

Ova monografija uključuje niz vrlo vrijednih radova koji s različitih stajališta promišljaju mjesto i ulogu metodikâ u suvremenoj znanosti i odgojno-obrazovnom sustavu. Ono što posebno odlikuje mnoge od uključenih radova, i što monografiju na neki način čini sadržajno i metodološki inovativnom u odnosu na dosadašnje publikacije o metodikama, jest razmatranje problema polazeći od znanstveno utemeljenih spoznaja. Čitatelj može jasno zaključiti da suvremene predmetne metodike u Hrvatskoj postaju istinske znanstvene discipline koje se bave znanstveno relevantnim problemima, koriste suvremene znanstvene istraživačke metode (kvantitativne, kvalitativne i miješane) te nude vrijedne nove znanstvene uvide.

Prof. dr. sc. Jelena Mihaljević Djigunović
Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Znanstvena monografija *Metodike u suvremenom odgojno-obrazovnom sustavu* prinos je daljnjem razvoju opće metodike nastave kao interdisciplinarne znanosti o poučavanju nastavnih predmeta. Ona svjedoči da metodike nastave pojedinih predmeta nisu specijalne didaktike, tj. da nisu grane didaktike pa da sukladno tome ne ulaze u znanstveno polje pedagogije, odnosno didaktike, nego su interdisciplinarne znanosti s pretežitim udjelom supstratne znanosti. Iz popisa autora monografije se vidi da metodiku nastave pojedinih kolegija u visokoškolskoj nastavi ne razvijaju pedagozi/didaktičari nego znanstvenici ponikli iz supstratnih znanosti čijem metodičkom profiliranju doprinosi poslijediplomska specijalizacija iz teorije nastave pojedinih predmeta.

Prof. emeritus dr. sc. Nikola Pastuović
Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Jedan od aktualnih problema metodike pojedinih nastavnih predmeta u odgojno-obrazovnom sustavu je njihova nedovoljna utemeljenost na znanstvenim spoznajama. Zato je potrebno stalno analizirati učinke različitih metoda u cilju pronalaženja kvalitetnijih postupaka za razvoj sposobnosti, osobina i znanja učenika. Ova znanstvena monografija sadrži znanstveno utemeljene priloge iz različitih struka i na taj način doprinosi znanstvenom utemeljenju metodičkih postupaka koji racionaliziraju proces učenja i poučavanja pojedinih nastavnih predmeta.

Prof. dr. sc. Dinko Vuleta
Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu



METODIKE U SUVREMENOM ODGOJNO-OBRAZOVNOM SUSTAVU



AKADEMIJA ODGOJNO-OBRAZOVNIH
ZNANOSTI HRVATSKE

METODIKE U SUVREMENOM ODGOJNO-OBRAZOVNOM SUSTAVU

Urednici:
Dragan Milanović
Ante Bežen
Vlatka Domović

**AKADEMIJA ODGOJNO-OBRAZOVNIH
ZNANOSTI HRVATSKE**

METODIKE U SUVREMENOM ODGOJNO-OBRAZOVNOM SUSTAVU

Urednici:
Dragan Milanović
Ante Bežen
Vlatka Domović

Zagreb, svibanj 2013.

Nakladnik **Akademija odgojno-obrazovnih znanosti Hrvatske**

Za nakladnika prof. dr. sc. Dragan Milanović

Urednički odbor dr. sc. Branislava Baranović
 prof. dr. sc. Ante Bežen
 prof. dr. sc. Zoran Curić
 prof. dr. sc. Vlatka Domović
 prof. emeritus dr. sc. Vladimir Findak
 mr. sc. Ivan Marijanović
 prof. dr. sc. Dragan Milanović
 prof. dr. sc. Ivan Prskalo
 prof. dr. sc. Vlasta Vizek-Vidović
 prof. dr. sc. Antonija Žižak

Urednici prof. dr. sc. Dragan Milanović
 prof. dr. sc. Ante Bežen
 prof. dr. sc. Vlatka Domović

Recenzenti prof. dr. sc. Jelena Mihaljević-Djigunović
 prof. emeritus dr. sc. Nikola Pastuović
 prof. dr. sc. Dinko Vuleta

Lektura Božica Vuić, prof.

Korektura dr. sc. Marija Lorger

Naklada 500 primjeraka

Priprava SENIKO studio d.o.o., Zagreb

Tisak Tiskara Zelina, Sv. Ivan Zelina

CIP – Katalogizacija u publikaciji

Nacionalna i sveučilišna knjižnica, Zagreb

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 841482.

ISBN 978-953-96308-0-3

ISTRAŽIVAČKO UČENJE KAO SREDSTVO I CILJ PRIRODOZNANSTVENOG OBRAZOVANJA: PSIHOLOGIJSKA PERSPEKTIVA

Zrinka Ristić Dedić, Institut za društvena istraživanja u Zagrebu

SAŽETAK

Suvremeno prirodoznanstveno obrazovanje stavlja izraziti naglasak na sudjelovanje učenika u istraživačkim aktivnostima kao obrazovni cilj te promiče induktivno, istraživačko učenje kao ono koje, uz konstrukciju vlastitog razumijevanja svijeta, kod učenika razvija istraživačke vještine, ali i širi spektar vještina (vještine samostalnog, samoregulirajućeg učenja, komunikacijske vještine, vještine rada u grupi itd.), djelujući istovremeno na povećanje znatiželje i interesa učenika za znanost.

Uključivanje učenika u istraživačke aktivnosti i (samo)upravljanje istraživačkim procesom shvaća se i kao sredstvo (metoda učenja i poučavanja), i kao obrazovni cilj sam po sebi. Osim stjecanja znanja, odnosno razumijevanja sadržaja znanosti te razvijanja istraživačkih vještina, kroz sudjelovanje učenika u istraživačkim aktivnostima razvija se i razumijevanje prirode znanosti i znanja.

U hrvatskom osnovnoškolskom obrazovanju istraživačko učenje je načelno prepoznato kao obrazovni cilj u programima prirodoznanstvenih predmeta, ali nije sustavno implementirano u obrazovnu praksu. Korištenje istraživačkog učenja u nastavi uobičajeno se svodi na povremene demonstracijske pokuse koje provode nastavnici u svrhu ilustracije vlastitih tvrdnji ili na učeničko izvođenje pokusa „po receptu“, bez prave mogućnosti za zauzimanje aktivne uloge u konstrukciji vlastitog znanja i korištenje istraživačkih vještina i viših kognitivnih procesa. U ovakvome obrazovnom kontekstu, u kojem se učenicima ne pruža prikladno obrazovno iskustvo za razvoj kognitivnih i metakognitivnih vještina i strategija potrebnih za učinkovito istraživačko učenje, opravdano se postavlja pitanje razvijenosti i mogućnosti razvoja tih vještina i strategija.

Psihologijska istraživanja razvijenosti znanstvenog razmišljanja kod djece i adolescenata pokazuju da je sudjelovanje učenika u ponavljanim situacijama istraživačkog učenja ključno za razvoj istraživačkih i metakognitivnih vještina i strategija. Pokazuje se, međutim, da samo uvježbavanje istraživačkih vještina i strategija nije optimalna metoda učenja za većinu učenika, već je potrebno izravno jačati metakognitivne vještine i znanja o cilju i strategijama istraživačkog rada.

