

KREATIVNOST I DIVERGENTNO MIŠLJENJE U NASTAVI PRIRODOSLOVLJA

Antonio Svedružić
OŠ Ljudevita Gaja, Zaprešić

Primljeno, 12. prosinca 2005.

U radu je razložen pojam »problem« i njegovo rješavanje u kontekstu suvremene filozofije i metodike prirodnih znanosti. Rješavanje prirodno-znanstvenih problema opisano je u sklopu kreativnoga misaonog procesa u kojem temeljnu ulogu ima divergentno mišljenje.

U eksperimentalnom dijelu rada govori se o istraživanju čiji je cilj izrada metrijski pouzdanog instrumenta za mjerenje znanstvene kreativnosti i komponenti divergentnog mišljenja, kako bi se odgovorilo na problem odnosa školskog uspjeha i kreativnosti, kao i odnosa pojedinih komponenta divergentnog mišljenja.

Rezultati istraživanja dobiveni korištenjem testa znanstvene kreativnosti potvrdili su indicije o povezanosti školskog uspjeha i kreativnih potencijala učenika, kao i razlike u distribuciji rezultata s obzirom na pojedine komponente divergentnog mišljenja.

Ključne riječi: problem, kreativni čin, divergentno mišljenje, test znanstvene kreativnosti

Pojam »problem« u prirodnim znanostima i nastavi prirodoslovlja

U interaktivnom tipu nastave koji se postupno implementira u nastavnu praksu prirodoslovlja temeljni pojam jest »problem«. Pojam *problem* u nastavi prirodoslovlja percipira se na različite načine. Stoga je nužno razmotriti njegovo viđenje u kontekstu filozofije i metodike prirodnih znanosti.

Suvremena filozofija prirodnih znanosti prožeta je idejama konstruktivizma, a zasniva se na temeljnim idejama T. Kuhna i K. Poppera. Prema Kuhnu (Lelas, 1990.) postoji normalna i revolucionarna znanost. Normalna znanost odvija se unutar postojećih »paradigmi« ili »disciplinarnih matrica«. Paradigme su prema Kuhnu modeli u kojima se oblikuje istraživačka tradicija i koji propisuju probleme, metode i mjerila tj. discipli-

narnu matricu (Lelas, 1996.). Kada unutar okvira postojećih paradigmi znanost ne može objasniti neku pojavu, nastupa smjena znanstvenih teorija, što je prema Kuhnu revolucionarna znanost. U povijesti znanstvenih teorija takvih je radikalnih prekida s postojećim paradigmama bilo mnogo. U najpoznatije primjere revolucionarne znanosti ubraja se *Opća teorija relativnosti* koja je u znanost i filozofiju uvela novi pojam *prostora-vremena* i raskinula s Newtonovim apsolutnim vremenom.

Podjela na normalnu i revolucionarnu znanost implicira da postoje različite vrste »problema«. Velika većina znanstvenika stvara normalnu znanost, koja se uglavnom svodi na »razrješavanje zagonetki« (Lelas, 1996.). Rješavanje problema Kuhnovi sljedbenici pripisuju isključivo revolucionarnoj znanosti. Razlika je u otvorenosti problema i razini kreativnosti koja je potrebna za dobivanje rješenja.

Prema Popperu, bitni čimbenici za razvoj prirodnih znanosti su kritičizam i pokušaji opovrgavanja teorija, u čemu ključnu ulogu ima tzv. krućijalni eksperiment. Popper smatra da se univerzalni znanstveni iskazi izlažu stalnom riziku da ih buduća mjerenja ili opažanja opovrgnu. Upravo u tome leži tajna njihove znanstvenosti. Usporedba teorija s opažanjima ne služi za potvrđivanje dobrih, nego za eliminiranje loših teorija (Lelas, 1996.). To znači da su znanstvenici koji rade na fronti znanosti trajno u stanju rješavanja zagonetki (prema Kuhnu, rade normalnu znanost).

Na problematici te dileme – što je problem, a što zagonetka – radili su mnogi istraživači iz područja filozofije i metodike prirodnih znanosti. Danas je o toj problematici postignut konsenzus, pri čemu je važnu ulogu odigrala i psihologija učenja, povezivanjem rješavanja problema (ili zagonetki) s kreativnošću.

Rješavanje problema (i zagonetke) kompleksna je aktivnost u procesu učenja, koja zahtijeva misaoni proces. Problemska kompleksnost očituje se u nizu misaonih aktivnosti koje prethode njihovoj rješavanju. Pritom je fundamentalna spoznaja da problemska situacija (problem) uopće postoji.

