problema. Ovaj tip podrške može imati dugoročnu vrednost u matematičkom razvitku učenika tokom učenja algebre (Brezovszky et al. 2019).

Autor Tal (Tall, 1998) piše da su informacione tehnologije ovde da bi ostale i da edukatori moraju da se pomire sa njihovom upotrebom. U isto vreme, treba da razviju razumevanje tehnoloških procesa koji omogućavaju koherentne procene najboljeg korišćenja novih tehnologija. Po njegovom mišljenju, kombinacija percepcije, akcije i refleksije pomaže formulisanju pogleda na kognitivni razvoj. Kao primer navodi učenike koji ne prave dovoljno odgovarajućih mentalnih povezivanja, te im je mnogo teže da rešavaju zadatke, mogu da rešavaju problem samo u ograničenom kontekstu i ne razvijaju dugoročne povezanosti kako bi mogli da razmišljaju o komplikovanim idejama. Takvi učenici mogu imati koristi od vizuelnog, grafičkog pristupa, koji im može povećati samopouzdanje, jer mogu da naprave smisao od nečega, ali im je neizmereno teško da naprave smisao od simbolizma i povežu ga sa vizuelnim idejama. Uloga edukatora je, ne samo da poučavaju procedurama već i fleksibilnim vezama između različitih načina posmatranja procesa i koncepta (Tall, 1998).

Uvođenje inovacija – zajednička odgovornost

Autorka Brodi (Brodie, 2010) u svojoj knjizi o poučavanju matematičkom rasuđivanju u srednjoj školi tvrdi da umešnost u rasuđivanju zahteva pet međusobno povezanih niti: razumevanje koncepta, proceduralnu tečnost, strateške kompetencije, prilagodljivo rasuđivanje i produktivnu dispoziciju. Sve one su važne, međusobno

povezane, a prilagodljivo rasuđivanje ih sve uzajamno povezuje. Centralno u prilagodljivom rasuđivanju je obrazlaganje tvrdnji i razvoj argumenata. Svoje shvatanje temelji na konstruktivističkim, društveno-kulturnim i situacionim teorijama kognitivnog razvoja i učenja. Sve ove teorije se slažu u tome da je grupni rad koristan pedagoški pristup, zatim ohrabrivanje učenika da pričaju o svojim idejama međusobno, što je veoma važan proces, kao i ohrabrivanje učenika da zapisuju različite verzije svog mišljenja (Brodie, 2010).

Posebno naglašava da individualno rasuđivanje učenika treba shvatiti ozbiljno i težiti da se poveže sa prihvaćenim matematičkim rasuđivanjem. Dozvoliti učenicima da izražavaju svoje ideje u nastavi može dovesti do različitih načina razmišljanja i pomoći poučavanju učenika da svačije mišljenje može doprineti razvoju znanja. Pri tom mogu da se jave najmanje dve dileme, jedna je kako prevazići raskorak između sadašnjeg znanja učenika i znanja koje treba da usvoje, dok je druga kako prevazići suprotnost između učenika individualaca i odeljenja. Prva dilema je vezana za to kako poštovati integritet mišljenja učenika, a istovremeno i integritet nauke koju treba da nauče, ona se najviše manifestuje u situacijama kada učenici greše. Po mišljenju autorke Brodi (Brodie, 2010), potrebno je sve učeničke ideje posmatrati ozbiljno i vešto kontrolisati diskusiju, tako da se dobije maksimalno učešće svih učenika, a istovremeno da se razviju naučne ideje.

