

ZNAČAJKE UČINKOVITE POČETNE NASTAVE MATEMATIKE: SUSTAVNI PREGLED LITERATURE

SAŽETAK

Kako bismo odredili značajke učinkovite nastave matematike na temelju sustavnog pregleda literature, izabrali smo 19 učinkovitih eksperimentalnih i kvaziekperimentalnih istraživanja koja su pokazala pozitivne rezultate učenja učenika iz matematike i proveli smo kvalitativnu analizu tih studija. Istraživanja su se odnosila na početnu nastavu matematike. Na temelju provedene analize utvrdili smo kako je važno primijeniti širi spektar značajki učinkovite nastave. Time se može postići da nastava postane dinamičnija i prilagođenija različitim mogućnostima i interesima učenika. Kako bi se ostvarile promjene u nastavi matematike, potrebno je učenicima omogućiti samostalno izgrađivanje znanja na temelju vlastite aktivnosti i iskustva u rješavanju problemskih zadataka koji ih potiču na zaključivanje i primjenu naučenog u svakodnevnom životu.

Glavne riječi: eksperimentalna istraživanja, početna nastava matematike, promjene u nastavi matematike, sustavni pregled literature, značajke učinkovite nastave matematike

1. UVOD

Učinkovita nastava matematike podrazumijeva učeničko aktivno sudjelovanje u procesu učenja te pozitivno utječe na rezultate učenika iz matematike. Različita istraživanja pokazala su kako su nastavnici i njihove metode podučavanja ključni u stvaranju prilika za uspjeh svakog učenika (Baier i sur., 2019; Hattie, 2012; Kunter i sur., 2013). S obzirom na to, identifikacija efikasnih pristupa u nastavi matematike bila je i ostaje predmet intenzivnih akademskih istraživanja (Floden, 2001). Učenici koji su izloženi visokokvalitetnoj nastavi postižu znatno bolje rezultate u usporedbi s učenicima koji pohađaju nastavu niže kvalitete (Pellegrini i sur., 2021). Ako je cilj sustavno poboljšanje matematičkog obrazovanja, neophodno je istražiti koje karakteristike učinkovite nastave matematike najviše pridonose učeničkim postignućima. Takvo znanje može doprinijeti oblikovanju pedagoških praksi koje ne samo da doprinose učenju matematike, već potiču sveukupni intelektualni i emocionalni razvoj učenika.

1.2. Značajke učinkovite nastave matematike

Nastava je matematike učinkovita kada promiče učenje učenika. Jukić Matić i sur. (2020) identificirali su značajke koje se odnose na *uvažavanje učeničkog predznanja, korištenje zadataka koji promiču zaključivanje i rješavanje problema, izgrađivanje proceduralnog znanja iz konceptualnog razumijevanja, korištenje tehnologije, suradničko učenje, povratne informacije*, jasno određivanje matematičkih ciljeva, višestruko prikazivanje matematičkih sadržaja, izlaganje učenika uobičajenim miskoncepcijama i pogreškama te vođenje smislene matematičke rasprave. U ovom radu usmjerili smo se na prvih šest značajki (označene kosim slovima) koje su bile zastupljene u analiziranim radovima.

Predznanje učenika neizbježno je za ostvarivanje učinkovite nastave, a povezano je s postavljenim ciljevima učenja. Nova znanja moraju se nadograditi na postojeća i usvojiti kroz pomno planirane nastavne aktivnosti (Anthony i Walshaw, 2009). Učitelji moraju znati s kojim

znanjem učenici raspolažu jer ako ne uspijevaju identificirati učeničko predznanje vjerojatno će postaviti prenisoka ili previsoka očekivanja za njih (Hattie, 2017).

Za ostvarivanje učinkovite nastave učenike treba poticati na rješavanje izazovnih zadataka koji: a) omogućuju donošenje odluka; b) uključuju učeničko ispitivanje pretpostavki, dokazivanje, objašnjavanje, promišljanje, tumačenje; c) potiču učenike na raspravu i matematičku komunikaciju; d) ohrabruju originalnost i otkrivanje; e) potiču pitanja „što ako?“ i „što ako ne?“ te e) sadrže priliku za iznenađenje (Jukić Matić i sur., 2020). Kaasila i Pehkonen (2009) smatraju da bi nastava usmjerena na rješavanje problema trebala biti što češće organizirana. Odnosno, učenike treba podučiti kako rješavati problemske zadatke (Apriani i sur., 2024). Pri tome učitelji organiziraju poticajno okruženje za učenje, odabiru i konstruiraju problemske zadatke i pomažu učenicima riješiti ih. U učionicama u kojima se ostvaruje učinkovita nastava prevladava ozračje u kojemu se učenici spremni na rizik i osjećaju se sigurno istražiti alternativne strategije pomoću kojih mogu, ali ne moraju doći do rješenja problema (Suurtamm, 2015). Osim toga, dobro je ohrabriti i učenike na postavljanje problemskih zadataka (Cai, 2022).

Važno je postići u nastavi matematike da učenici razvijaju konceptualno razumijevanje, a ne samo da nauče rabiti matematičke procedure (Rittle-Johnson, 2019). Hussein i Csikos (2023) definiraju konceptualno znanje kao razumijevanje temeljne strukture matematike te odnosa i međupovezanosti ideja koje daju značenje matematičkim postupcima. Učenici trebaju znati koji je postupak najprikladniji i najproduktivniji u danoj situaciji, što se s određenim postupkom postiže te kakve rezultate mogu očekivati. Oslanjanje samo na proceduralno znanje bez razumijevanja njegove matematičke osnove često dovodi do netočnih i bizarnih rezultata. Proceduralno znanje bez konceptualnog razumijevanja vrlo je krhko jer se postupci brzo zaboravljaju ili se pamte neadekvatno (Bosse i Bahr, 2008). U istraživačkoj zajednici postoji konsenzus da je u nastavi matematike potrebno rabiti obje vrste znanja (Rittle-Johnson i Schneider, 2015; NCTM, 2014).

Suradničko učenje također čini važnu dimenziju učinkovite nastave matematike (Kyndt i sur., 2013). Ono uključuje pozitivnu međuovisnost, interakciju među učenicima, podjelu odgovornosti i razvoj socijalnih vještina (Brüning, Saum, 2008; Ramani, Eason, 2015). Suradničko učenje doprinosi većim matematičkim postignućima učenika nego natjecanje i individualno učenje (Johnson i Johnson, 1990).

