

Uvod u evolucijske osnove inteligencije: modularni um i enigma opće inteligencije

Marko Rojnić
Gradska knjižnica i čitaonica Pula

Sažetak

U tekstu je istaknuta iznimna važnost primjene evolucijske teorije pri proučavanju inteligencije te je predstavljena aktualna diskusija unutar suvremene evolucijske psihologije koja se fokusirala oko pitanja je li inteligencija isključivo specijalizirana ili pak i općenamjenska sposobnost. Ističući morfološku modularnost mozga, zagovornici specijaliziranosti inteligencije tvrde da se ljudski intelektualni kapaciteti sastoje od skupa izoliranih sposobnosti koje su neovisno evoluirale za rješavanje specifičnih adaptivnih problema, zbog čega ljudi nisu razvili nikakvu značajniju sposobnost rezoniranja, već su inteligentni jer je njihov mozak razvio milijarde brzih i učinkovitih heuristika. Naglašavajući važnost opće inteligencije, radnoga pamćenja i analognoga rezoniranja, zastupnici općenamjenstva inteligencije pak smatraju da su modularni elementi dijelovi nekih viših, općenitijih mehanizama koje su ljudi razvili, zbog čega se ljudska inteligencija može najbolje razumjeti kao opći kapacitet koji omogućuje uspješnije rješavanje adaptivnih problema, pogotovo u novim, promjenjivim i drugim kompleksnim situacijama. Navedeni su rezultati i spoznaje znanstvenih istraživanja koja potkrepljuju u tekstu elaborirane teorije, dok je poseban dio rada posvećen teoriji najistaknutijih ličnosti moderne evolucijske misli, koja pokušava ilustrirati *kako* je opća inteligencija mogla evoluirati u skladu s načelima teorije evolucije putem prirodne selekcije.

Ključne riječi: evolucijska psihologija, opća inteligencija, specijalizirani mehanizmi, modul, adaptacija.

UVOD

Evolucijska psihologija, kao pristup u kojemu se spoznaje, načela i teorije iz evolucijske biologije koriste pri istraživanju strukture ljudskoga uma, predstavlja način mišljenja koji se može primijeniti na bilo koje područje kojim se psihologija bavi (Berezkei, 2000; Corballis i Lea, 1999; Cosmides i Tooby, 1997a; Grossman

✉ Marko Rojnić, Gradska knjižnica i čitaonica Pula, Kandlerova 39, 52100 Pula. E-mail: m_rojnic1@yahoo.com

i Kaufman, 2002; Kennair, 2002; Tooby i Cosmides, 2005), zbog čega je, danas već bez dvojbe možemo konstatirati, neizbrisivi dio buduće psihologijske povijesti. Također, taj se pristup znanstvenom radu ne ograničava samo na psihologiju, već se primjenjuju i znanja iz drugih disciplina, poput biologije, kognitivne neuroznanosti, bihevioralne ekologije, antropologije, primatologije, studija lovaca-sakupljača, te se na taj način naglašava važnost integracije znanja i unosi tendencija odstupanja od dosad prevladavajućih paradigmi u društvenim znanostima, a radi izbjegavanja znanstvenoga determinizma i redukcionizma. Na taj način evolucijska psihologija postala relevantan pristup zavidne širine i heurističke vrijednosti, koji ne predstavlja još jednu u nizu monolitnih teorija kojima se pokušava objasniti ljudsko ponašanje, već integrativni okvir za generiranje teorija, baziranih na teoretskim modelima koji su empirijski podržani, ili bar otvoreni za empirijsku proceduru, a sve s težnjom da se identificiraju krajnji ciljevi koje ljudi nastoje postići i prema kojima je usmjereno njihovo ponašanje (Daly i Wilson, 1997; Kardum, 2004; Tooby i Cosmides, 2005).

