

SPOZNAJA, PREDZNAJNE I STJECANJE ZNANJA

Sažetak

Rad predstavlja analitičko istraživanje o naravi one vrste znanja koja omogućuje objašnjavanje ili predviđanje događaja i o mogućnosti za ovladavanjem s umijećem stjecanja takvog znanja.

Rad obuhvaća tri dijela. U prvom se dijelu analiziraju sastavnice na kojima se temelji donošenje pedagoške odluke. Uvodimo pojam mreže relevantnih teorija i unutar nje izdvajamo dvije neovisne i dvije ovisne točke. Neovisne točke zadane su s odgojnim ciljem i prirodom poučavanog subjekta. Način odredbe neovisnih točaka utječe na izbor ovisnih točaka, naime sadržaja i načina pouke. Promijenjeni zahtjevi koje društvo okrenuto k budućnosti postavlja pred školski podsustav i metateorijske spoznaje o naravi spoznaje utječu na odredbu odgojnog cilja na spoznajnom području. Spoznajni odgojni cilj možemo predočiti kao točku u spektru protegnutom između dviju točaka. Stjecanje spoznajnog umijeća i usvajanje znanja su krajnje točke toga spektra, no moramo ih promatrati samo kao teorijske konstrukte jer nije moguće ovladati s umijeće stjecanja znanja bez usvajanja nekog znanja, jednako kao što nije moguće usvojiti ikakvo znanje bez sposobnosti za stjecanje znanja. Spomenute društvene promjene i metateorijske spoznaje uzrokuju pomak spoznajnog odgojnog cilja prema strani umijeća. Taj pomak zabilježen je u općeprihvaćenoj sintagmi '(na)učiti učiti' (alternativno, '(na)učiti misliti').

U drugom dijelu postavljamo i obrazlažemo tezu da nastavni proces usmjeren k cilju ovladavanja s umijećem stjecanja znanja mora biti strukturalno sličan realnom procesu stjecanja znanja. Ta strukturalna sličnost je homomorfične vrste. Slijedeći rezultate filozofije znanosti izlažemo model procesa stjecanja znanja. Svakoj etapi u realnom spoznajnom procesu odgovara etapa u nastavnom procesu u smislu da je spoznajno stanje koje karakterizira pojedinu etapu znanstvenikovog ili djetetova samostalnog stjecanja znanja slično spoznajnom stanju kod poučavanog subjekta u korespondentnoj etapi vođenog procesa učenja. Ključnu ulogu u realnom procesu učenja ima etapa tvorbe hipoteze. Tvorbu hipoteze razlikujemo od odabira hipoteze (abdukcije). Za primjer tvorbe uzimamo jedan 'induktivni algoritam' i na tom temelju generaliziramo da je problem tvorbe relevantne hipoteze rješiv samo pod pretpostavkom uključenosti relevantnih atributa u prostoru opisa. K tom dokazu pridodajemo i neke rezultate formalne teorije učenja. Dolazimo do konkluzije da za ključnu etapu spoznajnog procesa ne postoji efektivna procedura.

U trećem dijelu izlažemo pedagoške posljedice prethodnih uvida. Čini se da ponovo susrećemo novi pedagoški paradoks u nizu drugih: odabrati pravi ali neostvariv cilj, naime ne možemo 'naučiti učiti', ili odabrati manje vrijedan ali ostvariv cilj, znanja možemo usvojiti. Rješenje koje predlažemo poziva se na načelo racionalnosti. U realnom spoznajnom procesu načela racionalnosti imaju značajnu ulogu. Slično, racionalno je, iako ne i strogo logično, 'učiti učiti' iako ne možemo 'naučiti učiti'.

PROBLEMSKE DIMENZIJE PEDAGOŠKOG IZBORA

Promatramo li učiteljicu kao stručnjaka, onda je njena stručnost višestruka. Teorije koje omogućuju njenu višestruku stručnost možemo podijeliti na temelju četiri pitanja:

1. **Koga** poučavamo?
2. **Što** (o čemu) poučavati?
3. **Kako** poučavati?
4. **Čemu** (s kojim ciljem) poučavati?