Ključne riječi: *istraživačko učenje, znanstveno razmišljanje, istraživačke vještine, metakognitivne vještine*

1. UVOD

Cilj je ovog preglednog radarazmotriti položaj i značaj istraživanja (engl. *inquiry*) u okviru suvremenog prirodnoznanstvenog obrazovanja te dati kratki pregled područja psihologijskih istraživanja znanstvenog razmišljanja (engl. *scientific reasoning, scientific thinking, scientific discovery learning*). Unutar toga područja, znanstveno razmišljanje isprva je definirano kao rješavanje znanstvenih problema i usmjereni proces prikupljanja podataka, s ciljem stjecanja znanja u obliku hipoteza ili teorija koje mogu služiti kao generalizacije (Klahr i Dunbar, 1988; Klahr, 2000). Naslanjajući se na Klahrovu definiciju, Dunbar i Fugelsang (2005) ističu da se znanstveno razmišljanje odnosi na mentalne procese koji se koriste kad se rezonira o sadržajima iz područja znanosti i sudjeluje u tipičnim znanstvenim aktivnostima. Zimmerman (2005) ponešto specifičnije određuje da znanstveno razmišljanje uključuje različite kognitivne vještine uključene u otkrivanje, eksperimentiranje, vrednovanje nalaza, donošenje zaključaka i argumentiranje u svrhu znanstvenog razumijevanja i konceptualne promjene, odnosno stvaranja i mijenjanja koncepata i teorija o prirodnom i socijalnom svijetu. Kuhn (2002a) u središte definicije znanstvenog razmišljanja stavlja složeni proces koordiniranja teorija koje učenici imaju o svijetu oko sebe i sebi samima i eksperimentalnih nalaza do kojih učenici dolaze u intencionalnom procesu traženja znanja. Složeni proces koordinacije teorija i nalaza kao temelja znanstvenog razmišljanja podrazumijeva da su za znanstveno razmišljanje važni i procesi (vještine potrage za znanjem/ istraživačke vještine) i produkti (konceptualno razumijevanje) znanstvenog razmišljanja koji su međusobno povezani i međuzavisni (Zimmerman, 2000, 2005, 2007). U novijim istraživanjima znanstvenog razmišljanja upravo je naglasak na praćenju procesa koordinacije učeničkih teorija i nalaza i ispitivanju veza procesa i produkata znanstvenog razmišljanja. U ovome radu ukratko su izloženi i razmatrani rezultati tih istraživanja, posebice u vidu važnosti istraživačkog učenja za prirodnoznanstveno obrazovanje i mogućnosti razvoja istraživačkih vještina učenika pod povoljnim obrazovnim uvjetima.

2. ISTRAŽIVAČKO UČENJE U FOKUSU SUVREMENOG PRIRODOZNANSTVENOG OBRAZOVANJA

Kao posljedica značajnih promjena u konceptualizacijama znanosti, učenja i metodike poučavanja znanosti u posljednjih pedesetak godina, u svimobrazovnim sustavima izrazito jača interes za obrazovnim pristupom koji učenike uvodi u istraživačke aktivnosti (Grandy i Duschl, 2007) i stavlja ih u poziciju provođenja „pravih“ istraživanja kakva prakticiraju znanstvenici (Kuhn, 2005). Sudjelovanjem u istraživačkim aktivnostima, učenici konstruiraju, proširuju i restrukturiraju vlastito znanje o predmetu istraživanja, a ujedno razvijaju istraživačke vještine te jačaju vlastito razumijevanje procesa znanosti i znanstvene spoznaje (Kuhn, 2001, 2002a,

2002b).Kako se kroz istraživačke aktivnosti mijenja repertoar znanja i vještina učenika, uobičajeno se o ovim procesima govori kao o procesima istraživačkog ili induktivnog učenja (engl. *inquiry learning*, *inductive learning*).

Vodeći obrazovni teoretičari uglavnom se slažu u ocjeni važnosti obrazovnog pristupa koji koristi istraživanje za područje prirodoznanstvenog obrazovanja. Taj se pristup najčešće i smatra dijelom prirodoznanstvenog obrazovanja, međutim, on je primjenjiv u različitim predmetnim područjima i obrazovno je relevantan za sve učenike, a ne samo za manji dio onih koji namjeravaju nastaviti svoj profesionalni put u znanstvenim disciplinama (Kuhn, 2005; Zimmerman, 2005). Vrijednost ovoga obrazovnog pristupa očituje se također u tome što se sudjelovanjem učenika u istraživačkim aktivnostima razvijaju i druge važne vještine, prije svega vještine samostalnog, samoreguliranog učenja, komunikacijske vještine i vještine grupnog rada. Osim toga, sudjelovanje u istraživačkim aktivnostima potiče prirodnu znatiželju i potkrepljuju gledanje na svijet, prirodu i društvo kao na pojave koji se mogu zahvatiti na istraživački način (Keselman i Kuhn, 2002).

Usprkos širokoj podršci korištenju istraživanja u prirodoznanstvenom obrazovanju, među obrazovnim teoretičarima i istraživačima ne postoji potpuni konsenzus o tome što istraživanje zapravo jest i što ono obuhvaća (Anderson, 2002; Abd-El-Khalick i sur., 2004; Grandy i Duschl, 2007). Istraživanje se može shvatiti i kao sredstvo, odnosno metoda učenja i poučavanja, i kao obrazovni cilj. Istraživanje kao sredstvo podrazumijeva pristup koji pomaže učenicima u jačanju razumijevanja sadržaja znanosti, odnosno u stjecanju znanja i konceptualnog razumijevanja, dok istraživanje kao cilj podrazumijeva da učenici provode istraživanja u kontekstu znanstvenih sadržaja, ali ne (samo)zato da bi stekli znanje, već zato da bi razvile relevantne istraživačke vještine i epistemološko razumijevanje prirode znanosti. U današnje vrijeme dominantno je stajalište koje kaže da je osnovni cilj prirodoznanstvenog obrazovanja i stjecanje znanstvenog znanja i razvoj razumijevanja toga kako znanost djeluje, kojim procesima i postupcima se dolazi do znanja i koja su ograničenja znanstvenih spoznaja, pa se unutar prirodoznanstvenog obrazovanja uglavnom prihvaća dvojno shvaćanje istraživanja i kao sredstva, i kao cilja.

3. STATUS ISTRAŽIVANJA U KURIKULIMA I NASTAVI PRIRODOZNANSTVENIH PREDMETA

S obzirom na važnost istraživačkih aktivnosti i istraživačkog učenja za prirodoznanstveno obrazovanje, ne iznenađuje da se onopojavljuje kao obrazovni cilj u različitim zemljama (Abd-El-Khalick i sur., 2004; EURYDICE, 2006) te

da se kvalitetno učenje i poučavanje u području prirodoslovja često izjednačuje s korištenjem istraživačkog učenja (Anderson, 2002). Danas je gotovo nemoguće pronaći kurikule za obvezno obrazovanje koji ne postavljaju sudjelovanje učenika u istraživačkim aktivnostima kao obrazovni cilj u prirodoznanstvenom području. U američkim nacionalnim standardima za znanost osmišljavanje i provedba istraživanja pojavljuju se kao obrazovni cilj u svim razredima od drugog do dvanaestog (National Research Council, 2000). I europski dokumenti snažno zagovaraju istraživačko učenje kao obrazovni cilj te ističu da preokret s pretežito deduktivne metodike na induktivni, istraživački pristup omogućuje učenicima korištenje i razvijanje šireg spektra vještina, povećava znatiželju i interes učenika za znanost te dovodi do boljih obrazovnih postignuća (Rocard i sur., 2007). Osborne i Dillon (2008), ističući činjenicu da je prirodoznanstveno obrazovanje važno za svu djecu, a ne samo za one koji će postati profesionalni znanstvenici, zaključuju da naglasak prirodoznanstvenog obrazovanja u osnovnoškolskom obrazovanju upravo treba biti na osiguravanju prilika za kontinuirani istraživački rad i neposredno iskustvo s eksperimentiranjem.