Unatoč tome, primjena spoznaja evolucijske biologije u područja proučavanja uma dovela je mnoge evolucijski orijentirane znanstvenike u konflikt s tradicionalnim pogledom na strukturu uma, prema kojem je sav specifičan sadržaj ljudskoga uma socijalno determiniran, a ljudska mentalna arhitektura prazna ploča dok iskustvo u nju ne upiše sadržaj (Cosmides i Tooby, 1994a, 1997a, 1997b; Kardum, 2004; Tooby i Cosmides, 1992). Drugim riječima, okolinski faktori u potpunosti oblikuju kogniciju i ponašanje, što se objašnjava kulturom, kao izvorom sadržaja, i učenjem, odnosno socijalizacijom, kao mehanizmom usvajanja, zbog čega psihologija treba biti usmjerena na traganje za okolinskim faktorima, koji će, uz pretpostavljeni općenamjenski mehanizam, dovoditi do određenih osobina i ponašanja. Taj intelektualni okvir, poznat u psihologiji kao *Standardni model u društvenim znanostima*, pojedinca smatra primarno produktom kulture, čiji sadržaj uma u potpunosti izgrađuju slobodne socijalne konstrukcije i čija se mentalna arhitektura sastoji od maloga broja općenamjenskih mehanizama koji posjeduju gotovo beskonačnu fleksibilnost i operiraju uniformno, prema nepromjenjivim načelima, bez obzira na sadržaj kojim rukovode (Cosmides i Tooby, 1997a; Tooby i Cosmides, 1992). Međutim, brojna su istraživanja upozorila da je taj plauzibilni model uma netočan, s obzirom da takva hipotetska psihološka arhitektura ne bi bila sposobna riješiti različite informacijske probleme koje su ljudi inače u stanju riješiti, zbog čega bi je prirodna selekcija odbacila. Naime, svaki sustav za procesiranje informacija koji mora donositi odluke, a koji bi bio opremljen samo mehanizmima opće namjene, morao bi se suočiti s problemom *kombinatorne eksplozije i problemom okvira*, odnosno nemogućnošću određivanja relevantnosti problema i relevantnosti akcija za njihovo rješavanje (Barrett i Kurzban, 2006; Chiappe i MacDonald, 2005). Drugim riječima, organizam koji bi bio *tabula rasa* ne bi bio sposoban odrediti koje od beskonačnoga niza problema mora riješiti da bi se reproducirao i preživio, pa on ne bi imao unaprijed postavljenih ciljeva, niti načina i kriterija da odredi kada su oni ostvareni, zbog čega bi mogao u

beskonačnost tražiti rješenja koja nemaju ništa zajedničkoga sa zadanim problemima (Chiappe i MacDonald, 2005).

S obzirom da su brojna istraživanja pokazala da je evolucija pripremila organizme za usvajanje nekih oblika ponašanja, odnosno da se neka ponašanja u prisustvu nekih podražaja uče znatno lakše i brže, zbog čega nije svejedno koje ponašanje treba naučiti i koji se podražaji pritom koriste, evolucijski orijentirani psiholozi snažno negiraju pretpostavku o ljudskom umu kao općenamjenskom stroju za rješavanje problema (Kardum, 2004). Drugim riječima, temeljna pretpostavka evolucijske psihologije jest da se um sastoji od standardnoga niza preprogramiranih, funkcionalno specijaliziranih i sadržajno bogatih mentalnih mehanizama koji su tijekom milijuna godina ljudske evolucije, procesom prirodne i spolne selekcije, oblikovani prema zahtjevima određenih evolucijskih izazova, koji su se u okolini naših predaka opetovano javljali i čije je rješavanje imalo snažnih posljedica na preživljavanje i reprodukciju. Svaki takav specijalizirani adaptivni mehanizam koji rješava jedan adaptivni problem obično se naziva *modulom*, a ljudski se um promatra kao skup takvih modula, koji se mogu koristiti pojedinačno ili u složenim kombinacijama (Duchaine, Cosmides i Tooby, 2001; Geary i Huffman, 2002). Mi te psihološke adaptacije, koje su, poput naših anatomskih obilježja, evoluirale zbog toga što su tijekom evolucijske prošlosti uspješno rješavale specifične adaptivne probleme, koristimo i danas, unatoč tome što se krećemo u okolini fizički i kulturološki vrlo različitoj od okoline naših predaka (Kardum, 2004; Grossman i Kaufman, 2002). S obzirom da je ljudska vrsta 99% svoje evolucijske prošlosti provela živeći u nomadskim skupinama kao lovci-sakupljači, naši su psihološki mehanizmi adaptirani na izazove specifične za tu okolinu, jer još nije bilo dovoljno generacija da se oblikuju mehanizmi adaptirani na postindustrijsko doba (Berezkei, 2000; Cosmides i Tooby, 1997a, 1997b). Stoga, kako bismo razumjeli funkcioniranje određenih adaptacija, potrebno je razumjeti uvjete iz okoline naših predaka, kao i selekcijske pritiske, odnosno adaptivne probleme koje neka adaptacija rješava, jer su "samo oni uvjeti koji su se statistički akumulirali kroz mnogo generacija mogli voditi izgradnji kompleksnih adaptacija" (Tooby i Cosmides, 1992, str. 69). Međutim, valja istaknuti da taj tzv. *okoliš evolucijske adaptivnosti (EEA)* nije ni mjesto, ni vrijeme, već statistički kompozit selekcijskih pritisaka koji su uzrokovali oblikovanje adaptacijski relevantnih svojstava s kojima su se suočavali članovi drevnih populacija, ponderiranih njihovom frekvencijom i posljedicama po podobnost, i on može biti različit od adaptacije do adaptacije (Berezkei, 2000; Cosmides i Tooby, 1997a; Kennair, 2002; Tooby i Cosmides, 1992, 2005).