Razlikovanje sastavnica pedagoškog izbora pruža osnovu za razdiobu glavnih odgojnih teorija. Filozofija odgoja nije jedna 'među' njima, njen položaj je 'ispod ili iznad' na što se obično misli kada se opisuje njena integracijska ('iznad') ili fundamentalna ('ispod') uloga. Filozofija odgoja istražuje inter-teorijske odnose i općenita intra-teorijska pitanja. *Mrežom relevantnih teorija* možemo nazvati skup teorija koje u prešutnom ili izričitom obliku daju odgovore na navedena pitanja. Filozofiji odgoja pripada važno pitanje odredbe odnosa ovisnosti među relevantnim teorijama.

| pitanje | relevantna teorija | | odnos ovisnosti | teorijska vrsta | |
|---------|---|------------------|-----------------|-----------------|--------------|
| Koga? | teorija učenja | razvojna teorija | neovisna | deskriptivna | |
| Što? | teorija curriculum-a | planiranje | ovisna | deskriptivna | primijenjena |
| Kako? | teorija nastave / didaktika | nastavne metode | ovisna | deskriptivna | primijenjena |
| Čemu? | praktična pedagogija / odgojna filozofija | | neovisna | normativna | |

Slika 1. Dimenzije nastavnog procesa

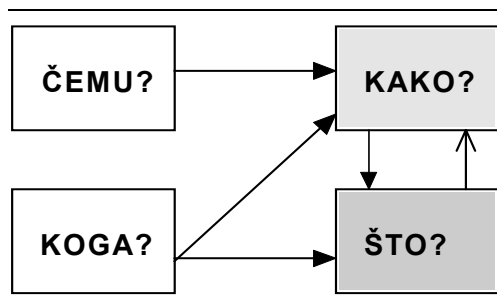
Čvrste točke u mreži za-odgoj-relevantnih teorija pripadaju teoriji učenja i razvoja te odredbi odgojnih ciljeva¹. Izgleda da postoji opća suglasnost o utjecaju tih teorija na sadržaj odgovora na pitanja 'Kako i o čemu poučavati?'.

Spoznajni odgojni cilj možemo predočiti kao jedan mogući položaj u spektru protegnutom između krajnjih točaka. Ovladavanje s umijećem stjecanja znanja i usvajanje znanja su krajnje točke tog spektra², no njih moramo promatrati samo kao teorijske konstrukte jer nije moguće ovladati s umijećem stjecanja znanja bez usvajanja nekog znanja, niti je moguće usvojiti ikakvo znanje bez sposobnosti za stjecanje znanja. Cilj čiji je sadržaj razvoj sposobnosti za stjecanje znanja možemo označiti s općeprihvaćenim nazivom '(na)učiti učiti'. Izbor spoznajnog odgojnog cilja utječe na odnose između ovisnih položaja u mreži odgojnih teorija. Promijenjeni zahtjevi koje društvo okrenuto k budućnosti postavlja pred školski podsustav i metateorijske spoznaje o naravi spoznaje utječu na pomak spoznajnog odgojnog cilja prema polu razvoja spoznajnih sposobnosti. Taj pomak izaziva hijerarhijsko uređenje odnosa između izbora sadržaja i načina pouke. Izbor nastavne metode postaje važniji od

¹ Rousseau pripada čast otkrića odnosa ovisnosti među odgojnim teorijama u *Emil-u*. Tri vrste odgoja (prirodnog, stvarnog i ljudskog) moraju konvergirati prema istom cilju. Razvoj ('prirodni odgoj') nije 'raspoloživ', nije u djelokrugu namjernog utjecaja. Slijedi da odgojitelj ('ljudski odgoj') mora sačiniti odgojnu situaciju ('stvarni odgoj') primjerenu razvojnom stupnju ('prirodni odgoj').