Ako učitelji pružaju povratne informacije o uspješnosti učenja, vjerojatnije je da će postavljene ciljevi biti postignuti (Hattie, 2009). Povratne informacije pomažu učiteljima u odluci što će dalje podučavati, a učenicima pružaju informacije o tome što razumiju i što još trebaju naučiti. Na povratnim informacijama se temelji formativno vrednovanje (Frey i Fisher, 2011) koje podrazumijeva reagiranja na učenje tijekom učenja tako da se ono može unaprijediti prije nego bude prekasno (Hattie i Clark, 2019). Prema Wiggins (2016) učinkovita povratna informacija je usmjerena na ciljeve, konkretna je i transparentna, primjenjiva, prijateljska, pravovremena, kontinuirana i dosljedna. Povratna informacija ima pozitivan učinak na učenje matematike osim ako je usmjerena na osobnost učenika ili ako stvara kognitivni nesklad (Fyfe i Brown, 2018). Pružanje kvalitetne povratne informacije doprinosi angažmanu i motivaciji učenika. Ona omogućava učenicima da brzo prepoznaju i isprave svoje pogreške, što im pomaže da brže napreduju u procesu učenja (Walid i sur., 2022).

Na kraju, treba istaknuti uporabu digitalne tehnologije u nastavi matematike (Cullen i sur., 2020). Iako je tehnologija u nastavi matematike vrlo korisna, ona ne jamči duboko razumijevanje matematičkih sadržaja ako se ne rabi na odgovarajući način. Tehnologija se mora koristiti prije svega kao podrška učenicima u učenju matematičkih pojmova, odnosa i postupaka, a ne kao zamjena za učeničko mišljenje (Spangler i Wanko, 2017). Dakle, adekvatna uporaba tehnologije može pridonijeti razumijevanju matematičkih pojmova, a pomoću nje učenik može dobiti brzo, pouzdano i potpunu povratnu informaciju (Blundell, 2021; Břrte et al., 2023).

2. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja bio je odrediti zastupljenost te način primjene značajki učinkovite početne nastave matematike u izabranim eksperimentalna i kvaziekperimentalna istraživanjima. Kako bi to ostvarili proveli smo sustavni pregled literature što podrazumijeva analizu rezultata već objavljenih istraživanja iz relevantnih elektroničkih bibliografskih baza podataka (Kugley i sur., 2017; Petticrew, Roberts, 2006; Siddaway i sur., 2019). U skladu s tim pokušali smo odgovoriti na sljedeća istraživačka pitanja:

1. Koje su značajke učinkovite početne nastave matematike prisutne u izabranim (kvazi)eksperimentalnim istraživanjima?
2. Kako se utvrđene značajke primjenjuju u početnoj nastavi matematike?

Kako bismo odgovorili na navedena istraživačka pitanja, bilo je potrebno definirati mjerila za razlikovanje učinkovitih i neučinkovitih programa. U našem slučaju to su bili veličina učinka (u ovom istraživanju odnose se na matematička postignuća učenika) i njegova statistička značajnost (p treba biti manje od 0,05). Za veličine učinka koji se temelje na razlici aritmetičkih sredina istaknuto mjesto ima Cohenov d -indeks (Kolesarić i Tomašić Humer, 2016).

Budući da vrsta istraživačkog dizajna i instrumenta može imati utjecaj na veličinu učinka (Cheung i Slavin, 2016), u Tablici 2 navedeno je je li riječ o kvaziekperimentalnom ili eksperimentalnom istraživanju te koja je vrsta istraživačkog instrumenta korištena (standardizirani test ili test razvijen posebno za intervenciju).

Tablica 1. Kriteriji za uključivanje i isključivanje studija.

Kriteriji uključivanja	Kriteriji isključivanja
U istraživanju sudjeluju učenici razredne nastave osnovne škole	Istraživanje se odnosi na djecu predškolskog uzrasta, učenike u sekundarnom obrazovanju i studente u postsekundarnom obrazovanju
Eksperimentalna i kvaziekperimentalna istraživanja koja su usredotočena na matematička postignuća učenika razredne nastave	Neeksperimentalno istraživanje ili eksperiment bez kontrolne skupine, odnosno istraživanja koja nisu usmjerena na matematička postignuća učenika
Detaljno je opisan program intervencije nastave matematike	Nema dovoljno informacija o programu intervencije u nastavu matematike
Istraživanja su provedena s najmanje 2 učitelja i 30 učenika u eksperimentalnoj i kontrolnoj skupini	U eksperimentalnoj i kontrolnoj skupini je jedan učitelj ili je uzorak učenika manji od 30
Studije uključuju kvantitativne rezultate postignuća učenika iz matematike dobivene na temelju provedenog predtesta i posttesta i iz kojih je moguće izračunati efekt učinka ili je on već izračunat	Istraživanja uključuju samo kvalitativne podatke ili kvantitativne podatke iz kojih se ne može izračunati efekt učinka
Veličina učinka je pozitivna i statistički značajna	Veličina učinka nije pozitivna ili nije statistički značajna
Intervencije traju najmanje 8 tjedana	Intervencije traju manje od 8 tjedana
Istraživanje je objavljeno od 2010. do 2019. godine	Istraživanje je objavljeno prije 2010. ili nakon 2019. godine
Istraživanje bi se moglo provesti u bilo kojoj zemlji, ali rad mora biti napisan na engleskom jeziku	Istraživanje nije napisano na engleskom jeziku

Kako bismo došli do relevantnih publikacija, pretražili smo dostupne znanstvene baze podataka (EBSCO, J-Store i Web of Science) i druge izvore (popisi literature u već provedenim sustavnim pregledima) koristeći ključne riječi (*math, learning, outcome, student, randomized, controlled, trial, experiment, primary school*) i logičke operatore AND i OR (I i ILI). Na temelju sažetaka i ključnih riječi pronađeno je 1858 potencijalnih publikacija. Za selekciju radova korišten je program Rryan (Ouzzani i sur., 2016) na temelju naslova, sažetaka i ključnih riječi. Taj pregled rezultirao je izborom 50 radova. U narednom koraku koji je uključivao čitanje cjelovitih radova uz korištenje kriterija za uključivanje i isključivanje (Tablica 1) izabrano je 19 intervencija (Tablica 2). Iz analize su isključena neempirijska istraživanja, istraživanja koja nisu

provedena u nastavi matematike, nemaju rezultate učenja učenika iz matematike, ne opisuju značajke nastave matematike ili nisu usmjerene na razrednu nastavu.