U školskoj praksi postoje aktivnosti koje uključuju vježbe i zadatke, u kojima treba slijediti već poznatu metodologiju, a kao rješenje mora se dobiti točan rezultat. Ovakvu vrstu problema (zatvoreni problem), čiji su postupci usmjereni prema otvorenom putu do cilja, možemo nazvati rješavanjem zagonetki. Kod pravih problema (otvoreni problem) nije unaprijed poznata procedura rješenja, postoji li uopće rješenje ili ima li više rješenja. Kada se rješenja problema i pojave, ne mogu se klasificirati kao točna ili netočna, a ne moraju biti ni jednoznačna i savršeno jasna, dovoljno je da budu prihvatljiva, pa čak i onda kad su kontroverzna (Krsnik,

2003.). Kako bi se znanstveni problem doista nazvao problemskim (otvorenim), mora zadovoljavati jedan od sljedećih kriterija (Šindler, 1990.):

- Poimanje da problemska situacija postoji (ne mora biti jasno u čemu je problem),
- Je li problem poznat ili nije?
- Je li poznata metodologija rješenja?
- Pretpostavlja li se da postoji jednoznačno rješenje problema (tačno rješenje)?

Ako problem nije poznat, slijedi identifikacija problema. Iz razmatrane problemske situacije odabire se, identificira i formulira problem za koji se smatra da je relevantan i koristan. Tada se u procesu koji neki istraživači nazivaju *brainstorming*¹ (Sternberg, 2005.), riješava identificirani problem.

Rješavanje zagonetki i problema međusobno se ne isključuje, naprotiv, shvaćamo ih kao dva pola istog spektra. Kod zagonetki poznat je postupak rješavanja, a rješenje je jednoznačno (traži se točan odgovor), pri čemu je potreban niži stupanj kreativnosti. Najviši stupanj kreativnosti ipak zahtijevaju problemi najvišeg ranga (u Kuhnovu smislu). Kod takvih problema ne postoji spoznaja o samom problemu, već problem treba identificirati, kao i standardnu proceduru rješavanja koja nije unaprijed determinirana, te se ne traži točan odgovor, već prihvatljivo rješenje. Pritom se u rješavanju i oblikovanju novih pojmova aktiviraju različiti tipovi mišljenja od kojih temeljnu ulogu ima divergentno mišljenje.

Kreativni spoznajni proces i divergentno mišljenje

Sa stajališta opće didaktike i suvremene metodike prirodoslovlja postoji razlika u pogledu pojma problemske nastave. Opća didaktika cijeli proces rješavanja problema smatra univerzalnim i neovisnim o kontekstu unutar kojeg je problem postavljen. Vjerovanja nekih autora o postojanju univerzalne znanstvene metode, kao jedinstvene i čvrsto utemeljene metode koja se razvija na sistematski način preko nekoliko standardnih koraka, definitivno su pogrešna. Svaki važniji rezultat u povijesti prirodnih znanosti postignut je na jedinstven i originalan način, te je ovisan o društveno-povijesnom kontekstu, a ponajviše o kreativnom pristupu osobe. Problemske situacije u kojima nije poznata procedura rješenja rješavaju

¹ Brainstorming (misaona oluja) je kreativna istraživačka metoda kojoj je cilj pronalaženje inovativnih i korisnih ideja (Sternberg, 2005.). Primjena brainstorminga korisna je za rješavanje problema u grupi (cijeli razred) u kojoj grupe iznosi ideje o mogućim rješenjima problema o kojima se potom raspravlja (Simonton, 2004.).

se u kreativnom spoznajnom procesu koji karakterizira divergentno mišljenje.

Primjer Einsteinova EJASE² spoznajnog modela za konstrukciju prirodosnovnih teorija pokazuje kako se kreativni čin odvija u četiri faze (Šindler, 1990.). Pritom, dakako, faze ne čine determinirani algoritam po kojima se konstruiraju znanstvene teorije. Bazu Einsteinova kreativnog procesa čine percepcije, empirije, nakon čega slijedi naslućivanje i kreiranje ideja. Prijelaz iz faze osjeta u kreiranje zamisli i ideja odvija se skokovito. Za *Einsteina* je postavljanje hipoteza intuitivni spoznajni skok:

»...Mi ne možemo deducirati općenito, teoriju iz eksperimenta, iz partikularnog u logičku argumentaciju. Uvijek ubacujemo intuitivni korak, jedan intuitivni skok. Kad smo učinili taj skok i kreirali teoriju pomoću intuicije, tad je valja testirati.« (Šindler, 1990.)

Mnogi Einsteinovi kritičari smatrali su da postoji prenaplašenost značenja intuicije u prirodosnovnoj spoznaji. No, kako i sam Einstein kaže, intuitivno je sagledavanje uvijek spremno na opoziv kad se stvaralačka mašta podvrgne regulativnim principima verifikacije. Kreativni spoznajni čin, dakle, nije isto što i put u gotovo znanje, već je fuzija logičke i intuitivne komponente mišljenja. Pritom temeljnu ulogu ima divergentno mišljenje. Svako je mišljenje, tako i divergentno, tijekom oblikovanja misli; bitna djelatnost duha kojom je određen temeljni odnos čovjeka spram svijeta (Polić, 1997.). Ono što razlikuje divergentno od ostalih oblika mišljenja jest njegova osobitost, alternativnost, nedokučivost i subverzivnost.

