

DOI 10.51558/2490-3647.2024.9.2.1133

UDK 371.388:5

Primljeno: 12. 07. 2024.

Pregledni rad
Review paper

Jasmina Damjanović, Stanko Cvjetičanin, Gordana Kozoderović

LABORATORIJSKO-EKSPERIMENTALNA METODA UZ INSTRUKTIVNI PRISTUP – „HANDS-ON“ EKSPERIMENTI

Primena laboratorijsko-eksperimentalne metode (LEM) u nastavi prirodnih nauka podrazumeva primenu eksperimenata. U početnoj nastavi prirodnih nauka, za uzrast od 7 do 11 godina (nastava integrisanih prirodnih nauka), eksperimenti se u dostupnoj literaturi najčešće nazivaju HOE (hands-on experiments). Ne postoji jedinstveni stav među istraživačima da li u realizaciji sadržaja prirodnih nauka treba uvek primeniti jednu ili obe vrste instrukcija (eksplicitnu ili implicitnu) pri realizaciji eksperimenata u nastavi diferenciranih, odnosno nastavi integrisanih prirodnih nauka, kao i da li dati prednost LEM u odnosu na druge metode učenja ili LEM kombinovati sa drugim metodama. Cilj rada je analiza i evaluacija dosadašnjih istraživanja LEM-a u nastavi prirodnih nauka sa posebnim osvrtom na primenu HOE u početnoj nastavi prirodnih nauka kako bi se jasnije sagledale smernice za njihovu primenu u realizaciji različitih sadržaja prirodnih nauka u diferenciranom i integrisanom obliku. Odabrana su istraživanja koja u sebi uključuju sistemske preglede i metaanalizu primene LEM-a, odnosno HOE u nastavi diferenciranih i integrisanih prirodnih nauka do aprila 2024. godine. Rezultati su sistemski objedinjeni u narativnom obliku. Korišćeni su sistemi preporuka, procena i evaluacije za analizu naučnih istraživanja na ovu temu. Korišćene su sledeće naučne baze podataka: Scopus, Web of Science (WOS), Directory of Open Access Journals (DOAJ), Directory of Open Access Books (DOAB), OPEN J-Gate, srpski nacionalni citatni indeks (SCIndeks) i Hrčak portal naučnih časopisa Republike Hrvatske (Hrčak). U istraživanjima rezultati uglavnom navode na prednosti primene LEM i HOE u odnosu tradicionalni pristup radu i da se LEM može kombinovati sa savremenim nastavnim metodama, dok se u poređenju primene različitih vrsta instrukcija uočavaju pozitivne strane oba pristupa, što upućuje na šire sagledavanje primene navedenih obrazovnih pristupa.

Ključne reči: laboratorijsko-eksperimentalna metoda; „Hands-on“ eksperimenti; eksplicitna instrukcija; implicitna instrukcija; nastava prirodnih nauka

1. UVOD

Učenje i ponavljanje sadržaja u početnoj nastavi prirodnih nauka (nastava integrisanih prirodnih nauka) i diferenciranoj nastavi prirodnih nauka (hemija, fizika, biologija, ekologija i druge) zahteva primenu laboratorijsko-eksperimentalne metode (LEM) koja učeniku omogućava da do novih saznanja o prirodnoj pojavi, procesu i sl. dođe pomoću istraživačkih aktivnosti. Učenici treba što samostalnije da istražuju prirodne pojave i procese jer se na taj način podstiče njihova motivacija, zainteresovanost za učenje (Maričić et al. 2019) kao i razvijanje naučnih stavova prema praktičnom radu tokom sticanja novih znanja (Akani 2015). LEM pomaže učenicima da jasno shvate kako se sve u prirodi nalazi u uzročno-posledičnim odnosima kao i da sve prirodne pojave i procesi direktno ili indirektno utiču jedni na druge kao i na živi svet. Primena LEM utiče na razvijanje učeničkih eksperimentalnih i istraživačkih veština koje će im pomoći da lakše istražuju prirodu (Hirča 2013). Eksperimenti moraju biti prilagođeni svakom učeniku, da ih učenici lako shvate, da budu jednostavni i bezbedni. U diferenciranoj nastavi mogu pri izvođenju eksperimenata da se koriste hemikalije i laboratorijsko posuđe, dok se u nastavi integrisanih prirodnih nauka mogu koristiti samo supstance sa kojima se učenici susreću u svakodnevnom životu (npr. so, šećer, brašno, sirće, mleko i drugo) kao i pribor iz svakodnevne upotrebe. Zbog toga se eksperimenti koji se primenjuju u nastavi integrisanih prirodnih nauka u literaturi često nazivaju jednostavni praktični eksperimenti (eng. „Hands-on“ experiments) – HOE.

2. TEORIJSKI OKVIR RADA

U stručnoj literaturi nailazi se na različite teorije nastave i učenja koje su polazna osnova i podrška nastavnom procesu i koje podstiču aktivnosti i učenje kroz istraživački proces. Plan i program nastave i učenja zasnovan na nekoj od teorija učenja (npr. teorije kognitivnog opterećenja, teorije konstruktivizma...), odnosno teoriji čija primena je relevantna u učionici za izučavanje određenih sadržaja prirodnih nauka, ima određene činioce koji se odnose i na učenike i njihovo angažovanje i na nastavnike i njihovu metodičku pripremljenost.