Istom trendu uključivanja istraživačkih aktivnosti u predmetne kurikule pridružuje se i Republika Hrvatska. Važeći Nastavni plan i program za osnovnu školu postulira izvođenje pokusa jednom od glavnih zadataka koja se mora ostvariti u prirodoslovnim predmetima (MZOS, 2006). Već u trećem razredu osnovne škole u predmetu Priroda i društvo uvodi se tema „Pokus“, unutar koje je obrazovno postignuće *izvoditi jednostavne pokuse izaključke o pojavnim oblicima vode* (str. 256). U sedmom i osmom razredu, kad se prirodoslovlje razdvaja u predmete Biologija, Kemija i Fizika, stavljen je veći naglasak na istraživačke aktivnosti. Primjerice, već se u uvodu u predmet Kemija navodi da *budući da je kemija tipična eksperimentalna znanost, iskustveno je učenje glavni način učenja, izvođenje pokusa središnja nastavna aktivnost* (str. 272), a zadacima fizike se smatra da *učenike treba... motivirati da postavljaju pitanja i tragaju za odgovorima, poučiti da osmisle, izvode i analiziraju jednostavne pokuse, postavljaju pretpostavke i stvaraju jednostavne slike o pojavama,poticati na logično i samostalno zaključivanje te u učenicima, pri proučavanju prirodnih pojava, razviti kritičko mišljenje i prosuđivanje.... te ih osposobiti za samostalno rješavanje problema, ali i za konstruktivnu suradnju pri timskome radu* (str. 279).

No, usprkos širokoj podršci istraživačkom učenju u dokumentima obrazovne politike u različitim obrazovnim sustavima i prihvaćanju istraživačkog pristupa kao najučinkovitijeg pristupa prirodoznanstvenog obrazovanja, realitet nastavne prakse govori da u većini europskih zemalja takav pristup nije zadovoljavajuće implementiran (Rocard i sur., 2007). Problem je prisutan i u drugim obrazovnim sustavima (npr. u Australiji, Izraelu, Tajvanu, SAD-u), gdje se također pokazuje da pristupi učenju i poučavanju koji se koriste u školama znatno odstupaju od

vizija postavljenih u dokumentima obrazovne politike (Abd-El-Khalick i sur., 2004). Dominantni pristup u prirodoznanstvenom obrazovanju i dalje je preuzak, ograničen uglavnom na transmisiju znanja i orijentiran na sadržaje (Rocard i sur., 2007; Osborne i Dillon, 2008). Čak i eksperimenti koji se provode ne odražavaju ključne odrednice autentičnog znanstvenog istraživanja (Chinn i Malhorta, 2002), već služe uglavnom kao ilustracija nastavnikovih tvrdnji ili se provode „po receptu“, bez prave mogućnosti za zauzimanje aktivne uloge učenika u konstrukciji vlastitog znanja i korištenje istraživačkih vještina i viših kognitivnih procesa. Korištenje eksperimenata u nastavi fizike, kemije i biologije uhrvatskom osnovnoškolskom obrazovanju ne odstupa značajno od toga. Istraživanje na prigodnom uzorku u dvije zagrebačke osnovne škole (Ristić Dedić, 2010) pokazalo je da učenici nikad ili rijetko samostalno osmišljavaju pokuse i samostalno izvode pokuse, bez detaljnih uputa nastavnika. Prema izjavama učenika, pokusi se gotovo uvijek provode tako da učenici gledaju demonstracijske pokuse nastavnika ili tako da u malim grupama slijede upute i korake koje je zadao nastavnik. U takvimobrazovnimkontekstima, u kojima se učenicima ne pruža dostatno obrazovno iskustvo potrebno za razvoj vještina potrebnih za učinkovito istraživačko učenje, opravdano se postavlja pitanje razvijenosti i mogućnosti razvoja tih vještina i strategija.

Dakako, razlozi nedovoljnog korištenja istraživačkog pristupa u prirodoznanstvenom obrazovanju mogu biti različiti. Najčešće se kao prepreke široj implementaciji navode slaba opremljenost škola, organizacijski problemi, neprikladno obrazovanje nastavnika i dominantna tradicionalna kultura poučavanja znanosti u školama (Anderson, 2002; Abd-El-Khalick i sur., 2004). Međutim, nedovoljno korištenje istraživačkog pristupa u nastavi može se povezati i s nedostatnim znanstvenim spoznajama o prirodi i razvoju znanstvenog razmišljanja i istraživačkog učenja kod učenika, kao i s nedostatnim korištenjem postojećih znanstvenih spoznaja koje se mogu smatrati ključnima za oblikovanje kvalitetnih i učinkovitih obrazovnih praksi.

U nastavku su ukratko opisani osnovni pravci psihologijskih istraživanja znanstvenog razmišljanja i istraživačkog učenja te je dan kratak pregled ključnih spoznaja proizašlih iz tih istraživanja o razvijenosti i mogućnostima razvoja učeničkih istraživačkih vještina i strategija.

4. PSIHOLOGIJSKA ISTRAŽIVANJA ZNANSTVENOG RAZMIŠLJANJA I ISTRAŽIVAČKOG UČENJA

U prošlosti izučavanja znanstvenog razmišljanja jasno su se razlikovala dva pristupa: jedan koji se usmjeravao na *produkte* znanstvenog razmišljanja, odnosno na ispitivanje naivnih teorija učenika o određenim pojavama i razvoja konceptualnog razumijevanja u pojedinim znanstvenim područjima, i drugi, koji se usmjeravao na *procese* znanstvenog razmišljanja, odnosno na vještine potrebne

za oblikovanje istraživačkih pitanja i hipoteza, eksperimentiranje, vrednovanje eksperimentalnih nalaza i donošenje kauzalnih zaključaka (Zimmerman, 2000, 2005). Kako bi lakše identificirali i zahvatili pojedine procese i elemente znanstvenog razmišljanja, oba su navedena pristupa nastojala cjeloviti istraživački proces usitniti na pojedine dijelove, ali kao posljedica različitih orijentacija, prvi se pristup uglavnom bavio specifičnim znanjima vezanima uz određeno znanstveno područje, a drugi pojedinim istraživačkim vještinama i strategijama neovisnima o području (pri čemu je utjecaj prijašnjih znanjaj očekivanja učenika nastojao biti minimaliziran, često korištenjem apstraktnoga materijala).

Tek se u novije vrijeme, od devedesetih do danas, u području istraživanja znanstvenog razmišljanja razvija pristup koji pod znanstvenim razmišljanjem podrazumijeva složeni proces koji zahtijeva koordinaciju različitih kognitivnih i metakognitivnih procesa te uključuje međudjelovanje konceptualnog razumijevanja i znanja specifičnog za određeno područje i nespecifičnih, od područja neovisnih, istraživačkih vještina. Podrazumijevajući da znanost karakteriziraju i produkti i procesi, u tim se istraživanjima pokušavaju otkriti veze konceptualnog znanja i strategija postavljanja hipoteza, eksperimentiranja i zaključivanja u područjima u kojima učenici već posjeduju neka prethodna znanja, očekivanja i teorije (npr. Klahr i Dunbar, 1988; Kuhn, Garcia-Mila, Zohar i Anderson, 1995; Schauble, 1996). Ta istraživanja koja objedinjuju pristup usmjeren na proučavanje strategija neovisnih o području i pristup usmjeren na znanja specifična za pojedino područje predstavljaju *integrativni pristup istraživanjima znanstvenog razmišljanja* (Klahr, 2000; Zimmerman, 2000, 2005, 2007).