Autorka Brodi (Brodie, 2010) koja je istraživala poučavanje matematičkom rasuđivanju na osnovu sopstvenih istraživanja kao i analize istraživanja drugih autora zaključuje da se prilikom promene pristupa nastavi i poučavanju nastavnici ne promene ili se promene samo retorički, a ne i u praksi. Po mišljenju iste autorke, važnije je pričati o onome šta su nastavnici uspeali da urade, čak i kada su uspesi mali. Promena je konstantna interakcija između sadašnjih i budućih pozicija učenika i nastavnika. Ciljevi i smerovi promene napreduju tokom vremena. Promena poučavanja zahteva da se ona nastavlja i transformiše, tako da je ona spor, nepodjednak proces koji je različit za različite nastavnike. Da bi unapredili praksu, nastavnici moraju prepoznati promene koje su se desile i koje tek treba da se dese (Brodie, 2010).

Sprovedeno je istraživanje u kome je u osnovnim školama uveden novi kurikulum matematike, za čiju primenu su nastavnici bili posebno obučeni, a zatim su praćeni efekti njegove primene na nastavnike i učenike (Polly et al. 2015). Ova studija je dala empirijski dokaz da profesionalni razvoj nastavnika koji je sveobuhvatno fokusiran na nastavne metode, matematičke koncepte i standarde otvorenog sadržaja dovodi do povećanja matematičkog znanja nastavnika, kao i da je povećanje matematičkog znanja nastavnika povezano sa povećanjem učeničkog znanja. Rezultati su pokazali da program profesionalnog razvoja nastavnika koji naglašava nastavne metode poučavanja matematike u čijem je centru učenik i matematički kurikulum baziran na reformi, dovodi do povećanja aktivnog korišćenja nastavnih metoda u čijem centru je učenik, u praksi rada nastavnika (Polly et al. 2015).

Profesionalni razvoj nastavnika se definiše kao struktuirano profesionalno učenje koje rezultira promene u praksi nastavnika i poboljšanje ishoda učenja učenika (Darling-Hammond, Hylar & Gardner, 2017). Na osnovu istraživanja opsežne literature, ovi autori su izdvojili karakteristike efikasnog profesionalnog razvoja. Po njihovom mišljenju takav razvoj treba da bude usmeren na razvoj nastavnog programa specifičnog za određenu oblast nauke ili pismenosti, da uključuje aktivno učenje, podržava saradnju, koristi modele efikasne prakse, pruža obuku i stručnu podršku, nudi povratne informacije i razmišljanje i ima trajne efekte. Takođe, ispituju profesionalne zajednice učenja kao model profesionalnog razvoja nastavnika.

Međunarodni trendovi u razvoju i unapređenju obrazovanja pokazuju premeštanje fokusa sa tradicionalnog pristupa usmerenog na nastavnika ka pristupu u čijem središtu se nalazi učenik. To znači da danas u fokusu nije isključivo nastava već pitanje šta se od učenika očekuje da umeju da rade nakon završenog programa, odnosno koje kompetencije će moći da razviju u procesu nastave. Posebni naponi se ulažu da pored definisanja kompetencija, jasno budu formulisani načini na koje se one mogu pratiti, proveriti i oceniti. Od suštinske važnosti je pri tom da se ishodi učenja povežu sa nastavnim aktivnostima i aktivnostima učenja i provere znanja (Kennedy, 2011). Dodatno, za unapređenje efikasnosti i efektivnosti obrazovanja vezuje se pitanje uspostavljanja njegove povezanosti sa zajednicom. S jedne strane, to podrazumeva korišćenje resursa lokalne zajednice u procesu obrazovanja, a sa druge, usklađenost obrazovanja sa potrebama određene lokalne zajednice (Ivić i sar. 2001).

Može se zaključiti da uvođenje inovacija u sistem obrazovanja nije moguće bez kompetentnih nastavnika kojima je za to neophodna široka podrška. Pored organizovanja njihovog kontinuiranog stručnog i pedagoškog obrazovanja koje u velikoj meri zavisi i od lične motivacije nastavnika, potrebna je i sistemska podrška nastavnicima, kao i vaspitno-obrazovnim institucijama. U Smernicama za unapređivanje uloge IKT u obrazovanju date su preporuke koje su razvrstane po visini prioriteta, kao i po nivoima opštosti, što upućuje na zajedničku odgovornost na svim nivoima, na nivou strategije razvoja, na nivou obrazovnih institucija i na nivou nastavne prakse (Smernice za unapređivanje uloge informaciono-komunikacionih tehnologija u obrazovanju, 2013).