Polazeći od teorije konstruktivizma, posebno obrazovnog konstruktivizma, kao teorije učenja 21. veka koja svoju istoriju ima još iz antičke grčke utemeljenu na Sokratovim (Socrates, 470–399. p.n.e.) uverenjima da se uči preispitivanjem sopstvenog razmišljanja, u fokus je stavljen učenik i njegovo učenje zasnovano na ličnom iskustvu. Mnogi teoretičari su imali značajnu ulogu u razvoju konstruktivizma [Pijaže (Jean Piaget), Ausbel (David Paul Ausubel), Bruner (Jerome Seymour Bruner), Djui (John Dewey) i Vigotski (Lev Semionovich Vygotsky)], koji je od teorije učenja kroz epohe napredovao do teorije ličnog i naučnog znanja (Matthews 2002). Prema autorima Singh & Yaduvanshi (2015), učenici u konstruktivističkoj učionici samostalno konstruišu svoja znanja kroz aktivnosti u nastavnom procesu, kreiraju simboličke predstave, prenose svoje konstruisano znanje vršnjacima, pokušavaju da razjasne nepoznato i nerazumno. Stoga je, u praksi, kada se govori o nastavi prirodnih nauka (diferenciranih i integrisanih) u okviru konstruktivističkog učenja, uloga nastavnika da omogući učenicima prikladan vid aktivnosti tokom izučavanja nastavnih sadržaja uz određeni stepen instruktivnog vođenja, te podstakne istraživački rad učenika sa posebnim akcentom na primenu eksperimenata.

Eksperimenti u diferenciranoj i nastavi integrisanih prirodnih nauka se u odnosu na cilj nastave i sadržaja koji se izučava, dele na različite kategorije: na *osnovne* (odnose se na sticanje osnovnih znanja), *uporedne* (poređenje eksperimenata koji se realizuju u istim uslovima sa različitim supstancama) i *model eksperimente* (izvode se prilikom izučavanja složenijih procesa). Prema subjektu koji izvodi eksperimente mogu se podeliti na *demonstracione*, koji se odnose na pokazivanje određenih pojava (izvodi ih učitelj ili učenici sa boljim eksperimentalnim veštinama) i *učeničke* (izvode ih učenici uz nadzor učitelja), s tim što i jedni i drugi prema dužini trajanja mogu biti *kratkotrajni* i *dugotrajni*. U okviru navedenih osnovnih podela, mogu se realizovati različite vrste eksperimenata: *heuristički* (primenjuju se za usvajanje novih i nepoznatih pojmova), *eksperimenti iznenađenja* (primenjuju se kada su ishodi suprotni od predstave učenika o izučavanom pojmu), *indukcioni eksperimenti* (koriste se za uopštavanje činjenica), *uvodni eksperimenti za potvrđivanje* (koriste se za potvrđivanje predstava učenika o izučavanim pojmovima), *istraživački* (primenjuju se radi razvijanja naučno-istraživačkih veština i dolaženja do novih saznanja), *kvantitativni* (koriste se za izučavanje prirodnih pojava uz razvijanje matematičkog mišljenja pri različitim merenjima), *eksperimenti za primenu naučenog sadržaja*, *eksperimenti za ponavljanje i prisećanje naučenog gradiva* i *eksperimenti verifikacije* (koriste se za potvrđivanje i dokazivanje ispitivanog sadržaja) (Cvjetićanin 2017).

Za izvođenje eksperimenata koriste se dve vrste instrukcija – eksplicitna i implicitna. Ključni cilj instruktivnog pristupa učenju je da učenici ovladaju naučnim konceptima kroz praktične aktivnosti, da budu zainteresovani i da izraze pozitivan stav za učenje sadržaja prirodnih nauka, a što bi se odrazilo i na ishode učenja u smislu postignuća, izraženo u kvantumu, kvalitetu i retenciji znanja. U literaturi se mogu pronaći i termini za instrukcije, uputstvo za učenike, vođenje učenika tokom učenja i poučavanja, strategije zasnovane na upitima i slično (Ibidem).

Eksplicitnu instrukciju definiše viši stepen vođenja od strane učitelja, koji dizajnira pristup kako bi učenici mogli nesmetano i olakšano da usvoje naučne koncepte, ali većim delom stavlja učenika u pasivan položaj (Martin & Evans 2018; Stockard et al. 2018). Za razliku od eksplicitne, implicitnu instrukciju definiše minimalni stepen vođenja tokom sticanja znanja, učenici su misaono aktivni i više usmereni na sadržaj koji se izučava, te su u poziciji da sami uočavaju koncepte, konstruišu i izvode zaključke, a opisuje je i mogućnost povratne informacije o realizovanoj aktivnosti (Loibli & Rummel 2013). O prednostima i nedostacima oba pristupa se često raspravlja, kako bi se mogao steći uvid u prednosti pristupa koje bi mogle uticati na ishode učenja.

Intenzitet vođenja u okviru svake instrukcije može da varira od jakog do slabog vođenja (Kaneza et al. 2023). Pojmove direktna (eksplicitna) i indirektna (implicitna) instrukcija Saeverot (2022) je definisao kao dve „linije“. Eksplicitnu je razjasnio kao pravu liniju, kao kraći i brži put za stizanje do cilja, pri čemu nastavnik govori učeniku koje postupke primenjuje u radu i učenju, dok je implicitnu razjasnio kao krivu liniju, gde nastavnik samo navodi učenika na postupak u radu i učenju i time podstiče učenike na razmišljanje i samostalno zaključivanje. Autor zaključuje da su obrazovanju potrebne obe instrukcije.