Unutartoga pristupa, istraživanja se većinom usmjeruju na istraživačko učenje, odnosno znanstveno razmišljanje uključeno u otkrivanje i mijenjanje teorija učenika o kategorijalnim kauzalnim odnosima između nekoliko varijabli (Zimmerman, 2000, 2005). Uobičajeno se koriste simulacijski ili stvarni zadatci samoupravljanog ili djelomično vođenog istraživačkog učenja u kojima učenici aktivno sudjeluju u svim fazama istraživačkog procesa – od određivanja istraživačkih pitanja i postavljanja hipoteza, preko eksperimentiranja, do vrednovanja nalaza, kauzalnog zaključivanja i revidiranja početnih teorija i hipoteza (Zimmerman, 2000). U zadatcima se traži multivarijatno kauzalno zaključivanje pa se može reći da zadatci predstavljaju prototip „pravog“ znanstvenog istraživanja u njegovoj najjednostavnijoj, generičkoj formi (Kuhn, 2001, 2002a; Kuhn i Franklin, 2006). Zadatci se uobičajeno postavljaju tako da učenici istražuju relativno složene multivarijatne kauzalne modele s ciljem razumijevanja odnosa između nekoliko nezavisnih i jedne zavisne varijable. Učenici provode eksperimente mijenjanjem vrijednosti nezavisnih varijabli i opažaju promjene u rezultatima na zavisnoj varijabli, na temelju čega zaključuju o odnosima između varijabli i time otkrivaju karakteristike zadanog kauzalnog modela.

Iako je situacija učenja u zadatcima istraživačkog učenja jasno strukturirana, učenici sami upravljaju procesom učenja. Zadatci zahtijevaju aktivno i samoregulirano učenje zato što učenik uči kroz aktivnosti koje sam započinje, provodi i kontrolira, uglavnom uz minimalne poticaje i ograničenja postavljena od istraživača (Kuhn, 2002b). Učenik sam prikuplja podatke i odlučuje o vrsti, poretku i broju eksperimenata koje će provesti te o završetku procesa učenja. Zadatak je relativno složen pa zahtijeva od učenika izbor i primjenu različitih istraživačkih vještina, ali i korištenje metakognitivnih procesa praćenja i regulacije, te postojanje motivacijske spremnosti za ulaganje truda i održavanje ustrajnosti.

U nekim istraživanjima učenici rade na zadatku istraživačkog učenja jednokratnodok u drugim istraživanjima radeu više situacija učenja, a tad se govori o mikrorazvojnom istraživačkom dizajnu (Chen i Siegler, 2000; Kuhn, 1995, 2002b; Granott i Parziale, 2002; Siegler, 2006; Flynn i Siegler, 2007). Taj se dizajn često koristi kod istraživanja istraživačkog učenja jer omogućuje praćenje procesa promjena u znanju o kauzalnoj strukturi modela postavljenog u zadatku i promjena u istraživačkim vještinama i strategijama putem kojih se znanje stječe (Siegler, 2006).

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA UNUTAR INTEGRATIVNOG PRISTUPA ISTRAŽIVANJIMA ZNANSTVENOG RAZMIŠLJANJA I ISTRAŽIVAČKOG UČENJA DJECE I MLADIH

Istraživanja unutar integrativnog pristupa ukazuju da učenici u predadolescentnoj i adolescentnoj dobi pokazuju nedostatnu razvijenost vještina potrebnih za valjano eksperimentiranje i zaključivanje u multivarijantnom kauzalnom kontekstu. Za razvoj i konsolidaciju znanstvenog razmišljanja koje zahtijeva složenu koordinaciju različitih kognitivnih i metakognitivnih procesa te integraciju istraživačkih vještina i konceptualnog znanja potrebna je znatna količina vježbe (Zimmerman, 2005, 2007).

Za uspješan rad na zadatcima istraživačkog učenja neophodan je aktivan, sustavan i refleksivan pristup u eksperimentiranju i zaključivanju koji zahtijeva usmjerenje i održavanje pažnje, ulaganje truda, samoregulaciju i ustrajnost. Istraživanja pokazuju da učenici na zadatcima istraživačkog učenja doživljuju probleme u svim fazama istraživačkog procesa (Zimmerman, 2001, 2005, 2007). U nastavku su ukratko opisani tipični problemi s kojima se učenici susreću tijekom rada na zadatcima istraživačkog učenja.

5.1. Tipični obrasci učeničkog rada na zadatcima istraživačkog učenja

U početnoj fazi postavljanja cilja aktivnosti i oblikovanja istraživačkih pitanja učenici često ne prihvaćaju istraživanje kao cilj aktivnosti na zadatku i ne razumiju da se istraživačka pitanja mogu postaviti tako da se kroz eksperimentiranje osiguraju

podatci koji se mogu analizirati i interpretirati na način koji potvrđuje ili opovrgava njihove prethodne teorije (Kuhn, 2002a; 2005; Kuhn i Dean, 2005). Učenici često samo isprobavaju različite kombinacije nezavisnih varijabli, bez namjere istraživanja njihovog učinka i bez postojanja plana koji bi organizirao njihov rad. Na početku procesa učenja, učenici učestalo rade na zadatku tako dakroz eksperimente stvaraju ili potvrđuju neki pozitivan rezultat (a eliminiraju neki negativan rezultat), umjesto da se usmjeravaju na traženje veza među varijablama (Kuhn i Phelps, 1982; Schauble, 1990; Ristić Dedić, 2010). U slučajevima kad koriste taj tzv. inženjerski pristup (Schauble, Klopfer i Raghavan, 1991), učenici se obično usmjeravaju na varijable koje smatraju kauzalnima te toleriraju da neka varijabla ima utjecaj u situacijama kad je ishod poželjan, a nema utjecaj u situacijama kad je ishod nepoželjan (Kuhn, Schauble i Garcia-Mila, 1992; Kuhn i sur., 1995).

Nadalje, učenici često provode eksperimente bez formuliranja eksplicitnih i preciznih hipoteza (Penner i Klahr, 1996; prema Zimmerman, 2005, 2007; De Jong i Van Joolingen, 1998). Uobičajeno ne znaju kako bi hipoteze trebale biti postavljene (De Jong i Van Joolingen, 1998), pa ne specificiraju varijable koje ih zanimaju, niti uspostavljaju neki odnos među njima (De Jong i Van Joolingen, 1998; Keselman i Kuhn, 2002; Keselman, 2003). Poseban problem za učenike predstavlja postavljanje složenih, interakcijskih hipoteza (Wilhelm, Beishuizen i Van Rijn, 2005). Uz navedeno, učenici imaju tendenciju usmjeriti se samo na plauzibilne hipoteze (Klahr, Fay i Dunbar, 1993), hipoteze o varijablama koje smatraju kauzalno povezanima s ishodima i koje su konzistentne s njihovim prijašnjim znanjima i očekivanjima (Schauble, 1990, 1996). Tek kasnije u procesu učenja učenici počinju razmatrati hipoteze o nekauzalnim varijablama (Kuhn i sur., 1992, 1995; Schauble, 1990, 1996). U skladu s tim, učenici češće postavljaju standardne ili očekivane hipoteze, nego hipoteze koje pokušavaju objasniti aberantne ili neočekivane rezultate (Echevarria, 2003; prema Zimmerman, 2005, 2007). Konačno, učenici često ne mogu razviti alternativne hipoteze za objašnjenje nekog ishoda, već se drže jednog objašnjenja kojeg smatraju apsolutno točnim (Kuhn i Dean, 2005).

U fazi eksperimentiranja učenici često imaju tendenciju nesustavnog variranja varijabli pa provode nekontrolirane pokuse i neinformativne eksperimente na osnovi kojih ne mogu testirati svoje hipoteze (Kuhn i sur., 1995; Schauble, 1996; Ristić Dedić, 2010). Često koriste eksperimente u svrhu dokazivanja točnosti vlastitih teorija i očekivanja, tako danenamjerno ponavljaju iste eksperimente i posvećuju više eksperimenata varijablama koje već razumiju (Klahr i sur., 1993; Schauble, 1996).