² Bloomovu klasifikaciju spoznajnih odgojnih ciljeva možemo promatrati kao uspinjanje prema onoj strani spektra na kojoj dominira umijeće (1. znanje, 2. razumijevanje, 3. primjena, 4. analiza, 5. sinteza, 6. vrednovanje).

izbora sadržaja kada cilj postavimo bliže strani umijeća. Hijerarhijski odnos između ovisnih položaja koji nastaje s takvim pomakom spoznajnog cilja možemo prikazati slikom:



Slika 2. Hijerarhija ovisnih položaja

Vještina se razvija vježbanjem. Ovladavanje s umijećem stjecanja znanja zahtjeva sudjelovanje u spoznajnom procesu jer, kao i drugdje, spoznajnu sposobnost razvijamo spoznavajući. Logički prioritet pripada 'učenju otkrićem', ne 'učenju naučenog'³, jer je stjecanje znanja uz pomoć drugoga moguće samo ako je na početku lanca prijenosa znanja izvorni samostalni oblik spoznaje. Ovdje moramo napomenuti da postoji sklonost pogrešnom razumijevanju nazivka '(na)učiti učiti' u smislu 'naučiti učiti o spoznatom' umjesto u smislu 'naučiti samostalno spoznavati'. Nastavni postupak kojeg trebamo usvojiti poradi ostvarenja cilja '(na)učiti učiti' mora nalikovati stvarnom procesu samostalnog stjecanja znanja, jer uvijek bavati spoznanje umijeće znači spoznavati. Nastava je vođenje procesa stjecanja znanja. Vođena vježba u učenju otkrićem mora biti organizirana tako da ne sprječava učenikovu samostalnu djelatnost održavajući istodobno sklop učinkovitog stjecanja znanja.

NARAV SPOZNAJE I ODGOJNI CILJEVI

Spoznajnoteorijski uvidi utječu na izbor spoznajnih odgojnih ciljeva. Promatramo li znanje kao posjedovanje 'dovršenog proizvoda' koji ne podliježe daljnjim izmjenama, tada imamo razloga tražiti ravnovjesje u odnosu razvoja spoznajnog umijeća i usvajanja znanja. No, ako trenutno stanje znanja nema dovršeni oblik i ako je proces zastarijevanja znanja ubrzan, onda usvajanje znanja kao 'gotovog proizvoda' prestaje biti privlačnim ciljem. Tada razvoj umijeća dolazi u prednji plan, štoviše taj položaj zadržava kao jedini prihvatljivi ako stanje znanja niti ne može biti konačno.

Brojni dokazi obrazlažu tezu po kojoj se nedovršeno stanje znanja ne može prevladati. U filozofiji znanosti i u metateoriji, općenito, pronalazimo mnoštvo takvih dokaza. Izdvajamo neke među njima:

³ Koristimo ove nazive u smislu 'learning by exploring' i 'learning by being told'.

- univerzalno formulirana hipoteza u empirijskim znanostima ne može biti verificirana jer ima neograničeni broj instanci (Popper)
- postoji granica preciznosti u opisu opažanja i postupku izračunavanja
- opažanja su 'prožeta teorijom'
- opažanja nepotpuno određuju teoriju
- teorije su nesumjerljive
- aksiomatizacije teorije (iskazane jezikom dovoljno bogatim da izrazi vlastitu sintaksu) impliciraju nepotpunost (Goedel)

Popis bi mogao biti i duži, ali za našu svrhu dostatni su Popperov i Goedelov dokaz. Njihove rezultate sažeto možemo izraziti riječima: konkluzivna verifikacija nije moguća i pojmovi 'dokazivosti' i 'istinitosti' nisu istovrijedni.

Moramo napustiti klasičnu ideju o inverznom odnosu između izgradnje i prikaza teorije. Po klasičnom shvaćanju, teorija raste 'odozdo prema gore', induktivno, no jednom dovršena, dobiva deduktivan oblik i tako se prikazuje, odozgo prema dolje. Metateorijski uvidi sugeriraju nam pedagošku tezu: "Ako teorija ne može postati dovršeni proizvod, onda ju takvom ne trebamo ni prikazivati". Radije, budući je spoznaja proces, njen prikaz u obliku rekonstrukcije njenog nastanka bliži je njenoj naravi. Ako je spoznaja nedovršeni i nedovršivi proces onda 'usvajanje znanja' postaje opravdanim samo u liku sudjelovanja u procesu stjecanja znanja.