Većina istraživanja provedena je u SAD-u (9), zatim u Nizozemskoj (4), Engleskoj (4), po jedno u Turskoj i Tajvanu. S obzirom na vrijeme objave, većina istraživanja (15) provedena je u razdoblju od 2010. do 2015., a ostala četiri (4) između 2015. i 2019. godine.

Iz izabranih publikacija izdvojeni su dijelovi teksta koji se odnosili na opis intervencije. Na tim dijelovima provedena je kvalitativna analiza pomoću *online* aplikacije EPPI-Reviewer 4 (<https://eppi.ioe.ac.uk/EPPIReviewer-Web>). Za osnovno kodiranje su korištene unaprijed definirane kategorije koje su se odnosile na značajke učinkovite nastave matematike.

Tablica 2. Popis istraživanja u kojima značajke učinkovite nastave imaju pozitivan učinak na rezultate učenja učenika iz matematike.

Naziv intervencije (Referenca)	Država, trajanje	Cilj istraživanja	Razred (uzorak)	Vrsta istraživanja ¹ (vrsta testa ²) efekt učinka ³ (statistička značajnost)
Matematičke mini igre (Bakker i sur., 2015)	Nizozemska / 2 godine	Istraživanje učinka mini matematičkih igara	2. i 3. razred (392E, 327K)	E(ST) 0,35 ($p < 0,05$)
Metakognitivni program za rješavanje problema riječima (de Kock i Harskamp, 2014)	Nizozemska / 10 tjedana	Ispitivanje učinkovitosti rješavanja matematičkih problema riječima korištenjem računalnog programa	5. razred (280E, 110K)	KE(IT) analiza problema zadanih riječima: 0,23 ($p = 0,023$), rješavanje problema riječima: 0,27 ($p = 0,009$)
Fokus matematika (ERIA, 2010 i 2017)	SAD, 1 godina	Ispitivanje učinka intervencije Matematika u fokusu	3. razred (230E, 230K) 4. razred (237E, 237K) 5. razred (213E, 212K)	E(ST) 3. r.: 1,50 ($p < 0,0001$) 4. r.: 1,66 ($p < 0,0001$) 5. r.: 1,28 ($p < 0,0001$)
Učenje s mozgom na umu (Erol i Karaduman, 2018)	Turska, tri i pol mjeseca	Utvrđivanje učinka modela učenja „Učenje s mozgom na umu“	4. razred (46E, 45K)	E(IT) 2,52* ($p < 0,01$)
Digitalni alat za formativno vrednovanje Snappet (Faber i sur., 2017)	Nizozemska, 5 mjeseci	Ispitivanje učinka digitalnog alata Snappet za formativno vrednovanje	3. razred (833E, 986K)	E(ST) 0,43* ($p < 0,01$)

¹ E – eksperimentalno istraživanje, KE – kvaziekperimentalno istraživanje.

² ST – standardizirani test, IT – istraživački test.

³ U tablici su navedene vrijednosti Cohenova d-indeksa.

Naziv intervencije (Referenca)	Država, trajanje	Cilj istraživanja	Razred (uzorak)	Vrsta istraživanja ¹ (vrsta testa) ² efekt učinka ³ (statistička značajnost)
Gusarska matematika, <i>Pirate Math</i> , (Fuchs i sur., 2010)	SAD, 16 tjedana	Procjenjivanje učinka intervencije s vježbom i bez nje na postignuća učenika s teškoćama	3. razred (51E ₁ , 49E ₂ , 50K)	E(IT) uz vježbu: 0,67 ($p < 0,003$) bez vježbe: 0,43 ($p < 0,003$)
Galaktička matematika (Fuchs i sur., 2013)	SAD, 16 tjedana	Istraživanje tutorskog podučavanja učenika s teškoćama	1. razred (195Es, 190Ens, 206K)	E(IT) ubrzana praksa: 0,87 ($p < 0,001$) neubrzana praksa: 0,07 ($p < 0,001$)
Sučeljavanje s razlomcima (Fuchs i sur., 2016)	SAD, 12 tjedana	Procjena učinka intervencije podučavanja razlomaka na postignuća učenika s poteškoćama	4. razred (147E, 71K)	E(ST) od 0,78 do 2,87 ($p < 0,01$)
Brojčane rakete (Gersten i sur., 2015)	SAD, 6 mjeseci	Replikacija ranije provedenog istraživanja	1. razred (615E, 379K)	E(ST) 0,34 ($p < 0,001$)
Privremeno vrednovanje pomoću programa Acuity (Konstantopoulos i sur., 2013)	SAD, 1 godina	Ispitivanje utjecaja privremenog vrednovanja pomoću programa Aucity	3.–6. razred (11622 učenika, 7,220E, 4,402K)	E(ST) 0,19 ($p < 0,05$)
Inspirativna matematika (Lindorff i sur., 2019)	Engleska, 1 godina	Ispitivanje učinkovitosti udžbenika koji se temelje na singapurskom modelu	1. razred (576 učenika)	E(IT) 0,42 ($p = 0,046$).
Modificirana aritmetička praksa (McNeil i sur., 2015)	SAD, 12 tjedana	Testiranje učinkovitosti primjene modificiranog udžbenika	2. razred (83E, 83K)	KE(IT) 0,37 ($p = 0,004$)
Tjelesno aktivan i akademski umješšan (Mullender-Wijnsma i sur., 2015)	Nizozemska, 2 godine	Istraživanje učinka tjelesne aktivnosti na postignuća učenika iz matematike	2. i 3. razred (249E, 250K)	E(ST) 0,42 ($p < 0,01$)
14. Nadoknadi računanje (Rutt i sur., 2014)	Engleska, 30 tjedana	Identifikacija utjecaja tutorskog podučavanja na postignuća učenika s poteškoćama	2.–6. razred (112E, 112K)	E(ST) 0,21 ($p = 0,05$)
Matematički oporavak (Smith i sur., 2013)	SAD, 1 godina	Identifikacija utjecaja tutorskog podučavanja na postignuća učenika s poteškoćama	1. razred (759 učenika)	KE(IT) 1,04 ($p < 0,001$)
Matematika u fokusu (Styers i Baird-Wilkerson, 2011)	SAD, 1 godina	Procjenjivanje utjecaja intervencije koja se temelji na namjernoj praksi	3. i 5. razred (174E, 184K)	E(ST) 0,24 ($p < 0,001$)
Brojenje brojeva (Torgerson i sur., 2013)	Engleska, 12 tjedana	Postizanje boljeg razumijevanja aritmetičkih zadataka	1. razred (175E, 329K)	E(ST) 0,33 ($p = 0,05$)