Empirijski podaci (Kiran 2022; Strat et al. 2023) ukazuju da bi trebala postojati veza između ishoda učenja primenom instrukcija i adekvatne pripremljenosti i kompetentnosti nastavnika za primenu nastavnih strategija. Relevantna literatura o primeni različitih vrsta instrukcija u realizaciji eksperimenata ukazuje na istraživanja koja ispituju kompetencije nastavnika i njihovu spremnost za primenu laboratorijskih aktivnosti u nastavi prirodnih nauka (Valls-Bautista et al. 2021), spremnost da izgrade svoje znanje u podučavanju kroz ovakav vid nastave, odnosno da ulože veći trud i više praktičnog iskustva (Irwanto Saputro et al. 2019). S druge strane, polazeći od preferencija nastavnika u vezi sa dizajniranjem instrukcija, Saribas (2015) je u svom istraživanju došao do rezultata da nastavnici imaju poteškoće u dizajniranju implicitne instrukcije jer zahteva viši nivo kompleksnosti, a što se može vezati za nedostatak

iskustva u tom domenu, te da više primenjuju direktnu/eksplicitnu instrukciju. S tim u vezi, pregledom vladajućih stavova u okviru ove tematike, ukazuje se da je neophodno dalje unapređivanje nastavne prakse kroz stručne seminare, radionice, kurseve, odnosno profesionalne podrške nastavnicima (Oguoma et al. 2019).

3. METOD RADA

Pretražena su istraživanja o primeni LEM-a i HOE u diferenciranoj i integriranoj nastavi prirodnih nauka objavljena do aprila 2024. godine u časopisima, zbornicima i akademskim knjigama u bazama: Scopus, Web of Science (WOS), Directory of Open Access Journals (DOAJ), Directory of Open Access Books (DOAB), OPEN J-Gate, Srpski nacionalni citatni indeks (SCIndeks) i Hrcak portal naučnih časopisa Republike Hrvatske (Hrcak). Pri pretraživanju su korišćene ključne reči: LEM, HOE, eksperimenti, nastava prirodnih nauka, integrirana nastava prirodnih nauka, hemija, fizika, biologija, ekologija, učenje prirodnih nauka. Analizirana je sva literatura koja je objavljena na engleskom, srpskom, hrvatskom, bosanskom i crnogorskom jeziku. Posle identifikacije istraživanja koja se odnose na primenu LEM-a i HOE u nastavi diferenciranih i integriranih prirodnih nauka pristupilo se analizi istraživanja primenom sistema preporuka, procena i evaluacije za analizu naučnih istraživanja (GRADE). Prioritet je dat istraživanjima koji u sebi obuhvataju sistemski pregled i metaanalizu istraživanja.

4. LEM UZ EKSPPLICITNE I IMPLICITNE INSTRUKCIJE U NASTAVI PRIRODNIH NAUKA

Komparativna analiza istraživanja primene LEM i drugih nastavnih metoda

Pregledom relevantnih naučnih istraživanja koja su se bavila uporednom analizom primene LEM-a u nastavi diferenciranih prirodnih nauka u odnosu na druge nastavne metode na različitim varijablama istraživanja, uviđaju se različiti rezultati i zaključci autora. Uporednim doprinosom primene LEM i tradicionalnog pristupa nastavi u kategorijama kognitivnog i afektivnog domena bavi se nekoliko studija. Tako u istraživanju Ateş & Eryilmaz (2011) koje je sprovedeno sa učenicima devetog razreda podeljenim u dve grupe – eksperimentalnu, gde su primenjene praktične aktivnosti, i kontrolnu, gde je primenjen tradicionalan pristup, kako bi se ispitala efikasnost praktičnih aktivnosti i utvrdili stavovi učenika o jednostavnim električnim kolima, rezultati su potvrdili efikasnost praktičnih aktivnosti kod veće angažovanosti i

postignuća učenika u odnosu na tradicionalan pristup, dok kod iskazanih stavova o načinu usvajanja znanja nema značajne razlike između grupa. U sličnoj istraživačkoj studiji Hashim et al. (2015) ispitivan je uporedni odnos primene praktičnih eksperimentalnih aktivnosti u kontekstu istraživačkog rada i tradicionalnog pristupa vezano za postignuća i razvijanje stavova učenika srednje škole prema prirodnim naukama. Rezultati su pokazali da su učenici eksperimentalne grupe koji su se bavili eksperimentalnim radom pokazali bolje postignuće u odnosu na učenike koji su slušali nastavnikova predavanja, ali da nema značajne razlike u promeni stava prema prirodnim naukama u odnosu na postignuće. Slični rezultati dobijeni su i kod drugih istraživača (Kibirige Maake & Mavhunga 2014; Prokop & Fančovičová 2017).