HOMOMORFIZAM SPOZNAJE I NASTAVE

Homomorfizam je 'preslikavanje koje čuva strukturu' (u jednom smjeru).⁴ Možemo za procese učenja ili spoznavanja i nastave kazati da su homomorfne ako za svaki stadij prvoga možemo pronaći korespondenti stadij drugog procesa. 'Korespondenciju' promatramo u neformalnom smislu kao homomorfizam. Uočimo da nije nužno da svaki subprocesni stadij nastave ima korespondirajući stadij u stjecanju znanja⁵. Proces učenja otkrićem, kojemu smo gore dodijelili logičko prioritetni status, možemo u jednom pojednostavljenom obliku razložiti u slijedeće stadije:

⁴ Formalno, kažemo da su dvije strukture, recimo L i T , homomorfne ako i samo ako je ispunjen sljedeći uvjet: postoji funkcija $i: L \rightarrow T$ takva da za svaki x, y vrijedi da ako $x, y \in L$ i xRy , onda $(i(x))R(i(y))$. Neka L predstavlja spoznajni proces i T nastavni proces i neka R predstavlja odnos neposrednog prethođenja. Homomorfizam bi se tada sastojao u posjedovanju jednakog broja stanja u tim procesima. Ovdje koristimo 'jači', ali neformalan pojam u kojemu su i sama stanja homomorfna.

⁵ Široki skup komunikacijskih problema u nastavi nema odgovarajućeg para u spoznaji.

- tvorba hipoteze
- dedukcija prediktivnog iskaza
- opažanje i dodavanje opažajnog iskaza
- odbacivanje hipoteze

Drugi i treći stadij mogu se ponavljati. Spirala bi mogla biti prikladna predodžba procesa spoznaje.

Poperovsko odbacivanje indukcije prihvaćamo u ograničenom smislu: ne postoji indukcija koja bi započela s teorijski neutralnim opisom stvarnosti. No ipak, postoje svojevrsni spoznajni procesi uključeni u tvorbi hipoteze (indukcija) i u odabiru hipoteze (abdukcija) koji nisu deduktivne naravi. U logičkom smislu, prvi korak u spoznaji je tvorba hipoteze. Potom slijedi deduktivni koraka u kojemu deduciramo singularan iskaz o još neopaženom stanju. Sučeljavanje izvedenog iskaza s iskustvenom evidencijom predstavlja treći korak⁶. Ako opažanje ne potvrđuje predviđanje, onda bismo morali odbaciti hipotezu, u protivnom ponavljamo korak dedukcije. Ponavljanje deduktivnog koraka ne smijemo promatrati kao 'beskonačnu petlju', radije pretpostavljamo postojanje neizrazitog kriterija racionalnosti na temelju kojega prosuđujemo je li neka teorija 'dobro potkrijepljena'. Zbog nemogućnosti konkluzivne verifikacije, beskonačna procedura provjeravanja pogađa i općenitije hipoteze. U povijesti ideja, odbacivanje je sudbina kojoj je bila ili će biti izložena skoro svaka hipoteza. Odbacivanje se može javiti onda kada opažanje ne potvrđuje predviđanje. Tada treba odbaciti barem jednu od hipoteza koje su poslužile kao osnova predviđanju. Poremećaj prijeti narušavanjem cijelog sustava općenitih vjerovanja, jer falsificiranjem hipoteze falsificira se i barem jedna od općenitijih hipoteza koje spomenutu impliciraju. Naime, rečenice koje za logičku posljedicu imaju neistinu ne mogu sve biti istinite. Unatoč strogoj logičkoj opravdanosti progresivnog uklanjanja hipoteza, takva rekonstrukcija sustava vjerovanja ne mora uvijek biti racionalna. Izgleda da i ovdje susrećemo neki neizraziti princip racionalnosti koji često favorizira reviziju vjerovanja, koja otvara prostora iznimkama, pred korjenitom rekonstrukcijom. Drugi slučaj, rekonstrukcija znanja, značajniji je u smislu 'približavanja istini' i, pored uklanjanja hipoteze ili hipoteza i dodavanja opažajnog iskaza, uključuje najsloženiji stadij 'tvorbe hipoteze'. Zbog toga 'tvorba hipoteze' zavrjeđuje zasebnu analizu.