Novorođenče, čiji bi um u potpunosti bio "otvoren" i bez ikakvih predrasuda, ne bi reagiralo na određene podražaje iz okoline, i bilo bi bez ikakve vodilje o svijetu u kojem živi, a sustav *tabule rase* bi, po definiciji, unio sve moguće hipoteze podjednako, što bi uzrokovalo da njegov mozak bude organiziran na posve uzaludan i beskoristan način (Cosmides i Tooby, 2002). Međutim, umjesto da bude

spremnna na suočavanje sa svim svjetovima i univerzumima, bez obzira postojali oni ili ne, novorođenčad posjeduju upisane *namjenske inteligencije*, izvedene iz evolucijske prošlosti, s pretpostavkama o funkcioniranju univerzuma (Cosmides i Tooby, 2002). Te su namjenske inteligencije opremljene "dizajniranim" obilježjima koja funkcioniraju kao *mentalne ploče* jer dolaze u susret problemu opremljene znanjem o njemu, što im dopušta da budu mnogo inteligentnije no što bi bile da ne posjeduju nikakvo urođeno znanje. Zapravo, one organiziraju načine na koje mi interpretiramo svoja iskustva u adaptivno značajnu i smislenu shemu, te nam donose univerzalni, kros-kulturalni okvir značenja koji nam dopušta da razumijemo akcije i namjere drugih, s obzirom da, ispod površinske varijabilnosti, svi ljudi dijele određene poglede i pretpostavke o prirodi svijeta i ljudskih akcija (Berezkei, 2000; Buss, 1995; Cosmides i Tooby, 1997a, 1997b; Tooby i Cosmides, 1992). Što naša arhitektura bude bogatija namjenskim inteligencijama, to će više problema moći riješiti, jer će mozak biti sposoban generirati uspješnije vrste ponašanja od one arhitekture koja nema dovoljno namjenskih specijalizacija (Cosmides i Tooby, 2002).

Međutim, danas su teorije inteligencije najčešće uokvirene isključivo "konvencionalnim" psihometrijskim pojmovima, koji vladaju kao ultimativni arbitri oko pitanja što inteligencija jest, a što nije, iako nam u suštini ne odgovaraju na pitanje što je točno inteligencija, a što je vidljivo iz mnoštva definicija i tumačenja, kao i širokoga raspona diskusija koje se vode u tom području i oko njega. Stoga, evolucijski orijentirani znanstvenici smatraju da će razumijevanje prirode i socijalnih implikacija inteligencije biti moguće samo kada odgovorimo na pitanja o porijeklu i uzrocima baš takve kognitivne organizacije, odnosno kada shvatimo genezu tog beskrajnog stvaranja koje je čovjek prešao u meandrima prohujalih vremena ne bi li zagospodario prirodnim svijetom u kojem se zatekao.