Naziv intervencije (Referenca)	Država, trajanje	Cilj istraživanja	Razred (uzorak)	Vrsta istraživanja ¹ (vrsta testa ²) efekt učinka ³ (statistička značajnost)
Višekorisnički sustav za vršnjačko podučavanje G-matematika (Tsuei, 2012)	Tajvan, 2 polugodišta	Istraživanje djelotvornosti vršnjačkog podučavanja pomoću višekorisničkog tutorskog sustava G-matematika	3. i 4. razred (57E, 31K)	KE(IT) 0,79* ($p < 0,001$)
Matematika i zaključivanje (Worth i sur., 2016)	Engleska, 12 tjedana	Istraživanje učeničkog razumijevanja logičkih principa	2. razred (517E, 848K)	E(ST) 0,20 ($p = 0,05$)

* Ako u radu nije navedena vrijednost Cohenova d-indeksa, ona je izračunata na temelju dostupnih rezultata pomoću online kalkulatora (https://www.psychometrica.de/effect_size.html ili <https://www.campbellcollaboration.org/research-resources/effect-size-calculator.html>).

Tablica 3. Analiza značajki učinkovite nastave matematike⁴

Intervencija (referenca)	Zadatci koji promiču zaključivanje i rješavanje problema	Uporaba tehnologije	Uvažavanje učeničkog predznanja	Proceduralno i konceptualno znanje	Suradničko učenje	Povratne informacije
1. Matematičke mini igre		+		+	+	+
2. Metakognitivni program za rješavanje problema s riječima	+	+			+	
3. Fokus matematika	+/-		+,+			
4. Učenje s mozgom na umu		+	+			
5. Digitalni alat za formativno vrednovanje Snappet		+				+
6. Gusarska matematika	+			+		
7. Galaktička matematika	+					+
8. Sučeljavanje s razlomcima	+	+			+	
9. Brojčane rakete	+/-		+	+		+
10. Privremeno vrednovanje pomoću programa Acuity		+	+			
11. Inspirativna matematika	+/-			+		+/-
12. Modificirana aritmetička praksa	+/-		+			

⁴ Znak + u tablici podrazumijeva zastupljenost određene značajke, a +/- njezinu djelomičnu prisutnost u intervenciji.

Intervencija (referenca)	Zadaci koji promiču zaključivanje i rješavanje problema	Uporaba tehnologije	Uvažavanje učeničkog predznanja	Proceduralno i konceptualno znanje	Suradničko učenje	Povratne informacije
13. Tjelesno aktivan i akademski umješšan			+			
14. Nadoknadi računanje					+	
15. Matematički oporavak	+		+	+		
16. Matematika u fokusu	+			+	+	
17. Brojenje brojeva			+			
18. Višekorisnički sustav za vršnjačko podučavanje G-matematika	+	+			+	+
19. Matematika i zaključivanje	+	+		+		
Broj intervencija u kojima je utvrđena pojedina značajka učinkovite nastave matematike	12	8	8	7	6	6

3. REZULTATI I RASPRAVA

U Tablici 3 je navedena zastupljenost značajki učinkovite nastave matematike. Značajka koja se odnosi na *zadatke koji promiču zaključivanje i rješavanje problema* pronađena je u 12 intervencija. Prilikom rješavanja problemskih zadataka utvrđeno je da učitelji osmišljavaju probleme primjerene učeničkim sposobnostima (Smith i sur., 2013). Rješavajući zadatke koji promiču zaključivanje i rješavanje problema, učenici pored kognitivnih razvijaju i metakognitivne vještine i samokontrolu, što im omogućuje učinkovitu primjenu matematičkog znanja. To je postignuto uvođenjem metakognitivnih *online* programa (Tsuei, 2015, deKock, Harskamp, 2014) u kojima učenici rješavaju problemske zadatke riječima, a računalni programi im pružaju povratne informacije o postupku olakšavajući im matematičko razmišljanje. Nadalje, kod učenika može doći do izražaja kreativno mišljenje uvođenjem problemskih zadataka koji imaju više rješenja, kognitivne i socijalne vještine koje

im pomažu u utvrđivanju uzroka problemskih situacija te u pronalaženju rješenja. U dva istraživanja (Tsuei, 2015; deKock, Harskamp, 2014) uočeno je suradničko učenje prilikom rješavanja problemskih zadataka. Ono je ostvareno putem rasprava nakon rješavanja problema i čavrljanjem posredstvom *online* aplikacija. Primjena *online* aplikacija omogućuje duže sudjelovanje i opuštenije rješavanje problemskih zadataka, za razliku od uobičajene nastave u kojoj učenici imaju ograničeno vrijeme za njihovo rješavanje. Osim toga, utvrđeno je da se učinkovito rješavanje problemskih zadataka ostvaruje kroz raspravu uz istovremenu pomoć učenicima u planiranju njihova rješavanja i stvaranjem pozitivnog stava o takvim zadacima (ERIA, 2010, 2017).

U osam istraživanja utvrđena je *uporaba tehnologije* u učenju matematike. Primjena digitalnih alata potiče razrednu refleksivnu raspravu o onome što su učenici naučili (Bakker i sur., 2015), doprinosi ostvarivanju metakognitivnih ciljeva jer omogućuje detaljno planiranje, praćenje i pred-

viđanje mogućih rezultata (Tsuei, 2012). Worth i sur. (2016) navode da internetske igre razvijaju vještine računanja, matematičko zaključivanje te potiču učenike na raspravu. Uporaba tehnologije u nastavi matematike omogućuje pravovremene povratne informacije koje su korisne učiteljima (Bakker i sur., 2015; Konstantopoulos i sur., 2013; de Kock, Harskamp, 2014) i učenicima (Faber i sur., 2017; de Kock, Harskamp, 2014). Računala omogućuju zadavanje odgovarajućih zadataka na temelju učeničkih prethodnih odgovora (Faber i sur., 2017).