Postavili smo tezu: 'Ako razvoj spoznajnih sposobnosti prihvatimo kao spoznajni odgojni cilj, onda sredstva za njegovo ispunjenje moramo tražiti u načinu organiziranja nastave'. Umijeće se razvija uvježbavanjem, zato odgovarajući nastavni postupak mora biti homomorfan stvarnom procesu stjecanja znanja (u smislu učenja otkrićem). U našem modelu samostalnog učenja⁷ morat ćemo razlikovati tri 'agensa' - logiku, stvarnost i pozadinsko

⁶ Deducirani iskaz može se odnositi bilo na buduće, bilo na prošlo neopaženo stanje.

⁷ U približno jednakom značenju koristimo nazive 'samostalno učenje', 'učenje otkrićem', pri čemu se 'učenje' može zamijeniti s 'stjecanje znanja'.

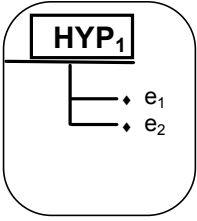
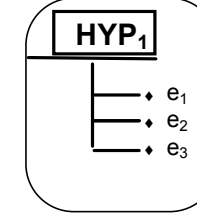
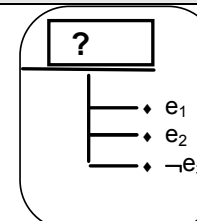
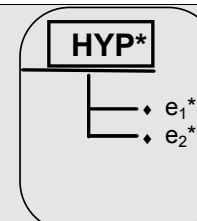
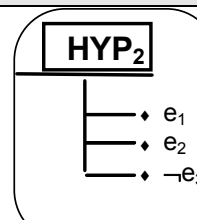
znanje⁸. Znanstvenik koji otkriva ili dijete koje uči materinski jezik predstavljaju tipične primjere samostalnog učenja. Oni utjelovljuju logiku i pozadinsko znanje. Proces učenja sada možemo analizirati tako da pokažemo koji agens u kojem stadiju dolazi u prednji plan. Pozadinsko znanje omogućuje tvorbu hipoteze, logika omogućuje izvod iskaza o neopaženom stanju, stvarnost verificira ili falsificira izvedeni iskaz, logika uklanja hipotezu.

Nastava koja je homomorfna stvarnom procesu učenja dodjeljuje učitelju samo one uloge koje u stvarnom procesu pripadaju stvarnosti i pozadinskom znanju. Samo na taj način učenik postaje djelatni sudionik u procesu sličnom stvarnom otkriću, samo tako on/a uvijek biva umijeće stjecanja znanja. Pojam 'učenja naučenog' (slično, 'učenja s pomoću nečijeg kazivanja') pretpostavlja da je nešto već naučeno, naučeno otkrićem. Općeljudsku sposobnost za samostalno učenje potkrepljuje činjenica uspješnosti učenja materinskog jezika. U glavnoj struji filozofije odgoja možemo pronaći primjere uvažavanja prvotne važnosti homomorfizma nastave i učenja, od prešutnog oblika (Sokrat) do izričitog (Dewey). Bilo bi stoga pogrešno ovdje izloženu didaktičku tezu promatrati samo kao djelić jedne u nizu odgojnih filozofija (npr. progresivizma).