Tako Polić ističe:

»Divergentno je mišljenje po svojoj naravi subverzivno. Ono odstupa od postojećih misaonih pravila i u već uspostavljeni misaoni red unosi nered. Potkopava misaone i djelatne obrasce i onemogućava potpun nadzor ponašanja. Divergentno je mišljenje za one koji misle samo konvergentno jednostavno nedokučivo, neshvatljivo, ono je ludost, misaona iščašenost koje se valja kloniti, jer je opasna.« (Polić, 2003.)

Iz postojećeg proizlazi da će jedino divergentno mišljenje imati odgovore na probleme najvišeg ranga (u Kuhnovu smislu). Prema tome, u divergentnom mišljenju koncentrirano je stvaralaštvo. Nasuprot konvergentnom mišljenju koje je sukcesivno, usmjereno prema poznatom, divergentno mišljenje, a time i stvaralaštvo, ne možemo jednostavno naučiti.

² EJASE – percepcije empirije /E/, kreiranje zamisli odvija se skokovito /J-jumps/, pronalaze se načela, principi, aksiomi /A/, s pomoću njih izvodimo zakonitosti /S/, njihovu valjanost provjerava praksa /E/ (Šindler, 1990).

U kreativnom i stvaralačkom činu ne postoje gotova znanja i algoritmi, stoga se stvaralaštvo ne uči. Stvaralaštvo se može samo poticati i razvijati, ono se može odgajati (Polić, 1993.).

Unutar tradicionalnoga pedagoškog pristupa malo je prostora ostavljeno stvaranju novih, neobičnih i iznenađujućih ideja kao temelja za rješavanje problema. Stoga suvremeno prirodnoznanstveno obrazovanje mora, uz znanstveno konvergentno mišljenje, ostaviti prostora za kreativnost, a time i za stvaralaštvo.

Priroda znanstvene kreativnosti

Objašnjavanje prirodnoznanstvenih pojava i zakonitosti je relativno. Kako naše znanje o ponašanju prirode s znanstvenog aspekta nije potpuno, tako i znanja u uzrocima tih ponašanja nisu potpuna. Kad tražimo odgovor na pitanje zašto vrijedi određeni zakon, zapravo tražimo unutarnji mehanizam koji je tomu uzrok. Takav uzrok obično je skriven i teško ga je vidjeti. Odgovor na pitanje »zašto« najbolje je potražiti u kreativnoj pretpostavci o mogućem uzroku, te na temelju pretpostavke izgraditi zamišljenu sliku procesa koja dovodi do opaženog ponašanja. U povijesti prirodnih znanosti upravo su kreativne imaginarne tvorevine stvarale znanstvene modele.

U kreativnom, time i stvaralačkom procesu, »mentalne slike« uvjet su za izvođenje svih mentalnih radnji. Tradicionalno se razlikuju dvije vrste imaginacija: reproduktivna i kreativna (Évano, 2004.). Reprodiktivna imaginacija oponaša ono što je percipirano, a misaoni se proces bazira na dosjećanju. Kreativne imaginacije stvaraju nestereotipne unutarnje kognitivne reprezentacije na kojima se temelje razmišljanja o pojavama. Te imaginacije nadalje u misaonom procesu nadilaze neposredno očekivano, dovode u sumnju, odvrću, pobijaju i izbjegavaju neposrednu percepciju.

Évano dodaje:

»Smjernost pred ustoličenim znanjima i autoritetima povlači se pred kritičkim duhom. I samo neznanje izvor je stvaralaštva u smislu da uklanja zaplašenost uzorima pa čovjek istražuje samo vlastitim snagama.« (Évano, 2004.).

Distanciranje od »gotovih« znanja pokazuje se u načinu rješavanja problema. Kreativnog pojedinca karakterizira nekonformizam i divergentna usmjerenost prema razvijanju novih ideja. Maštovite osobe promatraju problem kao istraživači, kao privremenu teoriju koja se gradi, mijenja, i podvrgava procesu preobrazbe i pobijanja. Pritom su misaone kompo-

nente kreativnog pojedinca prema Guilfordu: Fluentnost, Fleksibilnost, Originalnost, Elaborativnost (Guilford, 1967.).