Primena LEM u okviru praktičnog rada učenika pokazala se posebno značajnom u podsticanju i razvoju kreativnosti učenika i nastavnika, a naročito kritičkog razmišljanja i snažne motivacije učenika (Shana & Abulibdeh 2020). Pri ispitivanju razvijanja i podsticanja radoznalosti učenika za praktične aktivnosti sadržaja iz hemije, uočava se radoznalost učenika samo kod grupnog oblika rada, a autori Kibga et al. (2021) ukazuju na značaj uključivanja svakog učenika u ceo postupak rada. Kada se uporedi doprinos primene LEM i drugih nastavnih metoda postignuću i retenciji znanja učenika, interesovanju za eksperimentalni rad, motivaciji i slično, rezultati navode na različite zaključke o obrazovnim ishodima. U istraživanju Husnaini & Chen (2019) poređena je primena laboratorijskih eksperimenata realizovanih u virtuelnoj laboratoriji i eksperimenata realizovanih u fizičkoj laboratoriji kada se učilo o fizičkom klatnu u cilju ispitivanja konceptualnog razumevanja nauke, procesa istraživanja i motivacije za rad. U virtuelnoj laboratoriji korišćeni su simulacioni modeli klatna, dok su u fizičkoj laboratoriji korišćene aplikacije primenom digitalnih tehnologija. Rezultati su pokazali da su oba pristupa bila podjednako efikasna kod usvajanja jednostavnijih koncepata, dok se virtuelna laboratorija pokazala efikasnijom kod usvajanja složenijih koncepata.

Komparativna analiza istraživanja primene različitih vrsta instrukcija u nastavi

Kod uporedne analize tri nastavna pristupa i to eksperimenata uz eksplicitnu instrukciju, eksperimenata uz implicitnu instrukciju u okviru LEM i tradicionalnog pristupa radu vezano za postignuće učenika i razvoj veština kada se izučavaju sadržaji iz hemije, autori Kaneza et al. (2023) su došli do rezultata koji ukazuju da nema statistički značajne razlike između efikasnosti primene eksperimenata uz različite instrukcije. S druge strane, rezultati ukazuju da laboratorijski rad podstiče i razvija

veštine kod učenika u odnosu na tradicionalan pristup radu. Studija Kiran (2022) o realizaciji nastave prirodnih nauka imala je za cilj da ispita uverenja nastavnika o efikasnosti laboratorijskog kursa zasnovanog na različitim vrstama instrukcija kao i identifikovanje načina na osnovu kojih je došlo do promena u efikasnosti nastavnog pristupa. Rezultati dobijeni kvalitativnom analizom podataka pokazali su malu i skoro beznačajnu razliku u efikasnosti nastave koja se povezuje sa nedostatkom nastavne prakse nastavnika i neprilagođenošću laboratorijskoj metodi zasnovanoj na instrukcijama. Istraživanjem Irinoye et al. (2015) o uticaju različitih nastavnih pristupa (istraživački zasnovanog učenja, gde se akcenat stavlja na samostalnost učenika u radu i demonstracionih eksperimenata, gde se primenjuje eksplicitna instrukcija) na postignuća učenika i trajnost njihovog znanja kada se uče sadržaji iz oblasti hemije, dobijeni su rezultati koji pokazuju prednosti samostalnog rada učenika. Dakle, učenici koji su nastavne sadržaje iz hemije usvajali primenom vođenog istraživanja na testovima znanja su pokazali bolje postignuće i dugotrajnija znanja u odnosu na učenike koji su vođeni demonstracionom metodom rada. S druge strane, u istraživanjima autora Kruit et al. (2018) učenici petog i šestog razreda osnovne škole podučavani su eksplicitnom i implicitnom instrukcijom, a rezultati njihovog postignuća na testovima znanja pokazali su da sticanje i razvoj istraživačkih veština ide u prilog eksplicitne instrukcije. U drugoj studiji autora Kalthoff et al. (2018) o primeni eksplicitnog podučavanja učenika, zaključeno je da se podučavanjem eksplicitnom instrukcijom, u zavisnosti od stepena instrukcije, kod učenika ne utiče značajno na sticanje eksperimentalnih i sadržajnih veština.

Komparativna analiza istraživanja povezanosti doprinosa nastavnih metoda sa postignućima učenika, njihovom motivacijom i zainteresovanosti za učenje

S obzirom na širok spektar nastavnih tema o prirodnim pojavama i procesima istraživači su se bavili ispitivanjem različitih varijabli, posebno kako bi se sagledala efikasnost eksperimenata na različitim kognitivnim i afektivnim obrazovnim domenima. U ispitivanju angažovanja i praktičnih veština učenika primenom praktičnih aktivnosti iz hemije rezultati su pokazali pozitivne ishode u smislu većeg angažovanja i pozitivnijeg iskustva tokom realizacije hemijskih sadržaja kroz praktičan rad (Iyamuremye et al. 2023). Takođe, učenici su radoznaliji za časove hemije kada manipulišu poznatim materijalom tokom praktičnih aktivnosti (Kibga et al. 2021). U poređenju demonstracionih i učeničkih eksperimenata, učenici iskazuju da više vole kada samostalno izvode eksperimente (Logar & Ferek Savec 2011).

Angažman učenika je veći nakon intervencije zasnovane na instrukcijama (Maxwell et al. 2015). Učenici podučavani o fizičkim konceptima putem virtuelne laboratorije takođe su pokazali bolje rezultate na posttestu od učenika podučavanih tradicionalnom metodom (Umukozi et al. 2023).

5. HOE U OKVIRU LEM UZ EKSPPLICITNE I IMPLICITNE INSTRUKCIJE

U uzrastu od 7 do 11 godina u početnoj nastavi prirodnih nauka učenici u većini obrazovnih sistema prirodne pojave i procese usvajaju u integrisanom obliku. Primena HOE tokom realizacije sadržaja integrisanih prirodnih nauka ima značajnu ulogu u postizanju pozitivnih ishoda usvajanja znanja, a posebno uz određeni nivo instrukcije. Uporedo sa eskalacijom nastavnih zahteva i složenosti sadržaja nastavnih predmeta, u cilju smanjenja kognitivnog opterećenja učenika, menja se i stepen instrukcije (Sweller 2020) pomoću koje se realizuje eksperiment.