U fazi interpretiranja i vrednovanja nalaza te donošenja kauzalnih zaključaka, učenici supod značajnim utjecajem vlastitih prethodnih teorija. Događa se da ignoriraju nalaze i temelje zaključke isključivo na vlastitim prethodnim teorijama bez ikakvog oslanjanja na podatke ili donose zaključke već nakon jednog jedinog, obično zadnje

provedenog, eksperimenta. Često iskrivljuju nalaze tako da odgovaraju njihovim prethodnim teorijama te selektivno obraćaju pažnju na one nalaze koji su u skladu s njihovim teorijama. Te nalaze zatim interpretiraju kaoprimgere za ilustraciju vlastitih teorija i potvrdu ispravnosti tih teorija, dok zanemaruju opovrgavajuće nalaze. Učenici često nisu svjesni da su prikupljeni nalazi različiti od njihovih teorija, već smatraju da su nalazi konzistentni s njihovim očekivanjima (Kuhn, 2002a). Koordinacija prethodnih teorija učenika i nalaza je posebice problematična ukoliko učenici imaju snažna prijašnja vjerovanja, kakva se, primjerice, opažaju u socijalnim područjima (Kuhn i sur., 1995). Učenici imaju problema u odbacivanju vlastitih teorija i pokazuju tendenciju ignoriranja, odbacivanja ili iskrivljavanja podataka koji se ne uklapaju u njihove teorije, naročito u slučaju kad prijašnje teorije govore o kauzalnom odnosu nezavisne i zavisne varijable (Kuhn i sur., 1988, 1992, 1995). Kad eksperimentalni nalazi kažu da je neka varijabla u kauzalnom odnosu s ishodom (a učenik je vjerovao da ona nema utjecaja), učenik će lakše prihvatiti taj nalaz kao uvjerljiv, nego u situaciji kad otkrije da neka varijabla „nema veze“ (a učenik je mislio da utječe na ishod). Jedan jedini eksperiment koji pokazuje da varijabla ima utjecaja (bez obzira očekivano ili ne) može biti dovoljan za mijenjanje teorije ispitanika iz nekauzalne u kauzalnu (Zimmerman, 2005, 2007). Stoga je uobičajeno da u situaciji kad se susretnu s nalazima koji opovrgavaju prethodne kauzalne teorije učenika, učenici pokazuju nesklonost odbacivanja tih teorija. Tada dolazi do nevaljanih kauzalnih zaključaka – učenici smatraju neku varijablu kauzalnom, a ona ustvari nije povezana s ishodom.

Nadalje, učenici imaju tendenciju učestalog mijenjanja zaključaka i donošenja kauzalnih zaključaka na temelju pojedinog slučaja kovarijacije između nezavisnih varijabli i ishoda. Pri tome zajedničko pojavljivanje jedne razine nezavisne varijable i jednog ishoda im predstavlja znak da su oni kauzalno povezani, usprkos postojanju drugih kovarijata (Klahr i sur., 1993; Kuhn i sur., 1995; Schauble, 1996). U situaciji u kojoj se zajedničko pojavljivanje jedne razine varijable i ishoda smatra dovoljnim dokazom za postojanje povezanosti te varijable i ishoda, uglavnom se implicira da kauzalnu ulogu nema varijabla, nego razina varijable (Kuhn i sur., 1995). Učenici često miješaju pojmove ‘varijable’ i ‘razine varijable’, pa smatraju da varijabla ima učinak ako je njezina razina povezana s visokim rezultatom, ali da nema razlike ukoliko se pojavljuje s niskim rezultatom (Kuhn, Pease i Wirkala, 2009).

Za vrijeme početnog istraživačkog učenja, učenici se uobičajeno usmjeravaju na nezavisne varijable za koje vjeruju da su kauzalno povezane s ishodom te ignoriraju pretpostavljene nekauzalne varijable (Schauble, 1990; 1996). Stoga je za početno učenje karakteristično postojanje mnogo (nevaljanih) inkluzivnih zaključaka. U slučajevima kad nezavisna varijabla nije povezana sa zavisnom, učenici su skloni selektivno opažati podatke i selektivno ih koristiti, iskrivljavati ili reinterpretirati, odnosno izjaviti da se na temelju provedenih eksperimenata ne može ništa zaključiti

o odnosu varijabli (Kanari i Millar, 2004). Tek u kasnijim fazama rada na zadatku, učenici se od inkluzivnih zaključakapostupno preusmjeravaju i na ekskluzivne zaključke i zaključke o nemogućnosti određivanja kauzalnosti (Kuhn i sur., 1995; Schauble, 1996; Keselman, 2003).

Raspravljajući o izvorima slabog učinka učenika na zadacima istraživačkog učenja Kuhn, Black, Keselman i Kaplan (2000) navode da učenici u višim razredima osnovne škole, a ponekad i nakon toga, ne razumiju da su učinci pojedinih varijabli na ishod konzistentni i aditivni. Ne podrazumijevaju da varijabla koja proizvodi učinak u jednoj situaciji mora proizvoditi isti učinak u drugoj situaciji, ukoliko su drugi uvjeti isti. Također ne podrazumijevaju da se učinci različitih čimbenika međusobno kombiniraju, tj. da je ukupni učinak zbroj svih individualnih učinaka koji djeluju. Učenici obično procjenjuju utjecaj neke varijable, percipiraju tu varijablu kao odgovornu za ishod, a ignoriraju ostale. Za objašnjavanje ishoda dovoljno im je istovremeno pojavljivanje te jedne (razine) varijable i ishoda. Potencijalni uzročni utjecaj drugih varijabli ne tretira se kao aditivni, već se uzima kao drugo objašnjenje za kasniji ishod ili se isključuje zbog „dokazanog“ utjecaja prve varijable (Kuhn i sur., 2000; Kuhn, 2002a; Keselman, 2003).

Zbog nerazumijevanja konzistentnosti i aditivnosti učinaka nezavisnih varijabli, glavnu poteškoću učenicima zapravo ne predstavlja utvrđivanje učinaka pojedinih nezavisnih varijabli, već multivarijatno predviđanje u sklopu kojeg učenici trebaju istovremeno uzeti u obzir kauzalne učinke više nezavisnih varijabli (Keselman i Kuhn, 2002; Kuhn i Dean, 2004a; Kuhn, 2005, 2007; Kuhn i Pease, 2008; Kuhn i sur., 2009). Pri predviđanju ishoda eksperimenata na temelju kombinacija nezavisnih varijabli učenici su skloni uzeti u obzir kauzalne učinke samo nekih varijabli, a zanemariti učinke drugih kauzalnih varijabli. U objašnjenju toga koje varijable utječu na predviđeni ishod eksperimenta, učenici uobičajeno navode manji broj varijabli, nego što su prethodno identificirali kroz analizu učinaka pojedinih varijabli. Osim sklonosti davanja prevelike važnosti pojedinoj kauzalnoj varijabli, učenici su skloni nekonzistentnom atribuiranju, pa u predviđanju ishoda eksperimenta u sljedećem slučaju spremno odustaju od prvo izdvojene kauzalne varijable i okreću se nekoj drugoj.

5.2. Mogućnosti razvoja učeničkih vještina na zadacima istraživačkog učenja

Svi dosad prikazani rezultati istraživanja u okviru integrativnog pristupa ukazuju na nedovoljnu razvijenost istraživačkih vještina i strategija učenika potrebnih za uspješno eksperimentiranje i zaključivanje na zadacima istraživačkog učenja. Ta se nedovoljna razvijenost relevantnih vještina dijelom pripisuje i malom broju prilika za eksperimentiranje, znanstveno razmišljanje i kritičko mišljenje unutar postojećih

školskog sustava (Dean i Kuhn, 2003). Naime, dosadašnja istraživanja pokazuju da nije opravdano pretpostaviti da učenici već posjeduju vještine potrebne za rad na zadacima istraživačkog učenja, kao i to da se vještine uključene u istraživačko učenje i znanstveno razmišljanje ne razvijaju same od sebe, bez prikladnog obrazovnog iskustva (Kuhn, 2005; Kuhn i Franklin, 2006; Kuhn i Pease, 2008; Kuhn i Dean, 2008).