Za znanstvenu kreativnost od posebne su važnosti fluentnost, fleksibilnost i originalnost. Fluentnost misaonih operacija jest sposobnost nalaženja, domišljanja mnogih rješenja i alternativa, dok se fleksibilnost odnosi na sposobnost nalaženja različitih pristupa problemu kako bi se došlo do više kategorija rješenja (Cvetković-Lay i Sekulić-Majurec, 1998.). Komponenta originalnosti interpretira se kao sposobnost mišljenja na jedinstven i nov način, s ciljem stvaranja novih ideja. Znanstvena kreativnost samo je jedan oblik kreativnosti koji se razlikuje od drugih oblika kreativnosti. Hu i Adey definiraju znanstvenu kreativnost kao:

»Oblik intelektualne vještine ili sposobnosti koja se koristi pri osmišljanju originalne ideje, socijalne i osobne vrijednosti.« (Hu i Adey, 2002.).

Na temelju misaonih komponenti kreativnog pojedinca kako ih postavlja Guilford, konstruirani su testovi koji mogu pouzdano i valjano mjeriti znanstvenu kreativnost kao i komponente divergentnog mišljenja.

Instrument za mjerenje znanstvene kreativnosti i komponenata divergentnog mišljenja, je Torranceov test kreativnog mišljenja (TTCT³) (Sternberg, 2005.). Test je konstruirao P. Torrance 1966. godine kao rezultat longitudinalnog istraživačkog programa kreativnosti u nastavi. TTCT je koncipiran u dvije forme (A i B) kao verbalni i neverbalno percipitivni. Pored kreativnosti TTCT test ispituje i komponente divergentnog mišljenja; fluentnost; fleksibilnost; originalnost; elaborativnost.

Majamur (Hu i Adey 2002.; Majumdar 1975.) kreira test znanstvene kreativnosti koji obuhvaća sadržaje fizike, biologije i matematike. Pritom je temeljni cilj identificirati kreativni znanstveni talent sposoban za rješavanje nekonvergentnih problema.

Hu i Adey stvaraju test znanstvene kreativnosti čije su čestice konstruirane kao rezultat teorijskog SSCM⁴ modela (Hu i Adey, 2002.). SSCM model je trodimenzionalna struktura koju čine produkti (tehnički produkti; znanstvena znanja; znanstveni fenomeni; znanstveni problemi), obilježja (fluentnost; fleksibilnost; originalnost) i proces (imaginacija; mišljenje).

Kombinacijom navedenih testova u eksperimentalnom dijelu rada konstruiran je test znanstvene kreativnosti.

³ TTCT – Torrance Test of Creative Thinking

⁴ SSCM – Scientific Structure Creativity Model

EKSPERIMENTALNI DIO

Mjerni instrument »test znanstvene kreativnosti«

U eksperimentu je korišten test znanstvene kreativnosti čije su čestice kombinacija Hu i Adeyeva testa kreativnosti i čestica konstruiranih od autora. S obzirom da je test sinteza različitih testova kreativnosti, u svrhu evaluacije i normiranja, autor je provjerio neke njegove metrijske karakteristike i norme.

Testiranje je provedeno na prigodnom uzorku od 110 ispitanika, od čega je bilo 60 dječaka i 50 djevojčica, polaznika 7. (13 godina) i 8. (14 godina) razreda osnovne škole iz Zaprešića.

Test čini sljedećih sedam čestica:

- Čestica 1. *Napišite što je više moguće znanstvenih primjera korištenja dječaka stakla.*
- Čestica 2. *Kada bi svemirskim brodom bilo moguće putovati svemirom i otići na neki planet, koja znanstvena pitanja biste željeli istražiti? Nabrojite ih što je više moguće.*
- Čestica 3. *Osmislite što više mogućih poboljšanja na biciklu koja bi ga učinila zanimljivijim, korisnijim i ljepšim.*
- Čestica 4. *Pretpostavite da nema gravitacije i opišite kakav bi bio svijet. Nabrojite što više opisa.*
- Čestica 5. *Na slici je prikazana zatvorena crna kutija. Koja ćete pitanja postaviti, a koje postupke primijeniti kako biste saznali što je u njoj? Navedite što je više moguće pitanja i postupaka.*
- Čestica 6. *Imate dvije vrste ubrusa. Kako ćete provjeriti koji je kvalitetniji? Navedite pribor, metode i postupke kojima biste se koristili. Napišite što više mogućih metoda.*
- Čestica 7. *Osmislite stroj za skupljanje jabuka. Nacrtajte sliku, istaknite ime i funkciju svakoga pojedinog djela tog stroja.*

Testiranje je provedeno na prigodnom uzorku od 110 ispitanika, od čega je bilo 60 dječaka i 50 djevojčica, polaznika 7. (13 godina) i 8. (14 godina) razreda osnovne škole.

Problemi

- i. Utvrditi osnovne metrijske karakteristike testa znanstvene kreativnosti.

- ii. Provjeriti odnos između rezultata testa kreativnosti i školskog uspjeha u završnim (7. i 8. razred) razredima osnovne škole s obzirom na spol.
- iii. Provjeriti odnos između rezultata za komponente divergentnog mišljenja, fluentnost i fleksibilnost s obzirom na dob.