Uvažavanje učeničkog predznanja došlo je do izražaja u osam istraživanja. Intervencije koje se temelje na procjeni učeničkog predznanja daju važne povratne informacije učiteljima, a znanje se treba razvijati u kontinuitetu od konkretnog do apstraktnog (Gersten i sur., 2015). Na temelju dijagnostičke procjene prethodnog znanja učenika učitelj odlučuje o uvođenju novih koncepata u nastavi matematike. Stoga je važno prvo utvrditi ono što učenici već znaju, a tek onda ih suočiti s novim zadacima i njihovom primjenom u svakodnevnom životu (Erol, 2015). To je došlo do izražaja u intervenciji *Matematički oporavak* (Smith i sur., 2013) u kojoj učitelji razvijaju profil učenikova predznanja. Profil se rabio pri učiteljevu kreiranju specifičnih nastavnih sadržaja i aktivnosti prilagođenih učenicima s teškoćama u učenju matematike tako da se sljedeća faza učenja temeljila na onome što učenici već znaju. Osim toga, učenike se poticalo na razmišljanje i procjenu vlastitog učenja kako bi im se pomoglo u preuzimanju odgovornosti za vlastito učenje (Torgerson i sur., 2013).

Proceduralno znanje važno je izgraditi iz konceptualnog razumijevanja tako da učenici s vremenom postanu sposobni rješavati problemske zadatke. Zastupljenost ove značajke učinkovite nastave matematike potvrđuju rezultati sedam istraživanja. Bakker i sur. (2015) utvrdili su kako se za razvoj proceduralnog znanja učenika mogu rabiti mini matematičke igre jer omogućuju razvoj dvaju aspekata znanja: činjeničnog znanja o brojevima (deklarativno znanje) i vještine računanja (proceduralno znanje). Osim toga, igre su učenicima omogućile

eksperimentiranje, što je također doprinijelo proceduralnom znanju. Međutim, dublje razumijevanje matematičkih koncepata i otkrivanje odgovarajućih strategija za rješavanje problema ostvareno je uporabom konkretnih materijala. Istraživanja koju su proveli Smith i sur. (2013) te Gersten i sur. (2012) učenicima je omogućeno prevladavanje zaostajanja u usvajanju matematičkih sadržaja te usvajanje konceptualnog znanja uporabom konkretnih materijala. Styers i Baird-Wilkerson (2011) utvrdili su da učenici s lošijim rezultatima iz matematike usvajaju sadržaje kombinacijom aktivnosti učenja koje potiču izgradnju proceduralnog znanja i eksplicitnom prezentacijom sadržaja. Isti autori ističu da aktivna uključenost učenika u nastavu omogućuje postizanje boljeg razumijevanja matematičkih sadržaja (konceptualno znanje).

Suradničko učenje utvrđeno je u šest istraživanja. Intervencija *Nadoknadi računanje*, koju su proveli Rutt i sur. (2014), bila je namijenjena individualnom podučavanju učenika (jedan učitelj na jednog učenika), ali dio nastavnih aktivnost bio je ostvaren u paru ili u manjim grupama. Utvrđeno je da učenje u paru omogućuje učenicima s teškoćama usvajanje matematičkih sadržaja, poboljšava njihovu motivaciju za učenje matematike te doprinosi pozitivnijem stavu prema rješavanju matematičkih zadataka. U istraživanju koje su proveli Fuchs i sur. (2016) utvrđeno je da učenici koji uče suradnički pokazuju veću kontrolu nad svojim učenjem, imaju veće samopouzdanje, samostalniji su u učenju i rješavaju problemske zadatke riječima koji zahtijevaju zaključivanje. Suradničko učenje moguće je ostvariti u matematičkim igrama, nakon kojih učenici u manjim grupama raspravljaju o strategijama koje su primjenjivali u rješavanju problemskih zadataka što doprinosi razvoju njihovih metakognitivnih vještina (Bakker i sur., 2015).

Povratne informacije potvrđuju rezultati pet istraživanja. Faber i sur. (2017) utvrdili su da „povratne informacije koje usmjeravaju pozornost na zadatak učenja mogu biti učinkovite, dok usmjeravanje pozornosti na samog učenika nije djelotvorno“ (str. 2). Učiteljima su osobito korisne one povratne informacije koje su vezane

uz ostvarivanje ciljeva nastave i učenja, a učenici mogu putem digitalnog alata za formativno vrednovanje primiti povratne informacije o napretku u učenju odmah nakon davanja odgovora. Nadalje, povratne informacije mogu biti jednostavne i razrađene. Razrađene povratne informacije poručuju učeniku kako poboljšati učenje ako je odgovor bio pogrešan (Faber i sur., 2017) te je učinkovitija od jednostavnih povratnih informacija (Van der Kleij i sur., 2015). Neposredne povratne informacije čine se najučinkovitijima u zadacima koji su u odnosu na mogućnosti učenika složeniji, dok odgođene pokazuju veću djelotvornost pri rješavanju jednostavnijih zadataka. Uvođenje računalnih programa u nastavu matematike omogućuje davanje neposrednih povratnih informacija (Fuchs i sur., 2010; Gersten i sur., 2013; Tsuei, 2012). Osim toga, matematičke mini igre omogućuju učenicima trenutnu povratnu informaciju, stvaranje novih strategija i pravila te opušteno i zabavno učenje (Bakker i sur., 2015). Količina vremena i truda koje su učenici spremni uložiti u te igre može predstavljati važan prediktor njihove učinkovitosti.

4. ZAKLJUČAK

U sustavnom pregledu literature nakon unaprijed definiranih kriterija izabrano je 19 učinkovitih intervencija u kojima je barem jedan efekt učinka na učeničke rezultate iz matematike bio statistički značajan (Lipsey i sur., 2012). Na temelju kvalitativne analize intervencija možemo zaključiti sljedeće:

1. U analiziranim intervencijama prosječno su bile zastupljene 2,5 značajke. To sugerira da nije dovoljno primijeniti jednu značajku učinkovite nastave matematike, već je potrebno kombinirati njih nekoliko.
2. Rješavanjem problemskih zadataka učenici razmišljaju, povezuju matematičke sadržaje sa svakodnevnim životom, logički povezuju različite aspekte matematičkog znanja. Nadalje, razvijaju kreativnost, metakogniciju, sustavnost i logičko zaključivanje. Učitelji trebaju upoznati

učenike sa strategijama rješavanja problema, ali pri tome trebaju obratiti pozornost na individualne razlike u predznanju kao i na njihovu motivaciju za učenje (deKock i Harskamp, 2014).