Međutim, istraživanjatakoder sugeriraju razvojnu spremnost učenika u predadolescentnoj i adolescentnoj dobi za jačanje i usavršavanje vještina znanstvenog razmišljanja ako im se osiguraju odgovarajuća obrazovna iskustva.

Mikrorazvojna istraživanja istraživačkog učenja pokazuju da učenici pokazuju napredak u korištenju istraživačkih vještina i strategija čak i bez direktnog poučavanja, u situacijama kad se višestruko izlažu situacijama koje od njih zahtijevaju primjenu takvih vještina (Kuhn, 1995, 2001, 2002b; Schauble, 1990, 1996; Ristić Dedić, 2010). U takvim situacijama povećava se korištenje strategije kontrole varijabli i valjanostzaključivanja o odnosima između varijabli (Kuhn i sur., 1992, 1995; Schauble, 1996; Chen i Klahr, 1999; Kuhn i Dean, 2005; Ristić Dedić, 2010). Pri tome, tijekom cijelog trajanja istraživačkog učenja utvrđene suznačajne intraindividualne varijacije u korištenju strategija eksperimentiranja i zaključivanja, koje nisu ograničene samo na neka kratka prijelazna razdoblja intenzivnih razvojnih promjena, već se mogu smatrati općom karakteristikom kognitivnog funkcioniranja (Kuhn, 1995; Kuhn i sur., 1995; Kuhn, 2001).

Zbog tih intraindividualnih varijacija, valjane strategije eksperimentiranja i zaključivanja ne zamjenjuju nevaljane strategije naglo i nepovratno. Istraživanje Ristić Dedić (2010) pokazuje da većinu učenika karakterizira korištenje i valjanih i nevaljanih istraživačkih pristupa kroz pojedine situacije rada na zadatku iako općenito napreduju u korištenju valjanih pristupa. Svi su učenici sposobni izvesti barem poneku valjanu usporedbu i donijeti valjani zaključak o učinku neke nezavisne varijable, no često se vraćaju na nevaljano eksperimentiranje i zaključivanje. Nema naglog i nepovratnog prijelaza s nevaljanoga na valjano eksperimentiranje i zaključivanje, već se valjane strategije postupno pojavljuju i ugrađuju u repertoar istraživačkih pristupa, a nevaljane strategije polako slabe. Učenici relativno rano pokazuju prve valjane zaključke, ali svejedno sve do kraja učenja zadržavaju barem poneki nevaljani zaključak. Čak i uspješni učenici, oni koji postižu visoku razinu strateške izvedbe već na početku rada na zadatku, ne uspijevaju konzistentno koristiti valjane strategije kroz sve situacije učenja (Ristić Dedić, 2010). To sugerira da najveći izazov za učenike u istraživačkom učenju ne predstavlja svladavanje izvođenja novih valjanih strategija, nego ukidanje onih starih i nevaljanih (Kuhn, 2001, 2002b; Ristić Dedić, 2010).

Raspravljajući o mehanizmima koji dovode do promjena u korištenju valjanih strategija eksperimentiranja i zaključivanja, Kuhn (2001, 2002a, 2002b) naglašava

važnost metakognitivne razine, odnosno razine na kojoj se strategije biraju tako da odgovaraju ciljevima zadatka i na kojoj se prati, upravlja, nadgleda i regulira njihovo korištenje. Razvoj znanstvenog razmišljanja upravo se sastoji u povećanju metakognitivne svjesnosti i kontrole nad procesom koordinacije učeničkih prethodnih teorija i eksperimentalnih nalaza u procesu stjecanja znanja (Kuhn i Pearsall, 2000; Kuhn, 2001, 2002a; Kuhn i Franklin, 2006). Zimmerman (2007) također ističe da je za znanstveno razmišljanje ključna refleksija na proces stjecanja znanja i promjena u znanju, odnosno svjesno i namjerno koordiniranje brojnih strateških i metastrateških procesa.

Mikrorazvojna istraživanja potvrđuju da se pri istraživačkom učenju ne povećava samo valjanost eksperimentiranja i kauzalnog zaključivanja, već da se stječe metakognitivno znanje o cilju zadatka (prepoznavanje toga da je cilj zadatka određivanje učinaka pojedinih varijabli), kao i metastrateško razumijevanje potrebe korištenja strategije kontrole varijabli (Kuhn i Pearsall, 1998; Kuhn, 2002b; Ristić Dedić, 2010).

Naglašavajući da je koordinacija učeničkih teorija i nalaza na svjestan i kontroliran način osnova zrelog znanstvenog razmišljanja, Kuhn (2000, 2002b) ističe da je razumijevanje na metarazini ključan dio toga što se treba razviti u znanstvenom razmišljanju (Kuhn, 2002a; Kuhn, Katz i Dean, 2004). Bez razumijevanja na metarazini, ne može se očekivati konzistentno korištenje valjanih strategija eksperimentiranja i zaključivanja, kao i transfer za nove situacije učenja. Iako mikrorazvojna istraživanja jasno pokazuju da je sudjelovanje učenika u ponavljanim situacijama istraživačkog učenja i vježbanje istraživačkih vještina bez direktnog poučavanja ili drugih vanjskih poticaja dovoljno poticajno za iniciranje promjena na strateškoj i metastrateškoj razini, pokazuje se da za ostvarivanje snažnijih promjena, napredovanje svih učenika i transfer na nove situacije učenja nije dovoljno osigurati za učenike samo nekoliko situacija samostalnog rada na zadacima istraživačkog učenja (Ristić Dedić, 2010). Rad na zadatku koji se događa bez jasne povratne informacije o tome koliko uspješno učenici stječu znanja o kauzalnoj strukturi zadatka i koliko valjano zaključuju, kao i bez nekih drugih direktnih poticaja usmjerenih na jačanje strateških i metastrateških vještina, kod velikog dijela učenika vodi napredovanju, međutim, nije dovoljan za stjecanje potpunog znanja o kauzalnoj strukturi modela zadatka kao i za uspostavljanje obrazaca konzistentnog korištenja valjanih strategija eksperimentiranja i zaključivanja (Ristić Dedić, 2010). Učenicima je očito potrebno pružiti mnogo prilika za sudjelovanje u istraživačkim aktivnostima koje, barem u temeljnim crtama, odgovaraju istraživanjima kakva se provode u znanosti, budući da kroz procese samostalnog eksperimentiranja učenici stječu relevantne vještine i uče o procesima znanosti. Malo je vjerojatno da bi te vještine i uvide učenici mogli steći kroz tradicionalnu predavačku nastavu ili kroz promatranje demonstracijskih