Neke metrijske karakteristike instrumenta

Provjerene su neke mjerne karakteristike instrumenta; valjanost i pouzdanost. Utvrđivanje pouzdanosti testa provedeno je mjerenjem unutarnje dosljednosti testa. Na ukupnom uzorku ispitanika unutarnja dosljednost izražena je preko Cronbachova koeficijenta. Unutarnja dosljednost relativno je visoka i iznosi 0.70 ($\alpha = 0.70$). Unutarnja dosljednost istražena je preko korelacije (Personov r) između pojedine čestice i ukupnog rezultata. Korelacija između rezultata za svaku pojedinu česticu i ukupnih rezultata kreće se od 0.33 do 0.71 (tablica 1). Izračunat je koeficijent korelacije između svake pojedine čestice u testu. Njegova srednja vrijednost iznosi relativno malih 0.30. Svi korelacijski koeficijenti računani su na razini značajnosti od $P. < 0.01$. Stručnjaci (20 prof. fizike i znanstvenih djelatnika) iz područja za koje je instrument konstruiran, procijenili su čestice s obzirom na konstrukt koje mjere, čime je provjerena sadržajna valjanost (tablica 2). Napokon, kako bi se test uspješno primjenjivao u mjerenju znanstvene kreativnosti, potrebna je određena prihvaćenost od učenika. Učenici su svoje mišljenje iskazali odgovarajući na pitanje o interesantnosti svakoga pojedinog zadatka (tablica 3).

Komparacija rezultata testa s obzirom na školski uspjeh i spol

Provedena je statistička obrada podataka s obzirom na dob učenika. Dobne razlike u uspješnosti rješavanja testa znanstvene kreativnosti nisu se pokazale statistički značajne. S obzirom na kriterij dobi, u daljnjem su postupku statističke obrade ispitanici obrađeni kao jedinstvena skupina. U drugoj analizi provedena je komparacija s obzirom na spol ispitanika. Iako je aritmetička sredina rezultata testa nešto veća za populaciju dječaka ($M_{\text{dječaci}} = 43.3$, $M_{\text{djevojčice}} = 42.6$), testiranjem razlike između aritmetičkih sredina nije ustanovljena statistički značajna razlika između dječaka i djevojčica. Međutim, razlika u rezultatima testa koji su postigli dječaci u odnosu prema djevojčicama, upućuje na testiranje razlika između školskog uspjeha (ocjena) djevojčica i dječaka. Testirane su razlike u ocje-

nama općeg uspjeha između učenika i učenica, a podaci su prikazani u (tablici 4). Djevojčice postižu statistički značajno ($P.01$) bolje rezultate s obzirom na opći uspjeh. Kako bi se odgovorilo na pitanje povezanosti školskog uspjeha i rezultata na testu, izračunati su koeficijenti korelacije (Personov r) između rezultata na testu i općeg uspjeha. Testiranje razlike između ovih dvaju koeficijenta pokazalo se statistički značajno tek na razini rizika od 10%.

Analiza rezultata za komponente divergentnog mišljenja

Testirane su razlike u rezultatima fluentne komponente divergentnog mišljenja u ovisnosti o dobi ispitanika. Dobivene vrijednosti nisu se pokazale statistički značajnima. Rezultati fluentnosti grupirani su prema bodovnim razredima, te su izračunate frekvencije rezultata (tablica 5). Ovisnost bodovnog razreda o frekvenciji rezultata prikazana je grafički, a pritom su odvojeno prikazane distribucije rezultata za učenike sedmog i osmog razreda (slika 1.). Nadalje, testirane su razlike fleksibilne komponente divergentnog mišljenja u ovisnosti o dobi ispitanika. Dobivene razlike statistički su značajne na razini $P. < 0.01$ (tablica 6). Rezultati dobiveni sumiranjem bodova svih ispitanika grupirani su u bodovne razrede, te su izračunate frekvencije rezultata za fleksibilnost (tablica 7). Napravljen je grafički prikaz ovisnosti bodovnog razreda o frekvenciji rezultata za djevojčice, odnosno dječake (slika 2).