Osnove evolucijskoga razumijevanja inteligencije

Pojam *namjenske inteligencije* odnosi se "na sposobnost računskog sustava u rješavanju predefiniranog, ciljanog skupa računskih problema" (Cosmides i Tooby, 2002, str. 146), što su, u osnovi, procedure za procesiranje informacija kojima je evolucija opremila ljude za rješavanje specifičnih adaptivnih problema u specifičnom području života (Geary i Huffman, 2002). Računski sustav podrazumijeva da je on oblikovan za "(i) vršenje nadgledanja i kontrole specifičnih promjena u okolini i (ii) sustavno reguliranje operacija drugih dijelova sustava na temelju detektiranih promjena" (Cosmides i Tooby, 2002, str. 153), odnosno prikupljenih informacija, kako bi bio postignut adaptivni ishod (Cosmides i Tooby, 1997b). Kako bi osoba riješila adaptivni problem pronalaženja adekvatnoga partnera, njezini mentalni mehanizmi moraju biti vođeni *kvalitativno različitim* standardima i vrijednostima od onih kojima ona izabire pravu hranu, pravu riječ ili pravi put pri povratku kući (Cosmides i Tooby, 1997a). Različiti problemi jednostavno zahtijevaju različite namjenske inteligencije, jer svaki program

posjeduje znanje o određenoj domeni koje mu dopušta da on izvodi svoju funkciju uspješnije no što bi to učinio bilo koji drugi mehanizam. Stoga, namjenske inteligencije moraju biti aktivirane samo u onim domenama koje odgovaraju pretpostavkama prema kojima one djeluju, no ne i nekim drugim, a u mozgu "mora postojati bar onoliko neovisnih mentalnih programa koliko je adaptivnih domena u kojima su standardi za uspješno ponašanje kvalitativno različiti" (Cosmides i Tooby, 1997b, str. 81).

Cosmides i Tooby (2002) tvrde da definicija namjenske inteligencije: (i) "*ne počiva na nikakvoj specifičnoj koncepciji prirode računskih mehanizama koji proizvode rješenja na adaptivne probleme*" (2002, str. 159). Naime, prirodna selekcija iznjedrila je ogroman broj rješenja na različite adaptivne probleme, zbog čega ne postoji temelj da se unaprijed zaključi kojim metodama oni mogu biti riješeni, a što odudara od nekih pristupa za procjenu izvedbe pri rješavanju problema (Cosmides i Tooby, 2002); (ii) "*ne ovisi o prisutnosti mozga*" (2002, str. 159), što implicira da inteligentni sustavi mogu biti raspoređeni diljem tijela organizma, što znači da ta definicija uključuje i organizme opremljene s distribuiranom kognicijom, poput decentraliziranih sustava sastavljenih od senzora i nagona u ekstremitetima organizma, koji prilagođavaju svoju osjetljivost na kretanje prema informacijama koje su dobili sa terena (Cosmides i Tooby, 2002); (iii) "*ne ovisi o postojanju mentalno predstavljenog cilja*" (2002, str. 159), jer određena ponašanja koja izgledaju usmjerena k cilju ne uključuju nužno eksplicitnu reprezentaciju cilja, iako ti sustavi, unatoč svojoj jednostavnosti, ipak jasno iskazuju korištenje namjenske inteligencije, s obzirom da komputacija bez eksplicitnih, jasnih ciljeva može uključivati bilo koju razinu kompleksnosti; (iv) "*uvjet da inteligentni mehanizam bude adaptivno dobro dizajniran uvodi u analizu kriterije kao što su ekonomičnost, uspješnost, točnost i pouzdanost*" (2002, str. 160), jer je, biološki gledano, jedan dizajn uspješniji od drugoga dizajna ako je uspješnije riješio problem; (v) "*definicija se odnosi na adaptacije, programe ili sustave, ali ne i na organizme u cjelini*" (2002, str. 160), jer ona osigurava kriterije kojima procjenjujemo iskazuje li neki određeni podsustav namjensku inteligenciju, no ne može biti upotrijebljena za procjenjivanje i određivanje inteligencije organizma kao cjeline, pa ta definicija nije kompatibilna s okvirom koji inteligenciju gleda kao unitarni fenomen i koji pokušava svrstati vrstu u nekom kontinuumu kao manje ili više inteligentnu; (vi) "*ta definicija razlikuje dizajn sustava i ishod koji je postigao određeni organizam u određenoj prilici*" (2002, str. 161), jer ne možemo prosuđivati o kvaliteti namjenskoga računskog sustava na temelju izvedbe u jednoj okolnosti, s obzirom da je kvaliteta namjenske inteligencije funkcija izvedbe sustava sumirana kroz skup okoliša koje se smatra relevantnima za evaluaciju, što je zapravo distribucija uvjeta s kojima su se susretali preci neke vrste tijekom svoje evolucije (Cosmides i Tooby, 2002); (vii) "*stupanj namjenske inteligencije koji pokazuje neki neuralni program, relativan je u odnosu na prirodnu strukturu svijeta koji taj organizam nastanjuje i na ciljeve rješavanja problema koje je postavio odgovarajući adaptivni problem*" (2002, str.