Savremene tehnologije i razvoj kreativnosti i kritičkog mišljenja

Budući da se kontinuirano raspravlja o efikasnom oblikovanju okruženja za e-učenje i efikasnim metodama poučavanja, istraživači na polju e-učenja i onlajn nastave sugerišu da bi nastavnici mogli da integrišu druge inovativne metode poučavanja u onlajn kurseve (Tsai, 2016). U ovom radu koristi se definicija Nacionalnog prosvetnog saveta RS da je e-učenje (elektronsko učenje) „primena informaciono-komunikacionih tehnologija u procesu nastave/učenja u cilju unapređivanja nastavnog procesa“ (Smernice za unapređivanje uloge informaciono-komunikacionih tehnologija u obrazovanju, 2013, 14). Jedno od sprovedenih istraživanja (Tsai, 2016) pokazalo je da

kada se prilagodi upotreba digitalnog sistema učenja kognitivnim stilovima učenika dobijaju se slični rezultati bez obzira na različitost stilova učenja, što govori u prilog potrebi prilagođavanja tehnologije različitim stilovima učenja učenika. Takođe, isti autor izveštava o istraživanju koje je sprovedeno u kome su korišćene šaljive slike za nagrađivanje tačno urađenih zadataka od strane učenika tokom onlajn obuke. Rezultati ovog istraživanja su pokazali da su šaljive slike izazivale kod učenika pozitivne emocije, kao i povećanje nivoa opuštenosti i pažnje. Time je dokazano da zajedničko učenje putem interneta povećava njegovu efikasnost na zadovoljstvo učenika. Isto tako, interakcija između nastavnika i učenika, tokom e-učenja ima pozitivan uticaj na učenje i rezultate učenja učenika (Tsai, 2016).

Sprovedeno je istraživanje doprinosa novih tehnologija učenju matematike otkrivanjem novih načina na koje elektronske biblioteke i internet izvori informacija mogu postati relevantni jednom kada učenik uspešno prođe kroz program obrazovanja potpomognutog računarima (Costica, 2014). Takođe, u istom istraživanju bavili su se pitanjem kako se matematička znanja mogu srediti, učvrstiti, primenjivati i vrednovati, uz korišćenje novih tehnologija, koje će dovesti do razvoja kognitivnih veština kod učenika u rešavanju problema. Rezultati istraživanja pokazuju da su učenici koji su poučavani uz pomoć računara pokazali tendenciju da nauče više u kraćem roku. Učenici su mogli da identifikuju specifične izvore uz pomoć kojih mogu da pronađu informacije o različitim predmetima. Učenici su otkrili da korišćenje tehnologije za postizanje matematičkog obrazovanja sa ciljem izgradnje mentalne operacije i omogućavanje kreativnog učenja zasnovanog na projektima dovodi do izgradnje kognitivnih veština i razvoja pogodnog ponašanja u pristupu rešavanja matematičkih problema. Takođe, može motivisati učenike koji ne vole školu, a nastavnici su primorani da promene svoje stavove u vezi sa planiranjem aktivnosti (Costica, 2014).

Rezultati pomenutih empirijskih istraživanja su nedvosmisleno pokazali da e-učenje daje pozitivne efekte onda kada se tehnologija primenjuje zajedno sa drugim inovacijama, kao što su: problemsko učenje, projektno učenje, učenje istraživanjem, timski rad učenika i bogata interakcija nastavnik – učenik (Costica, 2014; Tsai, 2016). Savremena pedagogija polazi od shvatanja da učenik u školi ne može i ne treba da nauči sva znanja koja će mu trebati u životu, već je zadatak škole da učenike nauči kako da pronađu korisne informacije, drugim rečima, naučiti ih kako da uče (Koludrović i Reić Ercegovac, 2010). Otuda je podsticanje kreativnih potencijala učenika, posebno kreativnog mišljenja u nastavi, jedno od ključnih obeležja savremene nastave u svetu i kod nas.