Rasprava rezultata i zaključci

Konstrukcija instrumenata za provjeru specifičnih problema složen je postupak koji zahtijeva ispunjavanje određenih uvjeta. Temeljni je uvjet ispunjavanje određenih metrijskih karakteristika instrumenta. U eksperimentu su provjerene samo neke metrijske karakteristike testa. Pouzdanost instrumenta utvrđivana je kroz unutarnju dosljednost uz korištenje Cronbachove α . Koeficijent α je visok⁵ ($\alpha = 0.70$) pa možemo tvrditi da mjerni instrument u svim svojim dijelovima mjeri isti konstrukt. Unutarnju dosljednost instrumenta dodatno potkrepljuje relativno visoki koeficijent korelacije između rezultata za pojedinu česticu i ukupnih rezultata. Njegova srednja vrijednost iznosi $r = 0.54$, što prema gruboj aproksimaciji (Petz, 2004.) odgovara stvarnoj i značajnoj povezanosti između varijabli. S obzirom na to da je mjerenje provedeno na manjoj skupini is-

⁵ Idealna vrijednost za Cronbachovu α je ≥ 0.70 (Engelhardt, Beichner, 2004.)

pitanika, rezultat o značajnoj povezanosti dvaju varijabli treba uzeti sa zadržkom. Pri utvrđivanju unutarnje dosljednosti instrumenta provedena je analiza korelacijskih koeficijenata između rezultata postignutih za svaku pojedinu česticu. Rezultati pokazuju slabu povezanost između čestica ($\bar{r} = 0.3$). Razlog niske korelacije jest procedura i način bodovanja u kojem je komponentu fleksibilnosti teško bodovati. Postupak utvrđivanja sadržajne valjanosti procijenili su stručnjaci iz područja prirodnih znanosti. Procijenjen je odabir čestica prema kojem su čestice 2., 6. i 7. sa stajališta prirodoslovaca najrelevantnije za znanstvenu kreativnost. Čestica 1. nije dobila značajnu podršku stručnjaka (52%), stoga je nužna njezina rekonstrukcija. Dodatnu potkrepu o kvalitetnom izboru čestica iskazali su učenici koji čestice 7. i 2. smatraju najinteresantnijima, dok čestice 1. i 6. drže neinteresantnima i dosadnima (najmanji broj bodova postignut je upravo na čestici 6.). S obzirom na to da je djelomično proveden odabir čestica, parcijalne pokazatelje o metrijskim karakteristikama testa ne možemo uzeti kao relevantne. Za svaki ozbiljniji mjerni instrument koji bi mjerio stupanj znanstvene kreativnosti i komponente divergentnog mišljenja potrebna je opsežnija i detaljnija selekcija čestica.

U eksperimentu su, uz utvrđivanje metrijskih karakteristika testa, analizirani problemi vezani uz odnos rezultata postignutih na testu s obzirom na dob ispitanika. Rezultati pokazuju da je prosječna uspješnost na testu gotovo jednaka za obje skupine ispitanika. Aritmetičke sredine rezultata za obje skupine neznatno se razlikuju, što upućuje na to da u kreativnom testu »gotovo znanje« i formalno mišljenje nisu čimbenik uspješnog rješavanja. To dodatno potkrepljuje i značajna širina distribucije rezultata za trinaestogodišnjake ($s.d._{13} = 13.9$, $s.d._{14} = 15.1$), koji nisu determinirani već postojećim znanjima iz prirodoslovlja.

Komparacija ispitanika s obzirom na spol i uspješnost na testu nije se pokazala statistički značajnom. Međutim, dječaci iste dobi ipak postižu nešto bolje rezultate na testu u odnosu prema djevojčicama. Ovdje postoji tendencija koju je potrebno provjeriti dodatnim istraživanjima, koristeći se pritom većom skupinom ispitanika. Zbog toga je provedeno i dodatno testiranje na opći uspjeh između djevojčica i dječaka iste dobi. Pritom se pokazalo da djevojčice postižu bolji uspjeh ($F = 7.84$ $P < 0.01$) u ocjenama u odnosu prema dječacima. To možemo objasniti u kontekstu odnosa nastavnika prema učeniku i njegova ocjenjivanja u završnim razredima osnovne škole. Grgin upozorava da nastavnice daju niže ocjene dječacima, vjerojatno da ocjenom discipliniraju njihovo ponašanje (Grgin, 1973.). Zbog toga je provjeren odnos školskog uspjeha i rezultata na testu. Testiranje razlike pokazalo se statistički značajno tek na razini

rizika od 1%. Razina statističke značajnosti $P < 0.1$ je malena (Mejovšek, 2003.). Kako bi se provjerila hipoteza o većem kreativnom kapacitetu učenika u odnosu prema njegovu općem uspjehu, buduća bi se istraživanja trebala provesti na većoj skupini ispitanika uz bolje metrijske karakteristike instrumenta.

Detaljnija analiza rezultata provedena je za fluentnu i fleksibilnu komponentu divergentnog mišljenja. Fluentnost misaonih operacija kod učenika različite dobi nije statistički značajna. Učenici sedmog i osmog razreda imaju približno iste sposobnosti kada je riječ o donošenju mnogih rješenja i alternativa. Stoga je grupa analizirana kao jedinstvena cjelina. Izračunate frekvencije prikazane su grafički. Distribucija rezultata upućuje na normalnu Gaussovu raspodjelu. Iz grafičkih podataka (slika 1) proizlazi kako se fluentna komponenta povećava nakon učenja i vježbe (14 god.), ali se oblik distribucije ne mijenja. Rezultati dobiveni za fluentnu komponentu podudaraju se s onima drugih autora. Tako je Jiazeng (1995) pri testiranju studenata Torranceovim testom znanstvene kreativnosti dobio gotovo identičnu distribuciju rezultata za fluentnost divergentnog mišljenja.