161). Kada je jednom određeno koja ponašanja rješavaju adaptivni problem, bilo koji broj alternativnih računskih dizajna može biti uspoređen razmatranjem kvalitete njihova izvođenja u dostizanju cilja. Prema tome, inteligencija programskoga dizajna sastojala bi se od njegova relativnog operativnog uspjeha uspoređenoga s poznatim alternativnim računskim dizajnima, što procjenu inteligencije čini zavisnom o određenim ciljevima, jer će najbolji dizajn ovisiti o tome koji je cilj odabran, a "ciljevi će, u tom kontekstu, uključivati sva ona različita pitanja i probleme cijene i dobiti koja su relevantna za alternativne računске sustave i posljedice donošenja odluka" (2002, str. 161). Kako bismo razumjeli zašto će se određena računska metoda pokazati uspješnijom u jednom okolišu prije no u nekom drugom, moramo odgovoriti na sljedeća pitanja: što je uvijek točno, što je statistički točno, a što nikada nije točno u okolišu zadatka, što prepoznatljivi znakovi predviđaju o neprepoznatljivim obilježjima okoliša, koje su informacije rutinski raspoložive, koliko su stabilne varijabilne dimenzije okoliša zadatka, itd. (Cosmides i Tooby, 2002). Stoga, odgovor na pitanje "koji je dizajn najinteligentniji?" nije i ne može biti nepromjenjiv i univerzalan, jer je inteligencija dizajna uvijek relativna spram cilja koji treba ostvariti, za pozadinske uvjete u kojima djeluje i, naravno, druge faktore (Cosmides i Tooby, 2002).

S druge strane, definicija namjenske inteligencije razlikuje se od tradicionalnijih pogleda u sljedećemu: (i) "ona daje prednost adaptivnim problemima nad drugim vrstama problema" (2002, str. 162), jer su adaptivni problemi trajni odnosi na relaciji uzrok – posljedica, koji izabiru jedna obilježja dizajna radije no neka druga. Stoga, ako želimo razumjeti na koji su način mehanizmi u našem umu bili oblikovani da bi bili inteligentniji, mi te dizajne moramo povezati sa strukturom za čije su rješavanje oni izgrađeni; (ii) "ona se lako primjenjuje na organizme, ali ne i na ruktvorine koje je dizajnirao čovjek" (2002, str. 163) jer je prirodna selekcija primjenjiva na sve sposobno za reprodukciju i mutaciju; (iii) "zbog toga što daje prednost adaptivnim problemima, koncept namjenske inteligencije teško je primijeniti na sustav koji izvodi kompleksna ponašanja kako bi riješio neke arbitrarno izabrane probleme" (2002, str. 163). No, mozak koji je kvalitetno opremljen računskim sustavima s namjenskom inteligencijom preduvjet je za evoluciju improvizacijske inteligencije.