Autor Pol (Paul, 2012) razmatra odnos između kreativnosti i kritičkog mišljenja. On konstatuje da su ta dva pojma dugo tumačena kao dva suprotna pola, jer se kreativnost oslanja na intuiciju, dok se kritičko mišljenje zasniva na racionalnim dokazima. To smatra neopravdanim i ukazuje da su ta dva pojma uzajamno povezana i da se jedan na drugoga naslanjaju. Ono što je zajedničko kreativnosti i kritičkom mišljenju je da su oba procesi svrsishodnog mišljenja koje rešava probleme i daje odgovarajuće ishode (Paul, 2012).

U već pomenutom istraživanju autorke Brodi (Brodie, 2010) kao ključni aspekt istraživanja se pokazao rad sa učeničkim greškama. Kada se u procesu nastave i učenja pojave greške učenika one su odmah vidljive i zabrinjavajuće za nastavnike, pa je važno naučiti raditi sa njima kao mogućnostima za novo učenje i podsticanje razvoja kritičkog mišljenja. Istraživanje pokazuje veliki značaj konverzacije u nastavi koju mora da započne nastavnik i da da učenicima konverzacijski i konceptualni alat za međusobnu diskusiju i interakciju. Takođe, nastavnici treba da sumiraju ili daju povratnu informaciju na odgovore učenika. Obrazlaganje sopstvenog mišljenja, u ovom slučaju matematičkog, ključni je element rasuđivanja koji omogućava povezivanje različitih ideja i delova argumenata za davanje dokaza tvrdnji i razvijanje novih ideja. Istraživanje je pokazalo da je za nastavnike bilo veoma izazovno pružanje podrške nekim učenicima da izraze svoje matematičko mišljenje. Autorka smatra da je teško podržati učenike da učestvuju u višim nivoima matematičkog mišljenja, ali da nastavnici to mogu da nauče da rade za šta im je potrebno vreme i podrška (Brodie, 2010).

Zaključak

Možda je najvažniji rezultat do koga su došla empirijska istraživanja, da korišćenje savremene tehnologije daje pozitivne efekte samo onda kada se koriste zajedno sa drugim inovacijama u nastavi (timski rad, projektno učenje, učenje istraživanjem i drugi). To je povezano i sa generalnim razumevanjem smisla inovacije u nastavi, koje ne bi smelo da se svodi samo na korišćenje tehnologije. Iako su istraživanja pokazala da upotreba računara u nastavi povećava performanse učenika, vodi boljem učenju i usvajanju znanja među učenicima i dovodi do boljih rezultata na matematičkim testovima, pogrešno je hvaliti se da imamo savremene učionice kada su one pune IT uređaja (Ferraro, 2018). Sami uređaji nisu dovoljni, nego je ključno da se oprema stavi u funkciju nastave i učenja. Otuda, savremene tehnologije u nastavi i učenju su one koje omogućavaju različite načine učenja, u kojima učenici mogu da biraju kada i kako će raditi, u malim grupama, individualno ili svi zajedno, što podrazumeva da veoma brzo mogu da pomere stolove i stolice i da imaju osmišljenu podršku nastavnika u takvom radu (Roeders, 2003).