Druga analiza provedena je za fleksibilnu komponentu misaonih procesa s obzirom na dob. Testirana razlika pokazala se statistički značajnom ($F = 5.14$, $P < 0.05$). Sposobnosti različitih pristupa različitim problemima mogu se dodatno razvijati u kreativnom nastavnom procesu. Učenici s četrnaest godina počinju se uključivati u razne oblike istraživačke nastave u kojima je problem u pravilu zadan, ali nije zadana procedura ni rezultat. Takvim se procesom dodatno razvija fleksibilna komponenta divergentnog mišljenja, zbog čega su i rezultati na testu bolji. Desno inklinirajuća krivulja (slika 2) i slabiji rezultati postignuti u višim bodovnim razredima, posljedica su nepoznavanja metodologije pri rješavanju problemskih situacija. Jiazeng (1995) smatra da se interaktivnim oblicima nastave⁶ s vremenom povećava fleksibilnost mišljenja, a oblik distribucije poprima Gaussov oblik.

⁶ Interaktivni oblici nastave: (a) grupni rad; (b) otkrivalačka nastava; (c) problemska nastava; (d) problemski usmjerena nastava; (e) istraživačka nastava; (f) konstruktivistička nastava.

TABLICE MJERENJA I GRAFIČKI PRIKAZI

Tablica 1. *Korelacija između čestice i ukupnog rezultata*

čestica	r	s.d.
1	.519	
2	.534	
3	.542	
4	.332	
5	.509	
6	.629	
7	.708	
<i>M</i>	.539	.116

Tablica 2. *Sadržajna valjanost: učitelji i znanstveni djelatnici
(N = 20)*

čestica	mjeri	ne mjeri
1	.52	.48
2	.90	.10
3	.75	.25
4	.85	.15
5	.70	.30
6	.90	.10
7	.95	.05

Tablica 3. Mišljenje učenika o testu ($N = 110$)

čestica	interesantno	neinteresantno
1	.50	.50
2	.95	.005
3	.87	.13
4	.82	.18
5	.58	.42
6	.52	.48
7	.97	.003

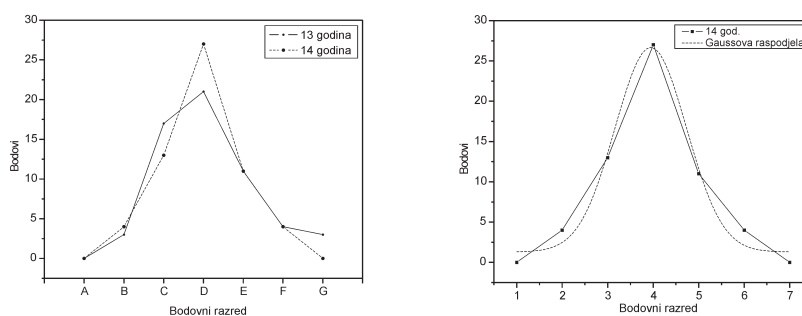
Tablica 4. Test razlike između aritmetičkih sredina s obzirom na opći uspjeh između djevojčica i dječaka

Dataset	N	Mean	SD	SE	
djevojčice	60	4.18	0.527	0.068	
dječaci	50	4.44	0.387	0.054	
ANOVA					
Source	DoF	SS	MS	F value	P value
Model	1	1.727	1.727	7.844	0.006
Error	108	23.781	0.220		

Tablica 5. Rezultati fluentnosti grupirani prema bodovnim razredima

Grupa	A 0–5	B 10–15	C 15–20	D 20–25	E 25–30	F 30–35	G 35–40	H > 40
Broj učenika 7. r.	0	3	17	21	11	4	3	1
Broj učenika 8. r.	0	4	13	27	11	4	0	0

Slika 1. Normalna distribucija za fluentnu komponentu divergentnog mišljenja (u drugom prikazu vrijedi $A \leftrightarrow 1$)



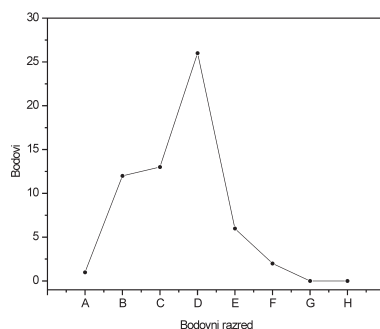
Tablica 6. Testiranje statističke značajnosti razlika za fleksibilnu komponentu divergentnog mišljenja s obzirom na dob