3. Tehnologija je važna za predstavljanje matematičkih koncepata na dinamičan i vizualno privlačan način. Motivira učenike na učenje i omogućuje im brži pristup raznovrsnim sadržajima. Pri tome treba voditi računa da primjena tehnologije u nastavi matematike može imati pozitivan utjecaj na učenje učenika ako se koristi na odgovarajući način. Učitelji trebaju procijeniti i odabrati računalne programe koji omogućuju kvalitetno učenje matematičkih sadržaja umjesto da nastavu matematike samo učine zabavnijom.
4. Sullivan (2011) smatra da učitelji trebaju uvažavati učeničko matematičko predznanje, a njegovim utvrđivanjem oni mogu primjereno intervenirati kako bi poboljšali učenička postignuća iz matematike. Procjene prethodnog znanja mogu biti korisne u osmišljavanju nastave i prilikom uvođenja novih nastavnih sadržaja.
5. Za učenje matematike podjednako je važno proceduralno i konceptualno znanje. Razvoju proceduralnog znanja može doprinijeti uporaba računalnih igara koje učenicima omogućuju eksperimentiranje i pronalaženje strategija rješavanja problema. S druge strane rasprave koje učenici vode na nastavi nakon igranja igara kod kuće doprinosi dugotrajnom pamćenju i dubljem razumijevanju matematičkih sadržaja, odnosno konceptualnom znanju.
6. Utvrđeno je da u suradničkom učenju učenici imaju veću kontrolu nad svojim učenjem, osjećaju veće samopouzdanje i samostalnost u učenju te uspješnije rješavaju problemske zadatke koji zahtijevaju zaključivanje i višu kognitivnu razinu. U rješavanju problemskih zadataka moguće je ostvariti suradničko učenje putem *online* čavrljanja.

7. Bolji obrazovni rezultati i postignuća učenika iz matematike mogu se ostvariti razrađenom povratnom informacijom, koja se pokazala učinkovitijom od jednostavne povratne informacije jer usmjerava učenika na razumijevanje matematičkih pojmova, upućuje na pogreške u zaključivanju i kako ih prevladati te kako poboljšati svoje učenje (Fabber i sur, 2018). Računalni programi, a posebno mini igre omogućuju neposredne povratne informacije (Tsuei, 2012).

Na temelju provedene analize moguće je zaključiti kako je važno primjenjivati širi spektar značajki učinkovite nastave, čime se može postići da nastava bude dinamičnija i prilagođenija različitim mogućnostima i interesima učenika. Kako bi se ostvarile promjene u nastavi matematike, potrebno je učenicima omogućiti samostalno izgrađivanje znanja na temelju vlastite

aktivnosti i iskustva u rješavanju zadataka koji ih potiču na zaključivanje i primjenu naučenog u svakodnevnom životu.

5. OGRANIČENJA I ZNAČAJ ISTRAŽIVANJA

Istraživanja uključena u ovaj sustavni pregled literature uglavnom su provedena u SAD-u tako da rezultati mogu biti ograničeni na specifičnosti tog odgojnog i obrazovanog sustava. Sustavni pregledi uključuju studije objavljene u određenom vremenskom razdoblju što podrazumijeva isključivanje novijih ili starijih istraživanja koja također mogu ponuditi uvid u učinkovite prakse nastave matematike. Unatoč tome ovo istraživanje može poslužiti kako znanstvenicima tako i praktičarima u unapređenju početne nastave matematike na temelju rezultata relevantnih znanstvenih istraživanja.

5. LITERATURA

- Anthony, G., i Walshaw, M. (2009). *Effective pedagogy in mathematics*. Ministry of Education.
- Apriani, I. F., Turmudi, Jupri, A., & Syaodih, E. W. (2024). The Analysis of Mathematical Problem-solving Ability of Elementary School Teacher Candidate: Fraction Case. *KnE Social Sciences*, 596–604. <https://doi.org/10.18502/kss.v9i13.15963>
- Bakker, M., van den Heuvel-Panhuizen, M., i Robitzsch, A. (2015). Effects of playing mathematics computer games on primary school students' multiplicative reasoning ability. *Contemporary Educational Psychology*, 40, 55–71. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2014.09.001>
- Bosse, M. J., i Bahr, D. L. (2008). The state of balance between procedural knowledge and conceptual understanding in mathematics teacher education. *International Journal of Mathematics Teaching and Learning*, 9, 1–28. <http://hdl.lib.byu.edu/1877/2880>
- Baier, F., Decker, A.-T., Voss, T., Kleickmann, T., Klusmann, U., & Kunter, M. (2019). What makes a good teacher? The relative importance of mathematics teachers' cognitive ability, personality, knowledge, beliefs, and motivation for instructional quality. *British Journal of Educational Psychology*, 89(4), 767–786. <https://doi.org/10.1111/bjep.12256>
- Blundell, C. N. (2021). Teacher use of digital technologies for school-based assessment: A scoping review. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 28(3), 279–300. <https://doi.org/10.1080/0969594X.2021.1929828>
- Bërte, K., Lillejord, S., Chan, J., Wasson, B., & Greiff, S. (2023). Prerequisites for teachers' technology use in formative assessment practices: A systematic review. *Educational Research Review*, 41, 100568. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100568>
- Brüning, L., i Saum, Tobias (2008), *Suradničkim učenjem do uspješne nastave: Kako aktivirati učenike i potaknuti ih na suradnju*. Zagreb: Naklada Kосinј.