Komparativna analiza istraživanja primene HOE uz različite vrste instrukcija i drugih nastavnih metoda

Neuporedivo je manje istraživanja o doprinosu različitih vrsta instrukcija pri realizaciji eksperimenata u nastavi integrisanih prirodnih nauka u odnosu na diferenciranu nastavu prirodnih nauka. Najpre, uporednom analizom HOE i tradicionalnog pristupa u nastavi integrisanih prirodnih nauka u dostupnim istraživačkim radovima uviđaju se uglavnom prednosti HOE na različitim varijablama istraživanja kognitivnog i afektivnog domena.

U istraživačkoj studiji Cvjetićanin i sar. (2010), čiji je cilj bio da se ispita doprinos primene HOE uz implicitnu instrukciju kvalitetu i kvantumu znanja učenika, rezultati su pokazali da je primena HOE znatno doprinela učeničkom postignuću na testovima znanja u odnosu na predavački pristup. U sličnoj studiji autora Cvjetićanina (2017a) ispitivan je uporedni odnos doprinosa HOE uz implicitna instruktivna uputstva od strane učitelja i tradicionalnog pristupa radu gde je primenjena verbalno-tekstualna metoda tokom izučavanja sadržaja o vazduhu. Istraživanje pokazuje da su učenici koji su samostalno izvodili eksperimente u manjim grupama uz uputstva na instruktivnim listićima iskazali kvalitetnija i trajnija znanja na posttestu i retestu i to na nivou analize, evaluacije i sinteze u odnosu na učenike koji su iste sadržaje učili primenom verbalno-tekstualne metode i frontalnog oblika rada. Preporuka autora je

da HOE budu češće zastupljeni kada god se izučavaju nastavni sadržaji koji su pogodni za takav vid rada.

Komparativna analiza istraživanja primene HOE uz različite vrste instrukcija i povezanost doprinosa nastavnih pristupa sa postignućima učenika, motivacijom i zainteresovanošću za učenje

Pored značajnog postignuća učenika kada su podučavani višim stepenom vođenja, gde je primenjena direktna instrukcija i upućena istraživačka pitanja, u odnosu na niži stepen vođenja uz istraživačka pitanja bez direktne instrukcije, rezultati studije autora Matlen & Klahr (2013) pokazali su da su učenici vođeni višim stepenom instrukcije stekli bolje razumevanje u odnosu na učenike koji su podučavani minimalnim stepenom vođenja od strane učitelja. U istraživačkoj studiji Maričić et al. (2023), čiji je cilj bio ispitati korelaciju između postignuća učenika i njihovog angažovanja kada primenom simulacionih eksperimenata i uz različite vrste instrukcija (eksplicitnu i implicitnu) usvajaju sadržaje o statičkom elektricitetu, rezultati su pokazali da učenici koji su podučavani primenom simulacionih HOE uz implicitnu instrukciju pokazuju viši nivo konceptualnog razumevanja sadržaja. Takođe, simulacioni HOE imaju veći uticaj na percipirano angažovanje učenika koji su podučavani uz implicitnu instrukciju u odnosu na učenike koji su podučavani primenom HOE uz eksplicitnu instrukciju.

U poređenju doprinosa primene HOE uz eksplicitnu instrukciju i HOE uz implicitnu instrukciju na kvalitet znanja učenika trećeg razreda osnovne škole iskazan na testovima znanja (pretest, posttest i retest), autori Cvjetićanin i Maričić (2022) zaključuju da oba pristupa treba primenjivati tokom realizacije sadržaja integrisanih prirodnih nauka. Naglašavaju da prioritet ipak treba dati implicitnom pristupu, gde se po rezultatima uočava statistička značajnost i viši nivo postignuća kada su u pitanju kritička prosuđivanja učenika, odnosno na kognitivnom nivou „evaluiram“. Kod naučne studije čiji je predmet istraživanja takođe bio usmeren na poređenje oba instruktivna pristupa kada se izučavaju sadržaji integrisanih prirodnih nauka i pored postignuća na testovima znanja, Zhang (2019) je došao do rezultata koji pokazuju da učenici bolje znaju, razumeju i primenjuju stečena znanja kada se podučavaju eksplicitnom instrukcijom. U istraživačkoj studiji Maričić et al. (2022) ispitivan je uticaj HOE uz eksplicitnu instrukciju, bez zadržavanja odgovora i fizičke manipulacije, i HOE uz implicitnu instrukcije uz zadržavanje odgovora i uz fizičku manipulaciju na konceptualno razumevanje učenika tokom izučavanja sadržaja o

magnetizmu. Autori su došli do rezultata koji pokazuju da je primena HOE uz implicitnu instrukciju uz zadržavanje odgovora i uz fizičku manipulaciju priborom doprinela boljem konceptualnom razumevanju učenika u području višeg kognitivnog nivoa – „stvaram“ u odnosu na poređenu grupu učenika, a kako autori zaključuju, rezultati doprinose većoj motivaciji učenika za samostalnost u nastavnim aktivnostima. S druge strane, u kontekstu istraživanja koje utvrđuje nivo razumevanja naučenih sadržaja i postignuća učenika na testovima znanja, dobijeni rezultati ukazuju da nema značajne razlike u primeni obe instrukcije kada je u pitanju transfer znanja, te ukazuju da bi ovi pristupi trebali da budu uslovljeni različitim nastavnim kontekstom (Chase & Klahr 2017). Kada se sagleda doprinos HOE uz različite instrukcije u području afektivnog domena uočavaju se rezultati koji pokazuju veću motivaciju i zainteresovanost učenika za učenje integrisanih prirodnih nauka kada uče uz pomoć HOE (Golubović-Ilić 2011; Dhanapal & Wan Zi Shan 2014) u odnosu na slušanje predavanja od strane nastavnika.