pokusa koje izvodi nastavnik. Sudjelovanje u istraživačkim aktivnostima pruža jedinstvenu mogućnost istodobnog jačanja konceptualnog razumijevanja područja/predmeta istraživanja, stjecanja istraživačkih vještina i strategija, razvoja vještina samoregulacije učenja i metarazumijevanja znanstveno-istraživačke djelatnosti, i kao takvo, predstavlja najprikladnije obrazovno iskustvo i poželjnu središnju aktivnost svakog znanstvenog obrazovanja. Međutim, nedovoljno napredovanje (dijela) učenika i nekonzistentna primjena valjanih istraživačkih pristupa kroz duže razdoblje učenja, sugerira da uvježbavanje istraživačkih vještina i strategija kroz ponavljani rad na istom zadatku nije optimalna metoda poticanja promjena (Kuhn, 2001, 2002b; Ristić Dedić, 2010). Optimalnom metodom ne može se smatrati ni direktno poučavanje strategija eksperimentiranja i zaključivanja zato što je ono suviše usko, ne omogućuje razvoj razumijevanja na metarazini i transfer na nove situacije učenja (Kuhn i sur., 2000; Kuhn, 2001; Keselman i Kuhn, 2002). Iskustva različitih istraživanja (Lin i Lehman, 1990; Andersen, 1998; Pearsall, 1999; Kuhn i sur., 2000; Keselman i Kuhn, 2002; Keselman, 2003; Zohar i Peled, 2008; Zohar i Ben David, 2008) ukazuju na učinkovitost intervencija koje direktno potiču jačanje metarazine kao razine na kojoj se odlučuje koje će istraživačke pristupe učenik primijeniti u određenoj situaciji učenja. Prepoznaje se da u situacijama u kojima učenici samostalno strukturiraju proces učenja i odlučuju o korištenju određenih istraživačkih pristupa, nije važno samo naučiti izvoditi pojedine istraživačke aktivnosti, već i razumjeti kada, kako i zašto ih koristiti u odgovaranju na zahtjeve zadatka. Neki od mogućih putova jačanja metakognitivnog razumijevanja i vještina uključuju vođeno reflektiranje i vrednovanje procesa vlastitog učenja ili učenja drugih učenika, raspravljanje o metakognitivnim procesima u parovima ili u skupinama učenika te direktno poučavanje metastrateškog znanja korištenjem eksplicitne poduke o tome zašto, kako, kada koristiti strategiju kontrole varijabli u kombinaciji s iskustvenim učenjem.

ZAKLJUČAK

Iz pregleda radova i istraživanja iz područja istraživanja znanstvenog razmišljanja i istraživačkog učenja nedvojbeno je da suvremeni obrazovni sustavi stavljaju izraziti naglasak na sudjelovanje učenika u istraživačkim aktivnostima kao obrazovni cilj i sredstvo učenja u prirodoznanstvenom području te promiču istraživačko učenje kao ono koje, uz konstrukciju vlastitog razumijevanja svijeta, kod učenika razvija važne istraživačke vještine, ali i širi spektar vještina samoregulatora učenja. Pokazuje se, međutim, da istraživačke aktivnosti nisu u dovoljnoj mjeri implementirane u obrazovnu praksu, jednim dijelom kao posljedica nedovoljnog korištenja postojećih znanstvenih spoznaja o razvijenosti učeničkih vještina i strategija važnih za uspješno eksperimentiranje i zaključivanje.

Istraživanja znanstvenog razmišljanja u okviru integrativnog pristupa koji povezuje procese i produkte znanstvenog razmišljanja i ispituje njihove međudnose i međudjelovanja, pokazuju da u zadacima istraživačkog učenja koji zahtijevaju samoupravljanje eksperimentiranje, učenici pokazuju djelovanje znatno slabije od optimalnog u svim fazama istraživačkog procesa. Očito je da učenici imaju nedostatne kognitivne i metakognitivne vještine potrebne za učinkovito istraživačko učenje, kao i to da se vještine uključene u istraživačko učenje ne razvijaju spontano, bez određenog obrazovnog iskustva. Istraživanja pokazuju da se najprikladnijim obrazovnim iskustvom može smatrati upravo stvaranje mnoštva prilika za neposredno sudjelovanje učenika u istraživačkim aktivnostima koje, barem u temeljnim crtama, odgovaraju stvarnim istraživanjima kakva se provode u znanosti. Uz to, pri uključivanju u istraživačke aktivnosti, čini se nužnim poučiti učenike određenim kognitivnim i metakognitivnim vještinama potrebnima za samoupravljanje eksperimentiranje, odnosno potaknuti jačanje metakognitivnog razumijevanja kroz aktivnosti koje potiču učeničku refleksiju i osvještavanje procesa učenja. Uz osiguravanje prikladne podrške nastavnika i suvremene obrazovne tehnologije te uz prilagodbu zahtjeva zadataka razvojnim kapacitetima učenika, razvijanje znanstvenog razmišljanja čini se ostvarivim obrazovnim ciljem već u osnovnoškolskoj dobi.

Literatura

- Abd-El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R.A., Hofstein, A., Lederman, N.G., Mamlok, R., Niaz, M., Treagust, D., i Tuan, H. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419.
- Andersen, C. (1998). *A microgenetic study of science reasoning in social context*. (Doktorska disertacija, Columbia University, New York). New York: Teachers College, Columbia University.
- Anderson, R.D. (2002). Reforming Science Teaching: What Research Says about Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13 (1), 1-12.
- Chen, Z. i Klahr, D. (1999). All Other Things Being Equal: Acquisition and Transfer of the Control of Variables Strategy. *Child Development*, 70(5), 1098-1120.
- Chen, Z. i Siegler, R. (2000). III. Microgenetic Methods. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 65(2), 12-16.
- Chinn, C.A. i Malhorta, B.A. (2002). Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218.
- Dean, D. i Kuhn, D. (2003). Metacognition and Critical Thinking. ERIC document NO. ED 477930.
- De Jong, T. i Van Joolingen W.R. (1998). Scientific Discovery Learning with Computer Simulations of Conceptual Domains. *Review of Educational Research*, 68, 179-201.

- Dunbar, K. i Fugelsang, J. (2005). Scientific Thinking and Reasoning. U: K.J. Holyoak i R.G. Morrison (Ur.), *The Cambridge Handbook of Thinking and Reasoning* (str. 705-726). New York: Cambridge University Press.
- EURYDICE (2006). *Science teaching in schools in Europe. Policies and research*. Brussel: Eurydice, Directorate-General for Education and Culture.
- Flynn, E. i Siegler, R. (2007). Measuring Change: Current Trends and Future Directions in Microgenetic Research. *Infant and Child Development*, 16, 135-149.
- Grandy, R. i Duschl, R.A. (2007). Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Analysis of a Conference. *Science & Education*, 16, 141-166.
- Granott, N. i Parziale, J. (2002). Microdevelopment: A process-oriented perspective for studying development and learning. U: N.Granott i J. Parziale (Ur.), *Microdevelopment: Transition Processes in Development and Learning* (str. 1-28). Cambridge: Cambridge University Press.
- Kanari, Z. i Millar, R. (2003). Reasoning from data: How students collect and interpret data in science investigations. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 748-769.
- Keselman, A. (2003). Supporting Inquiry Learning by Promoting Normative Understanding of Multivariable Causality. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(9), 89-921.
- Keselman, A. i Kuhn, D. (2002). *Facilitating Self-Directed Experimentation in the Computer Environment*. S mreže skinuto 15. svibnja 2010. s: <http://citeseer.ist.psu.edu/509879.html>
- Klahr, D. (2000). *Exploring Science: The Cognition and Development of Discovery Processes*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Klahr, D. i Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1-48.
- Klahr, D., Fay, A. i Dunbar, K. (1993). Heuristics for scientific experimentation: A developmental study. *Cognitive Psychology*, 25(1), 111-146.
- Kuhn, D. (2007). Reasoning About Multiple Variables: Control of Variables Is Not the Only Challenge. *Science Education*, 91(5), 710-726.
- Kuhn, D. (2005). *Education for Thinking*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Kuhn, D. (2002a). What is Scientific Thinking and How Does It Develop. U: U. Goswami, (ur.), *Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development* (str. 371-393). Malden, MA: Blackwell Publishing Ltd.
- Kuhn, D. (2002b). A multi-component system that constructs knowledge: insights from microgenetic study. U: N. Granott, i J. Parziale, (Ur.), *Microdevelopment: Transition Processes in Development and Learning* (str. 109-130). Cambridge: Cambridge University Press.
- Kuhn, D. (2001). Why Development Does (and Does Not) Occur: Evidence from the Domain of Inductive Reasoning. U: J.L. McClelland, i R.S. Siegler, (Ur.), *Mechanisms of Cognitive Development: Behavioral and Neural Perspectives* (str. 221-249). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Publishers.