Opća inteligencija

Iako je iz prethodnih, višestruko eksperimentalno verificiranih elaboracija posve neupitno zašto je evolucijska psihologija radikalni oponent tradiciji po kojoj su općenamjenski mehanizmi jedine važne komponente ljudske inteligencije, i unatoč tome što se većina evolucijski orijentiranih psihologa slaže da je modularni pogled ujedno i točan stav o tome kako um odgovara na stabilne obrasce evolucijski značajnih informacija (Barrett i Kurzban, 2006; Bjorklund i Kipp, 2002; Geary i Huffman, 2002), s obzirom da je to optimalan način za rješavanje problema s ograničenim problemnim prostorom, odnosno malim rasponom mogućih rješenja,

taj model uma nije univerzalno prihvaćen. Naime, još je Spearman uočio da je nadprosječna sposobnost u jednoj akademskoj domeni povezana s nadprosječnim sposobnostima u drugim akademskim domenama, te zaključio da "sva područja intelektualne aktivnosti imaju zajedničku jednu fundamentalnu funkciju (ili skup funkcija)" (1904, str. 285) – *opću inteligenciju*. Spearman je ustvrdio da inteligenciju čini faktor opće inteligencije ili *g*, kvantitet mentalne energije koji je u određenoj mjeri zastupljen kod svih intelektualnih zadataka, i faktor specifične inteligencije ili *s*, koji opisuje bilo koju sposobnost koja je jedinstvena za izvršavanje određenoga zadatka i čiji su faktori međusobno nezavisni (Spearman, 1904). Korištenjem je faktorske analize u konačnici identificirano nekoliko slojeva ljudskih intelektualnih kapaciteta kao hijerarhijski organiziranih, u kojima sposobnost u najvišem sloju – *g*, utječe na izvedbu pojedinca na svim mjerama inteligencije, dok sposobnosti iz nižih slojeva predstavljaju sposobnosti koje se tiču ograničenih domena kognicije (Geary, 2005). Međutim, unatoč izostanku jedinstvenoga i suglasnoga odgovora na pitanje o strukturi intelekta, psiholozi se danas uglavnom slažu da *g* faktor postoji i da ga se može najbolje konceptualizirati ukoliko ga se podijeli na dvije jednako važne, ali različite sposobnosti: *fluidnu inteligenciju* ili *gF* – biološki utemeljenu, sirovu mentalnu snagu (Gottfredson, 2005), koja se očituje u sposobnostima učenja, usvajanja znanja i vještina i rješavanja problema u novim i kompleksnim situacijama (Geary, 2005); i *kristaliziranu inteligenciju* ili *gC* – nasljednu i naučenu zalihu podataka, činjenica i koncepata (Bradshaw, 2002), koja je rezultat refleksije znanja kristaliziranoga iz kontinuirane aplikacije *gF* tijekom životnoga ciklusa jedinke (Gottfredson, 2005), zbog čega se očituje u prenaučanim vještinama i znanjima (Geary, 2005). No, bazična je poruka ostala ista: postoji "fundamentalna funkcija" (ili skup funkcija) koja utječe na izvedbu pojedinca na svim oblicima testova mentalne sposobnosti, iako ona nije amalgam specijaliziranih sposobnosti iz nižih slojeva, već osigurava zajedničku jezgru njih svih.