Na slici 4. dajemo grafički prikaz homomorfizma učenja i nastave. Lijevi stupac prikazuje spoznajna stanja koja su jednaka za oba procesa. Riječima opisujemo promjene u procesu učenja i nastave koje vode k tim stanjima u srednjem i desnom stupcu. Spoznajno stanje prikazujemo u pojednostavljenom obliku kao posjedovanje vjerovanja o onome 'što je slučaj' (to jest kao usvojenost opažajnog iskaza e_k) i posjedovanje odgovora na pitanje 'zašto je to slučaj' (to jest kao usvojenost zakonomjernog iskaza HYP_n koji implicira opažajne iskaze). Logičke odnose hipoteze i opažajnih iskaza grafički prikazujemo kao granu i ogranke. Homomorfizam učenja i nastave očituje se u postojanju korespondentnih stanja, naime stanja koja nastaju u istovrsnim spoznajnim promjenama.

Slika 3. Homomorfizam učenja i nastave

⁸ Pozadinsko znanje ili predznanje pojavit će se u dvije različite uloge: kreiranja prostora opisa i izvora metafora.

| SPOZNAJNO STANJE | STADIJI U STVARNOM PROCESU | STADIJI U NASTAVNOM PROCESU |
|---|---|--|
|  | ZNANSTVENIK: Tvorba hipoteze (predznanje) | UČENIK: predznanje |
|  | ZNANSTVENIK: dedukcija | UČENIK: dedukcija |
| $\neg e_3$ | STVARNOST: falsifikacija | NASTAVNIK: protuprimjer |
|  | ZNANSTVENIK: Uklanjanje hipoteze; dodavanje opažajnog iskaza | UČENIK: Uklanjanje hipoteze; dodavanje opažajnog iskaza |
|  | ZNANSTVENIK: uporaba predznanja | NASTAVNIK poticaj na uporabu predznanja |
|  | ZNANSTVENIK: nova hipoteza | UČENIK: nova hipoteza |

INDUKCIJA I ABDUKCIJA

Ključna etapa u spoznajnom procesu je tvorba hipoteze jer odgovor na pitanje 'zašto' omogućuje predviđanje i objašnjavanje. Razlikovat ćemo tri načina dolaženja do hipoteze: abdukciju, induktivni algoritam i kreativnu tvorbu.

Traženje objašnjenja ponekad dobiva oblik odabira hipoteze, a ponekad uključuje formuliranje nove hipoteze. Za prvo, odabir hipoteze, koristimo naziv⁹ 'abdukcija'. U slučaju formuliranja nove hipoteze moramo razlikovati tvorbu koja slijedi induktivni algoritam od kreativne tvorbe. Proces tvorbe hipoteze složeniji je od abdukcije. Izložiti ćemo jedan mogući algoritam za tvorbu hipoteze¹⁰. Nazvat ćemo ga 'induktivni algoritam'. Induktivni algoritam slijedi racionalno načelo poznato pod nazivom 'Ockhamova britva': trebamo odabrati najjednostavniju hipotezu¹¹. Ovaj algoritam u zadanom prostoru opisa pokušava pronaći odgovor na pitanje 'Koji uvjeti moraju biti ispunjeni da bi proizvoljni predmet imao određeno svojstvo?'. Svojstvo uvjete čijeg javljanja pokušavamo otkriti nazvat ćemo ciljno svojstvo. Pozitivnim i negativnim primjerima nazivamo predmete koji posjeduju, odnosno ne posjeduju ciljno svojstvo. Algoritam daje hipotetičnu definiciju ciljnog svojstva. Koraci induktivnog algoritma su:

- 1) Opiši predmete (sastavi popis njihovih svojstva ili vrijednosti njihovih svojstava)
- 2) Pronađi svojstvo/vrijednost koje najbolje dijeli predmete na pozitivne i negativne primjere
- 3) Ako nakon 2. koraka ispod istog svojstva/vrijednosti nalazimo samo pozitivne ili samo negativne primjere, onda je postupak završen, u protivnom ponovi 2. korak.

| primjeri | vrijednosti svojstava | | ciljno svojstvo |
|----------------------|-----------------------|-------|-----------------|
| | masa u kg | tvar | |
| | | | pliva u vodi |
| predmet ₁ | 3 | drvo | DA |
| predmet ₂ | 3 | drvo | DA |
| predmet ₃ | 5 | kamen | NE |
| predmet ₄ | 5 | metal | NE |