- Kuhn, D. (2000). Metacognitive Development. *Current Directions in Psychological Science*, 9(5), 178-181.
- Kuhn, D. (1995). Microgenetic Study of Change: What Has It Told Us? *Psychological Science*, 6(3), 133-139.
- Kuhn, D., Amsel, E. i O'Loughlin, M. (1988). *The Development of Scientific Thinking Skills*. Developmental Psychology Series. San Diego, CA: Academic Press, Inc.
- Kuhn, D., Black J., Keselman, A. i Kaplan, D. (2000). The Development of Cognitive Skills To Support Inquiry Learning. *Cognition and Instruction*, 18(4), 495-523.
- Kuhn, D. i Dean, D. (2008). Scaffolded Development of Inquiry Skills in Academically Disadvantaged Middle-School Students. *Journal of Psychology of Science and Technology*, 1(2), 36-50.
- Kuhn, D. i Dean, D. (2005). Is Developing Scientific Thinking All About Learning to Control Variables. *Psychological Science*, 16(11), 866-870.
- Kuhn, D. i Dean, D. (2004a). Connecting Scientific Reasoning and Causal Inference. *Journal of Cognition and Development*, 5(2), 261-288.
- Kuhn, D. i Franklin, S. (2006). The Second Decade: What Develops (and How). U: W. Damon & R. M. Lerner (Ur. Serije) i D. Kuhn i R.S. Siegler (Ur.Vol. 2), *Handbook of Child Psychology, Volume 2: Cognition, perception, and language* (str. 953-993). Hoboken, NY: John Wiley & Sons Inc.
- Kuhn, D., Garcia-Milà, M., Zohar, A. i Andersen, C. (1995). Strategies of Knowledge Acquisition. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 60, 1-128.
- Kuhn, D., Katz, J.B. i Dean, D. (2004). Developing Reason. *Thinking & Reasoning*, 10(2), 197-219.
- Kuhn, D. i Pearsall, S. (2000). Developmental Origins of Scientific Thinking. *Journal of Cognition and Development*, 1, 113-129.
- Kuhn, D. i Pearsall, S. (1998). Relations between Metastrategic Knowledge and Strategic Performance. *Cognitive Development*, 13, 227-247.
- Kuhn, D. i Pease, M. (2008). What Needs to Develop in the Development of Inquiry Skills? *Cognition and Instruction*, 26(4), 512-559.
- Kuhn, D., Pease, M. i Wirkala, C. (2009). Coordinating the effects of multiple variables: A skill fundamental to scientific thinking. *Journal of Experimental Child Psychology* 103, 268-284.
- Kuhn, D. i Phelps, E. (1982). The development of problem-solving strategies. U: H.Reese (ur.), *Advances in Child Development and Behavior*, Vol. 17 (str. 1-44), New York: Academic Press.
- Kuhn, D., Schauble, L. i Garcia-Mila, M. (1992). Cross-Domain Development of Scientific Reasoning. *Cognition and Instruction*, 9(4), 285-327.
- Lin, X. i Lehman, J.D. (1999). Supporting learning of variable control in a computer-based biology environment: Effects of prompting college students to reflect on their own thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 837-858.

- Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa (2006). *Nastavni plan i program za osnovnu školu*. Zagreb: Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa.
- National Research Council (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.
- Osborne, J. i Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. A report to the Nuffield Foundation. S mreže skinuto 15.svibnja 2010. s: www.nuffieldfoundation.org/.../Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf
- Pearsall, S. (1999). *The influence of metacognitive reflection on the development of scientific reasoning*. (Doktorska disertacija, Columbia University, New York). New York: Teachers College, Columbia University.
- Ristić Dedić, Z. (2010). *Ispitivanje motivacijskih i metakognitivnih čimbenika procesa istraživačkog učenja u računalno podržanom okruženju*. (Doktorska disertacija, Filozofski fakultet, Zagreb). Zagreb: Odsjek za psihologiju, Filozofski fakultet Zagreb, Sveučilište u Zagrebu.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. i Hemmo, V. (2007). *Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels: European Commission, Directorate-General for Research Science, Economy and Society.
- Schauble, L. (1996). The Development of Scientific Reasoning in Knowledge-Rich Contexts. *Developmental Psychology*, 32(1), 102-119.
- Schauble, L. (1990). Belief revision in children: The role of prior knowledge and strategies for generating evidence. *Journal of Experimental Child Psychology*, 49, 31-57.
- Schauble, L., Klopfer, L.E. i Raghavan, K. (1991). Students' transition from an engineering model to a science model of experimentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 859-882.
- Siegler, R.S. (2006). Microgenetic Analysis of Learning. U: W. Damon & R. M. Lerner (Ur. Serije) i D. Kuhn i R.S. Siegler (Ur. Vol. 2), *Handbook of Child Psychology, Volume2: Cognition, perception, and language* (str. 464-510). Hoboken, NY: John Wiley & Sons Inc.
- Wilhelm, P., Beishuizen, J.J. i van Rijn, H. (2005). Studying inquiry learning with FILE. *Computers in Human Behavior*, 21, 933-943.
- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27, 172-223.
- Zimmerman, C. (2005). *The Development of Scientific Reasoning Skills: What Psychologists Contribute to an Understanding of Elementary Science Learning*. (Final draft of a Report to the National Research Council Committee on Science Learning Kindergarten through Eighth Grade). Washington, DC: National Research Council.

- Zimmerman, C. (2000). The Development of Scientific Reasoning Skills. *Developmental Review*, 20, 99-149.
- Zohar, A. i Ben David, A. (2008). Explicit teaching of meta-strategic knowledge in authentic classroom situations. *Metacognition and Learning*, 3, 59-82.
- Zohar, A. i Peled, B. (2008). The effects of explicit teaching of metastrategic knowledge on low- and high-achieving students. *Learning and Instruction*, 18, 337-353.

SUMMARY

Inquiry Learning as a Means and a Goal in Science Education: A Psychological Perspective

Contemporary science education strongly promotes pupils' participation in inquiry activities as an educational goal. It advocates for inductive, inquiry learning as a means for building pupils' own constructions of reality and strengthening inquiry skills, while at the same time developing a wider range of skills (self-regulated learning skills, communication skills, team work etc.) and stimulating the growth of curiosity and interest of pupils for science.

Pupils' participation in inquiry activities and the (self)-regulation of the inquiry learning process are conceptualised as a means (learning and teaching method) and as an educational goal per se. Through participation in inquiry activities, pupils acquire conceptual knowledge i.e. develop an understanding of science content and inquiry skills in addition to developing their understanding of the nature of science and the nature of knowledge.

In Croatian primary education, inquiry learning is formally accepted as an educational goal in the teaching programmes for the natural science subjects, but is not systematically implemented in teaching and learning practices. In our classrooms, use of inquiry learning is typically limited to the occasional demonstration of experiments made by the teacher to illustrate his/her claims or to pupils' execution of experiments by the book, with no real opportunity for assuming an active role in the construction of pupils' own knowledge and the use of inquiry skills and higher cognitive processes. In such an educational context, in which there are not enough educational experiences for the development of cognitive and metacognitive skills and strategies needed for effective inquiry, it is reasonable to question the possibilities for the development of these skills and strategies.

Psychological research on the development of scientific reasoning in children and adolescents indicate that pupils' repeated participation in inquiry learning is vital for the development of inquiry and metacognitive skills and strategies. However, evidence indicates that the mere practice of inquiry skills and strategies does not represent the optimal learning method for most pupils and that it is necessary to directly boost metacognitive skills and meta-task and meta-strategy understanding.

Key words: *Inquiry learning, scientific reasoning, inquiry skills, metacognitive skills*