Generalno, potrebno je u većoj meri naglasiti uvođenje inovacija za unapređivanje nastave i učenja i učenje usmereno na inovacije, kako bi se omogućilo učenicima da stiču aktivna iskustva u učenju uz primenu tehnologije. Neophodno je prevazilaženje tradicionalnih shvatanja i usvajanje pojma i principa nastave koja će biti orijentisana na učenje koje će biti smisljeno, ne samo nastavnicima, nego i učenicima. U vezi s tim, dostupna je literatura koja povezuje inovacije u nastavi, podržane savremenom tehnologijom, a koje podstiču učenje zasnovano na igri i istraživanjima učenika, aktivnom učenju i projektnoj nastavi. To podrazumeva i osmišljenu podršku nastavnicima za uvođenje inovacija, kao i podršku roditelja i lokalne zajednice. Da bi u školama došlo do trajnih sistemskih promena neophodno je da nastavnici imaju podršku koja

će biti stručna, kvalitetna, ali i dovoljno fleksibilna da uvaži specifičnosti svake škole i lokalne zajednice, ali i svakog nastavnika. Povezivanje sa zajednicom se može shvatiti slojevito, generalno, svrha školovanja je da učenike pripremi da budu uspešni u budućnosti, a za to im je potrebno da se učenje i nastava oslanjaju na lokalne obrazovne potencijale, koji često nisu iskorišćeni u našim školama. Kako kod nas još uvek nisu iskorišćeni svi resursi lokalne zajednice, potrebno je da se povezivanje obrazovanja sa zajednicom dalje proširuje i produbljuje u svim pomenutim pravcima.

E-učenje je takođe primenljivo u celoživotnom obrazovanju, te se danas mogu pronaći iskustva u primeni ovog oblika učenja, ne samo u radu sa učenicima, nego i u celoživotnom obrazovanju nastavnika. U našoj zemlji, kao i u većini zemalja gde su škole zbog pandemije bile primorane da pređu na e-učenje, postoje određena iskustva, kako u poučavanju učenika, tako i u primeni onlajn obuka za celoživotno obrazovanje nastavnika. Bilo bi korisno ta iskustva sakupiti, sistematizovati i uporediti efekte sa efektima istog u drugim zemljama.

Za razliku od prevaziđenog shvatanja da je kreativnost privilegija samo retkih pojedinaca, danas je prihvaćeno mišljenje da je kreativnost opštjeljudski potencijal i potreba, koja može da se ispolji u svim oblastima života, učenja i izražavanja. Otuda je jedno od ključnih pitanja savremene pedagogije kako obezbediti pogodne uslove za razvoj kreativnosti i kritičkog mišljenja učenika. U vezi sa ovim, mogu biti veoma dragocena iskustva koja se mogu pročitati u literaturi, kao na primer, rad sa učeničkim greškama i generalno, posvećivanje više pažnje davanju povratnih informacija na odgovore učenika, kao podsticaj na obrazlaganje svojih ideja i argumenata, povezivanje različitih ideja, davanje dokaza tvrdnjama i razvijanje novih ideja (Brodie, 2010). Da bi to bilo ostvarivo u praksi nije dovoljno osloniti se na individualne osobenosti, kompetencije i motivaciju pojedinih nastavnika, već je potrebna veća systemska podrška nastavnicima. Podršku je potrebno pružiti na nivou strategije razvoja, na nivou obrazovnih institucija i na nivou nastavne prakse.

MODERN TECHNOLOGIES AND MODERN TEACHING METHODS IN THE FIELD OF MATHEMATICS EDUCATION

Abstract

Modern technologies are an integral part of modernizing teaching activity, yet to improve it, it is necessary to use them together with other innovations, such as teamwork, active learning, research-based learning, and others. Firstly, the paper determines the meanings of certain basic concepts relevant to the topic. Then, the connection and interrelation of the use of technology and the introduction of innovations in teaching activity are considered. A part of the paper is dedicated to experiences that speak in favor of the fact that the introduction of innovations is not only the teachers'

responsibility but is conditioned by the institutional context, as well as wider social context. The paper also discusses the impact of modern technology on the development of pupils' creativity and critical thinking. The author advocates overcoming traditional beliefs and introducing innovations in teaching, which will be supported by modern technology, and which encourage learning based on play and research, active learning, and project-based learning. Therefore, it is not enough to rely on the individual characteristics, competencies, and motivation of specific teachers, but greater systemic support for teachers is needed.