Primjena induktivnog algoritma na ovakav prostor opisa daje nam hipotezu da drveni predmeti plivaju u vodi. U skladu s ovdje izloženom dekompozicijom učenja, tada bismo ušli u stadij dedukcije predviđanja o neopaženom stanju. Pretpostavimo da predviđamo da će predmet₅ plivati i da opažanje ne potvrđuje predviđanje. Dobivamo novi redak u opisnoj shemi:

⁹ Abdukcijom (Peirceov naziv) nazivamo postupak traženja hipoteze na temelju koje možemo izvesti zaključak čija je konkluzija usvojeni opažajni iskaz. Budući često raspoložemo s više od jedne hipoteze adbukcija jest odabir jedne među njima. Uobičajeni primjer je medicinska dijagnostika: simptomi različitih bolesti mogu biti jednaki, tako da postaviti dijagnozu znači odabrati hipotezu.

¹⁰ Primjere algoritama za tvorbu hipoteza, posebno za uzročne odnose, možemo pronaći u Millovim induktivnim metodama. Analiza koju izlažemo vrijedi *mutatis mutandis* i za te postupke.

¹¹ Vidi 2. korak.

| | | | |
|----------------------|---|------|----|
| predmet ₅ | 5 | drvo | ne |
|----------------------|---|------|----|

Sada bi ponovljena primjena induktivnog algoritma dala hipotezu: 'Ako je predmet drven onda pliva, osim ako nema masu od 5 kg'. U ovakvom prostoru opisa moguće je u fizikalnom smislu da se nađu predmeti s istovjetnim opisom i različitom klasifikacijom (npr. drveni predmet s masom 3 kg mogao bi ne plivati) i tada postupak ulazi u zatvorenu petlju. Tada treba proširiti prostor opisa, bilo uvođenjem novih svojstava ili nove kombinacije danih svojstva (npr. specifična gustoća). Uspješnost primjene induktivnog algoritma ovisi o relevantnosti svojstava uključenih u prostoru opisa, no odredba relevantnosti svojstava ovisi o predznanju.

Na temelju primjera primjene induktivnog algoritma možemo generalizirati i tvrditi:

- izbor svojstva u prostoru opisa ovisi o prethodnom znanju
- tvorba relevantne hipoteze često zahtjeva razvoj novih teorijskih pojmova.

Primjena algoritma u 'stadiju tvorbe hipoteze' ne može zajamčiti otkriće relevantne hipoteze. Relevantnost hipoteze ovisi ili o prethodnom znanju ili o uvođenju novih termina. No i jedno i drugo predstavlja jedan oblik znanja. Tvorbu hipoteze kao ključni stadij u stjecanju znanja ne možemo poistovjetiti s 'činovničkom procedurom'¹² odnosno s 'Turingovim strojem', osim ako ne pristajemo na *regressus in infinitum*. Iako prihvaćamo tezu da znanje nastaje na temelju (pred)znanja ipak bitna je razlika između predznanja koje daje prostor za primjenu algoritma pretraživanja od predznanja koje se koristi u kreativnom postupku, jer samo u prvom slučaju možemo opisati postupak njegove uporabe.

Ipak, iako nema efektivnih strategija za tvorbu hipoteze, neke heurističke strategije mogu biti korisne. Najvažnija među njima čini se poraba predznanja kao izvora metafora: pronaći poznatu strukturu koja je slična ispitivanoj i potraži homomorfizme¹³.

FORMALNA TEORIJA UČENJA

Sa stajališta formalne teorije učenja možemo izgraditi sličan dokaz o kompjutacijskim svojstvima procesa tvorbe hipoteze. Uobičajena paradigma¹⁴ pokušava pronaći formalnu rekonstrukciju za slijedeće pojmove: teorijski moguća stvarnost, spoznatljiva hipoteza o stvarnosti, dostupni podaci o stvarnosti, znanstvenik (ili dijete), uspješno ponašanje

¹² Termin je Jeffreyev ('clerical procedure').

¹³ Ovu je strategiju Sokrat učinio znamenitom u majeučičnom dijelu svojih podučnih dijaloga.