Dataset	N	Mean	SD	SE	
13 godina	60	17.066	6.267	0.809	
14 godina	60	14.6	5.630	0.726	
ANOVA					
Source	DoF	SS	MS	F value	P value
Model	1	182.533	182.533	5.142	0.025
Error	118	4188.13	35.492		

Tablica 7. Rezultati fleksibilnosti grupirani prema bodovnim razredima

Grupa	A 0–5	B 10–15	C 15–20	D 20–25	E 25–30	F 30–35	G 35–40	H > 40
Broj učenika 7. r.	0	5	15	21	12	6	0	0
Broj učenika 8. r.	1	12	13	26	6	2	0	0

Slika 2. Desno – inklinirajuća distribucija za fleksibilnu komponentu divergentnog mišljenja



Literatura:

1. Aubrecht, Gordon i Aubrecht, Judith (1982), *Constructing Objective Tests*. American Journal of Physics 51 (7), str. 613–620.
2. Cvetković-Lay, Jasna i Sekulić-Majurec, Ana (1998), *Darovito je, što ću s njim*, Zagreb: Alineja.
3. Engelhardt, Paula i Beichner Robert (2004), *Students' Understanding of Direct Current Resistive Electrical Circuits*. American Journal of Physics 72 (1), str. 98–107.
4. Évano, Chantal (2004), *Imamo pravo ne shvatiti odmah*, Zagreb: Profil akademija, str. 43–56.
5. Grgin, Tomislav (1973), *O čemu zavisi veća strogost nastavnica prema muškim nego prema ženskim učenicima*. Revija za psihologiju, 3, str. 27–29.
6. Guilford, Joy (1967), *The Nature of Human Intelligence*, NYC: McGraw-Hill.
7. Hu, Weiping i Adey, Philip (2002), *A Scientific Creativity Test for Secondary School Students*. International Journal of Science Education, 24 (4), 389–403.
8. Jiazeng, Li i Chen, Yi (1995), *Evaluating of Creative Thinking of Students and Creativity Development at Southeast University*. The symposium of the third whole nation academic conference of the chinese society of creative studies, Beijing. Dostupno: www.paper.edu.cn
9. Krsnik, Rudolf (2003), *Problemski i istraživački usmjerena nastava fizike*. Zbornik šestog hrvatskog simpozija o nastavi fizike, Split: HFD, str. 6–14.

10. Krsnik, Rudolf (2005), *Uloga modela i modeliranja u suvremenoj nastavi fizike*. Zbornik sedmog hrvatskog simpozija o nastavi fizike, Split: HFD, str. 8–10.
11. Lelas, Srđan (1990), *Promišljanje znanosti*, Zagreb: Hrvatsko filozofsko društvo, str. 21–24.
12. Lelas, Srđan i Vukelja, Tihomir (1996), *Filozofija znanosti*, Zagreb: Školska knjiga, str. 49–52.
13. Mejovšek, Milko (2003), *Uvod u metode znanstvenog istraživanja*, Jastrebarsko: Naklada Slap, str. 17–112.
14. Petz, Boris (2004), *Osnovne statističke metode za nematematičare*, Jastrebarsko: Naklada Slap.
15. Polić, Milan (1993), *Odgoj i svije(s)t*, Zagreb: Hrvatsko filozofsko društvo, str. 113–118.
16. Polić, Milan (1997), *Čovjek – odgoj – svijet*, Zagreb: KruZak.
17. Polić, Milan (2005), *Divergentno mišljenje u suvremenom obrazovanju*. Zbornik radova interaktivna komunikacija u nastavnim aktivnostima, Pula: Visoka učiteljska škola u Puli, str. 185–196.
18. Simonton, Dean (2004), *Creativity in Science*, Cambridge: Cambridge University Press
19. Sternberg, Robert (2005), *Handbook of Creativity*, Cambridge: Cambridge University Press, str. 401–402.
20. Šindler, Gustav (1990), *Prilozi problemski usmjerenoj nastavi fizike*, Zagreb: Školska knjiga, str. 24–26.

CREATIVITY AND DIVERGENT THINKING IN NATURAL SCIENCE TEACHING

Antonio Svedružić

The concept of »problem« and its solving in the context of contemporary philosophy and natural science methodology is explicated in this paper.

The aim of the research is to make a metrically reliable instrument for measuring the scientific creativity and the components of divergent thinking, so as to solve the problem of the relation between scholastic ability and creativity and the relation between certain components of divergent thinking.

The results of the research obtained by using the scientific creativity test confirmed the indications of the correlation between scholastic ability and the students' creative potentials, as well as the differences in the distribution of results concerning certain components of divergent thinking.

Key words: *problem, creative act, divergent thinking, scientific creativity test*