6. ZAKLJUČAK

Kada se sumiraju rezultati dostupnih naučnih istraživanja o doprinosu LEM-a pri realizaciji različitih sadržaja diferenciranih prirodnih nauka (biologija, hemija, fizika, ekologija i druge) u odnosu na druge nastavne metode (tradicionalna, istraživačka...) zaključuje se da LEM više doprinosi postignućima, trajnosti znanja učenika o prirodnim sadržajima kao i njihovoj unutrašnjoj motivaciji i angažovanju da uče.

Neuporedivo je više naučnih istraživanja o diferenciranoj nastavi prirodnih nauka u odnosu na nastavu integrisanih prirodnih nauka o primeni LEM-a za realizaciju sadržaja, koja se bave uporednom analizom doprinosa LEM-a naspram drugih metoda učenja kao i razlikom u doprinosu eksplicitnih i implicitnih instrukcija uz primenu eksperimenata na postignuća i trajnost znanja učenika. Dosadašnja istraživanja o primeni LEM-a u realizaciji sadržaja integrisanih i diferenciranih prirodnih nauka ukazuju da primena HOE u odnosu na druge metode učenja neuporedivo više doprinosi postignućima i trajnosti znanja učenika kao i na razvijanje njihovih istraživačkih i eksperimentalnih veština. Ne postoji jedinstven stav istraživača kojoj vrsti instrukcija dati prednost pri realizaciji eksperimenata u diferenciranoj nastavi prirodnih nauka, odnosno HOE u nastavi integrisanih prirodnih nauka. Mnogi istraživači ukazuju na prednosti i jednog i drugog pristupa. Fokus istraživača je i na strukturiranju, odnosno dizajnu instruktivnog pristupa u nastavi, što ukazuje da se instrukcije mogu realizovati na različite načine u različitim kontekstima.

Sagledavanjem ishoda oba instruktivna pristupa, važno je obratiti pažnju na uzroke koji mogu dovesti do slabosti u efektima primene jedne ili druge instrukcije i raditi na otklanjanju tih slabosti u cilju što veće aktivnosti učenika i njihovog značajnijeg postignuća u sticanju znanja. Autori nalaze i različita objašnjenja kada su u pitanju slabosti pojedinih instrukcija, ali iz svega proizilazi jedan osnovni cilj – da se svakom učeniku omogući učenje zasnovano na ličnom iskustvu, da samostalno uviđa, rezonuje, zaključuje i kritički preispituje, odnosno da aktivno učestvuje u nastavnom procesu.

U istraživanjima se sugerije da treba unaprediti i nastavne kompetencije nastavnika za instruktivno vođenje, posebno za dizajn instrukcija i razmenu iskustava tokom horizontalnog učenja. Važno je nastaviti istraživanje na svim nivoima obrazovanja u prirodnim naukama (integriranoj i diferenciranoj nastavi prirodnih nauka) o uticaju instrukcija pri realizaciji eksperimenata različite složenosti kako bi se dobio jasniji uvid kada dati prednost eksplicitnoj, odnosno implicitnoj instrukciji za realizaciju eksperimenata pri obradi određenog sadržaja, a sve kako bi učenici ostvarili maksimalna postignuća i trajnost znanja, te razvijali istraživačke i eksperimentalne veštine.

LITERATURA

1. Akani, Omiko (2015), “Laboratory teaching: Implication on students’ achievement in chemistry in secondary schools in Ebonyi State of Nigeria”, *Journal of Education and Practice*, 6(30), 206-213.
2. Ateş, Özlem, Ali Eryilmaz (2011), “Effectiveness of hands-on and minds-on activities on students’ achievement and attitudes towards physics”, *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 12(1), 1-22.
3. Chase, Cathetrine C., David Klahr (2017), “Invention versus direct instruction: For some content, it’s a tie”, *Journal of Science Education and Technology*, 26(6), 582–596.
4. Cvjetičanin, Stanko, Mirjana Maričić (2022), “Doprinos primene direktne u odnosu na indirektnu Hands-on instrukciju na postignuća učenika u početnom obrazovanju u prirodnim naukama”, *Inovacije u nastavi*, 35(1), 75–90.
5. Cvjetičanin, Stanko, Mirjana Segedinac, Tibor Halaši (2010), “Značaj primene metode eksperimenta u razrednoj nastavi”, *Nastava i vaspitanje*, 2, 173-189.