Keywords: teaching improvement, innovations, technology, teacher support

Literatura

- Bray, A. & Tangney, B. (2017). Technology usage in mathematics education research – A systematic review of recent trends, *Computers & Education*, 114, 255 – 273.
- Brezovszky, B., McMullen, J., Veermans, K., Hannula-Sormunen, M.M., Rodriguez-Aflecht, G., Pongsakdi, N., Laakkonen, E. & Lehtinen, E. (2019). Effects of mathematics game-based learning environment on primary school students' adaptive number knowledge, *Computers & Education*, 128, 63 – 74.
- Brodie, K. (2010). *Teaching mathematical reasoning in secondary school classrooms*, Springer New York Dordrecht Heidelberg London.
- Costica, L. (2014). The contribution of the new technologies to learning mathematics, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 128, 240 – 245.
- Darling-Hammond, L., Hyler, M. E. & Gardner, M. (2017). *Effective Teacher Professional Development*. Palo Alto, CA: Learning Policy Institute.
- Ferraro, S. (2018). Is information and communication technology satisfying educational needs at school? *Computers & Education*, 122, 194 – 204.
- Grupa autora, (2013). *Nastava orijentisana na učenje*, Solun, Grčka, Centar za demokratiju i pomirenje u jugoistočnoj Evropi.
- Ivić, I., Pešikan, A. i Antić, S. (2001). *Aktivno učenje 2*. Beograd, Institut za psihologiju.
- Kennedy, D. (2011). *Pisanje i upotreba ishoda učenja*, Beograd, Tempus kancelarija u Srbiji.
- Koludrović, M. i Reić Ercegovac, I. (2010). Poticanje učenika na kreativno mišljenje u suvremenoj nastavi, *Odgojne znanosti*, 12(2), 427 – 439.
- McCulloch, A.W., Hollebrands, K., Lee, H., Harrison, T. & Mutlu, A. (2018). Factors that influence secondary mathematics teachers' integration of technology in mathematics lessons, *Computers & Education*, 123, 26 – 40.
- Okvir digitalnih kompetencija-Nastavnik za digitalno doba 2019*. (2019) Beograd, Zavod za unapređivanje obrazovanja i vaspitanja, Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja i Zavod za vrednovanje kvaliteta obrazovanja i vaspitanja.

- Paul, R. W. (2012) *Critical Thinking: What Every Person Needs To Survive in a Rapidly Changing World*, Tomales, California, Foundation for Critical Thinking.
- Pedagoški leksikon* (1996). Beograd, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.
- Polly, D., McGee, J., Wang, C., Martin, C., Lambert, R. & Pugalee, D.K. (2015). Linking professional development, teacher outcomes, and student achievement: The case of a learner-centered mathematics program for elementary school teachers, *International Journal of Educational Research*, 72, 26 – 37.
- Roeders, P. (2003). *Interaktivna nastava*. Beograd, Institut za pedagogiju i andragogiju Filozofskog fakulteta.
- Smernice za unapređivanje uloge informaciono-komunikacionih tehnologija u obrazovanju* (2013), Beograd, Nacionalni prosvetni savet Republike Srbije.
- Tall, D. (1998). Information Technology and Mathematics Education: Enthusiasms, Possibilities & Realities. In C. Alsina, J. M. Alvarez, M. Niss, A. Perez, L. Rico, A. Sfard (Eds), *Proceedings of the 8th International Congress on Mathematical Education*, Seville: SAEM Thales, 65–82.
- Tsai, C-W. (2016). Research Papers in Online Learning Performance and Behaviour, *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 17(1).