¹⁴ Osherson, D., Scott, W., de Jongh, D., Martin, E. *Formal Learning Theory*. ILLC Research Report and Technical Notes Series, Amsterdam (1994.)

znanstvenika u danoj, mogućoj stvarnosti. U takvom teorijskom okviru znanstvenik ili dijete se prikazuje kao funkcija ψ sa skupa rečenica **SEQ** u danom jeziku **L** (prirodni jezik - gramatika ili jezik prirode - zakoni) na hipotezu **N** (o gramatici ili zakonima). Može se dokazati propozicija¹⁵: "Neka je **S** bilo koja prebrojiva kolekcija funkcija sa **SEQ** na **N** (zamišljena kao prikaz znanstvenika). Onda postoji identifikabilna kolekcija **L** jezika takva da nijedan član od **S** ne može identificirati **L**." Neformalno ovu propoziciju mogli bismo interpretirati ovako: postoji klasa problema učenja koju nijedna 'izračunljiva funkcija' ne može riješiti. Nazivu 'izračunljiva funkcija' dajemo značenje¹⁶ 'funkcija koja se može izračunati na Turingovom stroju'. Dokaz se oslanja na lemu u formalnoj teoriji učenja po kojoj postoji neprebrojivo mnogo mogućih hipoteza i samo prebrojivo beskonačno mnogo Turingovih strojeva. Ako propoziciju protumačimo u svjetlu prethodnog 'induktivnog algoritma' onda možemo reći da postoji način izbrajanja hipoteza koje možemo sačiniti na pozadini danog prostora opisa, no, s druge strane, nema načina za izbrajanje hipoteza sačinjenih u pomoću drugih rječnika, drugih prostora opisa.

Rezultati meta-teorijskih istraživanja daju nam razloge za zastupanje dviju naizgled proturječnih teza:

- razvoj spoznajnog umijeća (naučiti učiti) jest onaj odgojni cilj na kognitivnom području kojega podupiru istraživanja o naravi znanja

- ne postoji efektivna procedura za otkrivanje relevantne hipoteze i zato se ne može naučiti kako učiti

Susrećemo li još jedan u nizu pedagoških paradoksa? Čini se da ne: u određenom smislu možemo naučiti kako učiti i podučiti kako učiti. Ostvarenju cilja pridonose razvoji metakognitivnih sposobnosti, kritičnog mišljenja, uporabe metafora i logičkih sposobnosti. No time nije zajamčen uspjeh samostalnog učenja. Opća naobrazba kao izvor metafora, isticanje metateorijskih svojstava teorija obuhvaćenih u nastavnom gradivu, svijest o intelektualnim radnjama koje se izvode, logička izobrazba i ponajviše nastava organizirana načinom koji je homomorfam stvarnom procesu učenja izgledaju kao didaktičke upute koje bismo morali slijediti. Postmoderni slabljenje veze između teorije i stvarnosti ne moramo razumjeti za

¹⁵ Op.cit. p.10.

¹⁶ "Koje su numeričke funkcije $f: \mathbb{N}^n \rightarrow \mathbb{N}$ izračunljive? (...) ovo je pitanje već dobilo odgovore među kojima ću izdvojiti tri: 1. f je rekurzivna funkcija (Goedel, Kleene), 2. f se može izračunati na apstraktnom stroju (Turing, Post), 3. f se može definirati u λ - računju bez teorije tipova (Church, Kleene). Da su ovi naslućujući odgovori istovrijedni pokazali su Church (1936.) i Turing (1936-7.)." u Lambek, J. Programs, grammars and arguments: a personal view of some connections between computation, language and logic, *The Bulletin of Symbolic Logic*, vol.3. no.3. Sept.1997. pp.312-313

umanjenje vrijednosti znanosti: njena vrijednost u epistemološkom smislu leži više na strani kreativnosti nego na strani istinitosti.

Berislav Žarnić
University of Split
Faculty of Natural Sciences, Mathematics and Education
Teslina 12
21000 Split Croatia
e-mail: berislav@mapmf.pmfst.hr
Phone: +385 21 385 133