6. Cvjetićanin, Stanko (2017), *Metodika nastave prirodnih nauka*, Pedagoški fakultet, Sombor
7. Cvjetićanin, Stanko (2017a), “Doprinos laboratorijsko-eksperimentalne metode kvalitetu znanja učenika razredne nastave o prirodi”, *Pedagogija*, 2, 205-219.
8. Dhanapal, Saroja, Evelyn Wan Zi Shan (2014), “A study on the effectiveness of hands-on experiments in learning science among year 4 students”, *International Online Journal of Primary Education*, 3(1), 29-40.
9. Golubović-Ilić, Irena (2011), “Stavovi i mišljenja učenika o primeni laboratorijsko-eksperimentalne metode u nastavi prirode i društva”, *Pedagogija*, 4, 674-685.
10. Hashim, Abdulkarim, Tarring El Sheik Ababkr, Nada Sid Ahmad Eljack (2015), “Effects of Inquiry Based Science Teaching on Junior Secondary School Students’ Academic Achievements: A Case Study in Hadejia Zonal Education Area of Jigawa state, Nigeria”, *SUST Journal of Humanities*, 16(1), 156-169.
11. Husnaini, Siti Jamiatul, Sufen Chen (2019), “Effects of guided inquiry virtual and physical laboratories on conceptual understanding, inquiry performance, scientific inquiry self-efficacy, and enjoyment”, *Physical Review Physics Education Research*, 15(1), 010119.
12. Hırça, Necati (2013), “The influence of hands on physics experiments on scientific process skills according to prospective teachers’ experiences”, *European Journal of Physics Education*, 4(1), 1-9.
13. Irinoye, James, Foloruso Bamidele, Akeem Adedeji Adetunji, Babatunde Adedeji Awodele (2015), “Relative effectiveness of guided inquiry and demonstration methods on students’ performance in practical chemistry in secondary schools in Osun State, Nigeria”, *Advances in Social Sciences Research Journal*, 2(2), 21-30.
14. Irwanto, Irwanto, Anip Dwi Saputro, Eli Rohaeti, Anti Prodjosantoso (2019), “Using inquiry-based laboratory instruction to improve critical thinking and scientific process skills among preservice elementary teachers”, *Eurasian Journal of Educational Research*, (80), 151–170.
15. Iyamuremye, Alois, Jean Piere Mboniyubwabo, Agnes Mbonyiryivuze, Fidele Hagenimana, Martin Butera, Pascal Niyonderera, Fidele Ukobizaba (2023), “Enhancing Understanding of Challenging Chemistry and Physics Concepts in Secondary Schools of Kayonza District through Computer Simulation-

- Based Learning”, *Journal of Classroom Practices*, 2(2), 1-28.
16. Kalthoff, Britta, Heike Theyssen, Nico Schreiber (2018), “Explicit promotion of experimental skills. And what about the content-related skills?”, *International Journal of Science Education*, 40(11), 1305–1326.
 17. Kaneza, Pascal, Jean Baptiste Nkurunziza, Innocent Twagilimana (2023), “Effect of Hands-on Laboratory Experiment and Demonstration Teaching Techniques on Rwandan Secondary School Students’ Academic Performance in Solutions and Titration”, *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 28(1), 44–56.
 18. Kibga, Esther S., John Sentongo, Emanuel Gakuba (2021), “Effectiveness of Hands-On Activities to Develop Chemistry Learners’ Curiosity in Community Secondary Schools in Tanzania”, *Journal of Turkish Science Education*, 2021, 18(4), 605-621.
 19. Kibirige, Israel, Maake M. Rebeca, Francis Mavhunga (2014), “Effect of Practical Work on Grade 10 Learners’ Performance in Science in Mankweng Circuit”, South Africa, Mediterranean, *Journal of Social Sciences*, 5(23), 1568-1577.
 20. Kiran, Dekant (2022), “Examining the efficacy change of preservice science teachers: Does an inquiry-based laboratory instruction make a difference? A mixed method study”, *International Journal of Science Education*, 44(9), 1–22.
 21. Kruit, Patricia M., Ron J. Oostdam, Euwe Van den Berg, Jaap Schuitema (2018), “Effects of explicit instruction on the acquisition of students’ science inquiry skills in grades 5 and 6 of primary education”, *International Journal of Science Education*, 40(4), 421–441.
 22. Loibl, Katharina, Nikol Rummel (2013), “The impact of guidance during problem-solving prior to instruction on students’ inventions and learning outcomes”, *Instructional Science*, 42(3), 305-326.
 23. Logar, Ana, Vesna Ferk-Savec (2011), “Students’ hands-on experimental work vs lecture demonstration in teaching elementary school chemistry”, *Acta Chimica Slovenica*, 58(4), 866-875.
 24. Maričić, Mirjana, Stanko Cvjetičanin, Branko Anđić, Mia Marić, Aleksandar Petojević (2023), “Using instructive simulations to teach young students simple science concepts: Evidence from electricity content”, *Journal of Research on Technology in Education*, 1-20.
 25. Maričić, Mirjana, Stanko Cvjetičanin, Milica Andevski, Branko Anđić