- Cai, J. (2022). What Research Says About Teaching Mathematics Through Problem Posing. *Éducation et Didactique*, 16(3), 31–50. <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.10642>
- Cheung, A. C. K., i Slavin, R. E. (2016). How methodological features affect effect sizes in education. *Educational Researcher*, 45(5), 283–292. <https://doi.org/10.3102/0013189X16656615>
- Cullen, C. J., Hertel, J. T., i Nickels, M. (2020). The roles of technology in mathematics education. *The Educational Forum*, 84(2), 166–178. <https://doi.org/10.1080/00131725.2020.1698683>
- deKock, W. D., i Harskamp, E. G. (2014). Can teachers in primary education implement a metacognitive computer programme for word problem solving in their mathematics classes? *Educational Research and Evaluation*, 20(3), 231–250. <https://doi.org/10.1080/1380361>
- Educational Research Institute of America. (2010). *A study of the Singapore math program, Math in Focus, state test results: Houghton Mifflin Harcourt and Marshall Cavendish Education - Singapore* (Report No. 404). <https://docplayer.net/21444009-A-study-of-the-singapore-math-program-math-in-focus-state-test-results.html>
- Educational Research Institute of America. (2017). *Math in Focus: Elementary grades efficacy study: Houghton Mifflin Harcourt* (Report No. 526). https://s3.amazonaws.com/prod-hmhco-vmg-craftcms-public/research/HMH_Math_in_Focus_RM_3-5_2017SY_Update.pdf
- Erol, M., i Karaduman, G. B. (2018). The effect of activities congruent with brain based learning model on students' mathematical achievement. *NeuroQuantology*, 16(5), 13–22. <https://doi.org/10.14704/nq.2018.16.5.1342>
- Faber, J., Luyten, J. W., i Visscher, A. J. (2017). The effects of a digital formative assessment tool on mathematics achievement and student motivation: Results of a randomized experiment. *Computers & Education*, 106, 83–96. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.12.001>
- Fyfe, E. R., i Brown, S. A. (2018). Feedback influences children's reasoning about math equivalence: A meta-analytic review. *Thinking & Reasoning*, 24(2), 157–178. <https://doi.org/10.1080/13546783.2017.1359208>
- Floden, R. E. (2001). Research on effects of teaching: A continuing model for research on teaching. U V. Richardson (Ur.), *Handbook of research on teaching* (pp. 3-16). American Educational Research Association.
- Frey, N., i Fisher, D. (2011). *The formative assessment action plan: Practical steps to more successful teaching and learning*. ASCD.
- Fuchs, L. S., Geary, D. C., Compton, D. L., Fuchs, D., Schatschneider, C., Hamlett, C. L., Deselms, J., Seethaler, P. M., Wilson, J., Craddock, C. F., Bryant, J. D., Luther, K., i Changas, P. (2013). Effects of first-grade number knowledge tutoring with contrasting forms of practice. *Journal of Educational Psychology*, 105(1), 58–77. <https://doi.org/10.1037/a0030127>
- Fuchs, L. S., Powell, S. R., Seethaler, P. M., Cirino, P. T., Fletcher, J. M., Fuchs, D., i Hamlett, C. L. (2010). The Effects of Strategic Counting Instruction, with and without Deliberate Practice, on Number Combination Skill among Students with Mathematics Difficulties. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 89–100. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.09.003>
- Fuchs, L. S., Sterba, S. K., Fuchs, D., i Malone, A. S. (2016). Does evidence-based fractions intervention address the needs of very low-performing students? *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 9(4), 662–677. <https://doi.org/10.1080/19345747.2015.1123336>

- Gersten, R., Rolfhus, E., Clarke, B., Decker, L. E., Wilkins, C., i Dimino, J. (2015). Intervention for first graders with limited number knowledge: Large-scale replication of a randomized controlled trial. *American Educational Research Journal*, 52(3), 516-546. <https://doi.org/10.3102/0002831214565787>
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
- Hattie, J. A. (2012). *Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning*. Routledge.
- Hattie, J., i Clarke, S. (2019). *Visible learning: Feedback*. Routledge.
- Hattie, J., Fisher, D., i Frey, N. (2017). *Visible learning for mathematics, grades K-12: What works best to optimize student learning*. SAGE Publications.
- Hussein, Y. F., & Csíkos, C. (2023). The effect of teaching conceptual knowledge on students' achievement, anxiety about, and attitude toward mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(2), em2226. <https://doi.org/10.29333/ejmste/12938>
- Johnson, D. W., i Johnson, R. T. (1990). Using cooperative learning in math. U N. Davidson (Ur.), *Cooperative learning in mathematics: A handbook for teachers* (pp. 103–125). Addison-Wesley.
- Jukić Matić, Lj., Moslavac Bičvić, D., i Filipov, M. (2020). Characteristics of effective teaching of mathematics. *Didactica Slovenica – Pedagoška obzorja*, 35(3–4), 19–37.
- Kaasila, R., i Pehkonen, E. (2009). Effective mathematics teaching in Finland through the eyes of elementary student teachers. U J. Cai, G. Kaiser, B. Perry, i Wong, N-Y. (Ur.), *Effective mathematics teaching from teachers's perspectives: National and Cross-National Studies* (pp. 203–216). Sense Publishers. https://doi.org/10.1163/9789087908225_010
- Konstantopoulos, S., Miller, S. R., i van der Ploeg, A. (2013). The impact of Indiana's system of interim assessments on mathematics and reading achievement. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 35(4), 481-499. <https://doi.org/10.3102/0162373713498930>
- Kolesarić, V., i Tomašić Humer, J. (2016). *Veličina učinka* [Effect size]. Josip Juraj Strossmayer University, the Faculty of Humanities and Social Sciences in Osijek.
- Kugley, S., Wade, A., Thomas, J., Mahood, Q., Jørgensen, A.-M. K., Hammerström, K., i Sathe, N. (2017). Searching for studies: A guide to information retrieval for Campbell systematic reviews. *Campbell Systematic Reviews*, 13(1), 1–73. <https://doi.org/10.4073/cmg.2016.1>
- Kunter, M., Klusmann, U., Baumert, J., Richter, D., Voss, T., & Hachfeld, A. (2013). Professional Competence of Teachers: Effects on Instructional Quality and Student Development. *Journal of Educational Psychology*, 105(3), 805–820. <https://doi.org/10.1037/a0032583>
- Kyndt, E., Raes, E., Lismont, B., Timmers, F., Cascallar, E., i Dochy, F. (2013). A meta-analysis of the effects of face-to-face cooperative learning: Do recent studies falsify or verify earlier findings? *Educational Research Review*, 10, 133–149. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.02.002>
- Lindorff, A. M., Hall, J., i Sammons, P. (2019). Investigating a Singapore-based mathematics textbook and teaching approach in classrooms in England. *Frontiers in Education*, 4. <https://doi.org/10.3389/educ.2019.00037>
- Lipsey, M. W., Puzio, K., Yun, C., Herbert, M. A., Steinka-Fry, K., Cole, M. W., Roberts, M., Anthony, K. S., i Busick, M. D. (2012). Translating the statistical representation of the effects of education interventions into more readily interpretable forms. National Center for Special Education Research, Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education. <https://ies.ed.gov/ncser/pubs/20133000/pdf/20133000.pdf>