- (2022), “Effects of Withholding Answers Coupled with Physical Manipulation on Students’ Learning of Magnetism-related Science Content”, *Research in Science and Technological Education*, 41(4), 1596–1616.
26. Maričić, Mirjana, Stanko Cvjetičanin, Branko Andjić (2019), “Teacher demonstration and student hands-on experiments in teaching integrated sciences”, *Journal of Baltic Science Education*, 18(5), 768-779.
27. Martin, Andrew J., Paul Evans (2018), “Load reduction instruction: Exploring a framework that assesses explicit instruction through to independent learning”, *Teaching and Teacher Education*, 73, 203–214.
28. Matthews, Michael R. (2002), “Constructivism and Science Education: A Further Appraisal”, *Journal of Science Education and Technology*, 11(2), 121-134.
29. Matlen, Brian J., David Klahr (2013), “Sequential effects of high and low instructional guidance on children’s acquisition of experimentation skills: Is it all in the timing?”, *Instructional Science*, 41(3), 621-634.
30. Maxwell, Deborah O., Dawn T. Lambeth, J. T. Cox (2015), “Effects of using inquiry-based learning on science achievement for fifth-grade students”, *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 16(1), 1-31.
31. Oguoma, Enid, Loyiso Jita, Thuthukle Jita (2019), “Teachers’ concerns with the implementation of practical work in the physical sciences curriculum and assessment policy statement in South Africa”, *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 23, 27–39.
32. Prokop, Pavol, Jana Fančovičová (2017), “The effect of hands-on activities on children’s knowledge and disgust for animals”, *Journal of Biological Education*, 51(3), 305314.
33. Saeverot, Herner (2022), *Indirect Education. Exploring Indirectness in Teaching and Research*, Routledge, London / New York
34. Saribas, Deniz (2015), “Pre-service elementary teachers’ preferences and competencies in relation to inquiry-based instruction and high quality questions”, *The Anthropologist*, 22(2), 227–236.
35. Singh, Sunita, Sangeeta Yaduvanshi (2015), “Constructivism in Science Classroom: Why and How”, *International Journal of Scientific and Research Publications*, 5(3), 1-5.
36. Shana, Zuhrich, Enas S. Abulibdeh (2020), “Science practical work and its impact on students’ science achievement”, *Journal of Technology and Science Education*, 10(2), 199-215.

37. Stockard, Jean, Timothy W. Wood, Cristy Coughlin, Catitlin Rasplica Khoury (2018), “The effectiveness of direct instruction curricula: A meta-analysis of a half century of research”, *Review of Educational Research*, 88(4), 479–507.
38. Strat, Tonje Tomine Selend, Ellen Karoline Henriksen, Kirsti Marie Jegstad (2023), “Inquiry-based science education in science teacher education: a systematic review”, *Studies in Science Education*, 1-59.
39. Sweller, John (2020), “Cognitive load theory and educational technology”, *Educational Technology Research and Development*, 68(1), 1–16.
40. Umukozi, Augustin, Lakhan Lal Yadav, Jean Bosco Bugingo (2023), “Effectiveness of Virtual Labs on Advanced Level Physics Students’ Performance in Simple Harmonic Motion in Kayonza District, Rwanda”, *African Journal of Educational Studies in Mathematics and Sciences*, 19(1), 85-96.
41. Valls-Bautista, Cristina, Anna Solé-Llussà, Marina Casanoves (2021), “Pre-service teachers’ acquisition of scientific knowledge and scientific skills through inquiry-based laboratory activity”, *Higher Education, Skills and Work-Based Learning*, 11(5), 1160–1179.
42. Zhang, Lin (2019), ““Hands-on” plus “inquiry”? Effects of withholding answers coupled with physical manipulations on students’ learning of energy-related science concepts”, *Learning and Instruction*, 60, 199–205.

LABORATORY EXPERIMENTAL METHOD WITH INSTRUCTIONAL APPROACH – “HANDS-ON” EXPERIMENTS

Summary:

The application of the laboratory experimental method (LEM) in the teaching of natural sciences implies the application of experiments. In the initial teaching of natural sciences, for ages 7 to 11 (teaching of integrated natural sciences), experiments are most often called (hands-on experiments) HOE in the available literature. There is no unified opinion among researchers as to whether one or both types of instruction (explicit or implicit) should always be applied in the realization of the content of natural sciences when conducting experiments in the teaching of differentiated or integrated natural sciences, as well as whether to give preference to LEM over others learning methods or LEM to combine with other methods. The goal of the work is the analysis and evaluation of previous research LEM in natural

science teaching with special reference to the application of HOE in the initial teaching of natural sciences in order to see more clearly the guidelines for their application in the realization of different contents of natural sciences in a differentiated and integrated form. Researches that include systematic reviews and meta-analysis of the application of LEM, that is, HOE in the teaching of differentiated and integrated natural sciences until April 2024, were selected. The results are systematically consolidated in a narrative form. Recommendation, assessment and evaluation systems were used to analyze scientific research on this topic. The following scientific databases were used: Scopus, Web of Science (WOS), Directory of Open Access Journals (DOAJ), Directory of Open Access Books (DOAB), OPEN J-Gate, Serbian National Citation Index (SCIndeks) and Hrčak Portal of Science magazine of the Republic of Croatia (Hrčak). In the research, the results mainly point to the advantages of applying LEM and HOE in relation to the traditional approach to work and that LEM can be combined with modern teaching methods, while in the comparison of the application of different types of instruction, the positive sides of both approaches are observed, which points to a broader view of the application of the mentioned educational methods. approaches.

Key words: Laboratory experimental method; “Hands-on” experiments; explicit instruction; implicit instruction; teaching of integrated natural sciences

Adrese autora
Authors' address

Jasmina Damjanović
Visoka škola strukovnih studija za vaspitače i poslovne informatičare - Sirmium,
Sremska Mitrovica
vs.jasmina.damjanovic@gmail.com

Stanko Cvjetićanin
Univerzitet u Novom Sadu
Pedagoški fakultet u Somboru
stanko.cvjeticanin@gmail.com

Gordana Kozoderović
Univerzitet u Novom Sadu
Pedagoški fakultet u Somboru
gocakozoderovic@gmail.com