- McNeil, N. M., Fyfe, E. R., i Dunwiddie, A. E. (2015). Arithmetic practice can be modified to promote understanding of mathematical equivalence. *Journal of Educational Psychology*, 107(2), 423–436. <https://doi.org/10.1037/a0037687>
- Mullender-Wijnsma, M. J., Hartman, E., de Greeff, J. W., Doolaard, S., Bosker, R. J., i Visscher, C. (2016). Physically active math and language lessons improve academic achievement: A cluster randomized controlled trial. *Pediatrics*, 137(3), e20152743. <https://doi.org/10.1542/peds.2015-2743>
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2014). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*.
- Ouzzani, M., Hammady, H., Fedorowicz, Z., i Elmagarmid, A. (2016). Rayyan—A web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*, 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
- Pellegrini, M., Lake, C., Neitzel, A., & Slavin, R. E. (2021). Effective Programs in Elementary Mathematics: A Meta-Analysis. *AERA Open*, 7, 2332858420986211. <https://doi.org/10.1177/2332858420986211>
- Petticrew, M., i Roberts, H. (2006). *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. Wiley-Blackwell.
- Ramani, G. B., i Eason, S. H. (2015). It all adds up: Learning early math through play and games. *Phi Delta Kappan*, 96(8), 27–32. <https://doi.org/10.1177/0031721715583959>
- Rittle-Johnson, B. (2019). Iterative development of conceptual and procedural knowledge in mathematics learning and instruction. U J. Dunlosky i K. A. Rawson (ur.), *The Cambridge handbook of cognition and education* (str. 124–147). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108235631.007>
- Rittle-Johnson, B. i Schneider, M. (2015). Developing conceptual and procedural knowledge of mathematics. U R. C. Kadosh, i A. Dowker (Ur.), *The Oxford handbook of numerical cognition* (pp. 1118–1134). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199642342.013.014>
- Rutt, S., Easton, C., i Stacey, O. (2014). *Catch Up® Numeracy: Evaluation report and executive summary*. Education Endowment Foundation. <https://eric.ed.gov/?id=ED581123>
- Siddaway, A. P., Wood, A. M., i Hedges, L. V. (2019). How to Do a Systematic Review: A Best Practice Guide for Conducting and Reporting Narrative Reviews, Meta-Analyses, and Meta-Syntheses. *Annual Review of Psychology*, 70(1), 747–770. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102803>
- Smith, T. M., Cobb, P., Farran, D. C., Cordray, D. S. i Munter, C. (2013). Evaluating math recovery: Assessing the causal impact of a diagnostic tutoring program on student achievement. *American Educational Research Journal*, 50(2), 397–428. <https://doi.org/10.3102/0002831212469045>
- Spangler, D. A., i Wanko, J. J. (2017). *Enhancing classroom practice with research behind principles to actions*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Styers, M., i Baird-Wilkerson, S. (2011). *A final report for the evaluation of Pearson's focus MATH Program*. Magnolia Consulting. http://assets.pearsonschoolapps.com/playbook_assets/focus-MATH%20Efficacy%20Study%20Final%20Report.pdf

- Sullivan, P. (2011). *Teaching mathematics: Using research-informed strategies*. Camberwell: Australian Council for Educational Research.
<https://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1022&context=aer>
- Suurtamm, C., Quigley, B., i Lazarus, J. (2015). *Making space for students to think mathematically*. University of Ottawa. <https://www.onted.ca/monographs/what-works/making-space-for-students-to-think-mathematically>
- Torgerson, C., Wiggins, A., Torgerson, D., Ainsworth, H., i Hewitt, C. (2013). Every Child Counts: Testing policy effectiveness using a randomised controlled trial, designed, conducted and reported to CONSORT standards. *Research in Mathematics Education*, 15(2), 141–153.
<https://doi.org/10.1080/14794802.2013.797746>
- Tsuei, M. (2012). Using synchronous peer tutoring system to promote elementary students' learning in mathematics. *Computers i Education*, 58(4), 1171–1182.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.11.025>
- Van der Kleij, F. M., Feskens, R. C. W., i Eggen, T. J. H. M. (2015). Effects of feedback in a computer-based learning environment on students' learning outcomes: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 85(4), 475–511. <https://doi.org/10.3102/0034654314564881>
- Hadijah, H., Isnarto, I., & Walid, W. (2022). The effect of immediate feedback on mathematics learning achievement. *Jurnal Pijar Mipa*, 17(6), 712–716.
<https://doi.org/10.29303/jpm.v17i6.4172>
- Wiggins, G. (2016). Seven keys to effective feedback. U M. Scherer (Ur.), *On formative assessment: Readings from educational leadership*. Association for Supervision & Curriculum Development.
- Worth, J., Sizmur, J., Ager, R., i Styles, B. (2015). *Improving Numeracy and Literacy: Evaluation Report and Executive Summary*. Education Endowment Foundation.
<https://eric.ed.gov/?id=ED581142>

FEATURES OF EFFECTIVE ELEMENTARY MATHEMATICS INSTRUCTION: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

ABSTRACT

To determine the characteristics of effective mathematics instruction based on a systematic review of the literature, we selected 19 effective experimental and quasi-experimental studies demonstrating positive learning outcomes in mathematics and conducted a qualitative analysis of these studies. The studies focused on classroom mathematics instruction. Based on the analysis conducted, we found that it is important to apply a wider range of effective teaching characteristics. This approach will allow lessons to be more dynamic and tailored to the different abilities and interests of students. To achieve change in mathematics education, it is necessary to enable students to independently construct knowledge based on their own activities and experiences in problem-solving tasks that promote logical thinking and the application of learned concepts in everyday life.

Keywords: characteristics of effective mathematics teaching, elementary mathematics education, experimental research, systematic literature review