Opća inteligencija ima efekta na dobrobit pojedinca, od fizičkoga zdravlja do socijalnoga statusa (Gottfredson, 2005), i ona je "općenito najbolji prediktor", bolji i od socioekonomskog statusa, o dobrim i lošim životnim ishodima (Jensen, 1998; Hernstein i Murray, 1994). Individualne razlike na testovima inteligencije snažni su prediktori individualnih razlika u sposobnostima učenja i snalaženja u mnogobrojnim situacijama, a *g* je najbolji pojedinačni prediktor akademskoga postignuća (Geary, 2005), godina dovršenoga školovanja (Jensen, 1998), statusa zaposlenja (Geary, 2005) i uspjeha na poslu (Geary, 2005), dok je u umjerenj korelaciji s osobnim prihodima, čak i kod ljudi s jednakom razinom obrazovanja (Geary, 2005). U kulturama diljem svijeta ljudi s relativno visokim *g* smatraju se potencijalno vrijednim partnerima, a individualne razlike u *g* faktoru bile su kritične pri spolnoj selekciji, pa što god da se zapravo mjerilo *g* faktorom, definitivno je riječ o važnom faktoru.

Radno pamćenje

Kapacitet radnoga pamćenja smatra se osnovom individualnih razlika u gF , a korelacije između faktora radnoga pamćenja i faktora rezoniranja kreću se u rasponu od .80 do .90 (Chiappe i MacDonald, 2005). Inteligentniji pojedinci mogu zadržavati više informacija u radnom pamćenju i sposobni su eksplicitno i svjesno predstaviti i manipulirati informacijske obrasce i na kontroliran način izvoditi zaključke o odnosima među njima, zbog čega su bolji u rezoniranju i izvlačenju zaključaka iz odgovarajućih obrazaca (Geary, 2005). Izvršne funkcije radnoga pamćenja uključene su kada problemi zahtijevaju precizno planiranje i očuvanje zapisa različitih podciljeva, a jedna od njihovih glavnih uloga pri rješavanju novih problema je rukovođenje ciljeva, koje uključuje konstruiranje, izvršavanje i održavanje mentalnoga plana akcija tijekom rješavanja novoga problema (Chiappe i MacDonald, 2005). Na primjer, test gF (*Raven's Progressive Matrices*) i *Tower of Hanoi Problem* test zahtijevaju od osobe da bude sposobna aktivirati mnogobrojne ciljeve i voditi računa o njihovu zadovoljenju. Izvedba na tim zadacima u Carpenterovoj studiji (1990) bila je u visokoj korelaciji (.77), što je sugeriralo da je rukovođenje cilja, radno pamćenje i inhibicija dominantnoga odgovora potrebno u oba zadatka, iako su vrste informacija koje se koriste pri rješavanju tih problema, specifični ciljevi i podciljevi, kao i specifični odgovori koji zahtijevaju potiskivanje, jedinstveni za svaki zadatak. Također, za rukovođenje ciljeva ključni su mehanizmi kontrolirane pažnje (Chiappe i MacDonald, 2005), koji su odgovorni za aktiviranje relevantnih reprezentacija i održavanje njihova aktivnog stanja, kao i za inhibiciju irelevantnih informacija koje bi mogle odvratiti pažnju od zadatka (Geary, 2005). Individualne razlike u kapacitetu radnoga pamćenja odražavaju razlike u kapacitetu kontrolirane pažnje, jer su ispitanici s niskim kapacitetom radnoga pamćenja manje sposobni inhibirati dominantni odgovor (Chiappe i MacDonald, 2005), što potvrđuje važnost kapaciteta radnoga pamćenja kada se u obzir trebaju uzeti mnogobrojni zahtjevi koji mogu znatno varirati s obzirom na kontekst, odnosno u situacijama u kojima odgovaranje nije automatsko. Također, čini se da izvršne funkcije radnoga pamćenja igraju značajniju ulogu u ranim fazama usvajanja vještina, a kada planiranje jednom više nije ključno i neophodno, problem više nije nov, jer se njegovo rješenje može proceduralizirati (Chiappe i MacDonald, 2005).

Međutim, izvršne funkcije radnoga pamćenja, kao i mehanizmi aktivacije i inhibicije, ne zadovoljavaju kriterije za modularnost i inkapsuliranost, s obzirom da mehanizmi za rješavanje novih problema, po definiciji, moraju biti nespecijalizirani u domenama za koje osiguravaju rješenja, te koordinirati informacije iz različitih izvora i baza podataka (Chiappe i MacDonald, 2005). Iako one imaju pristup specijaliziranim informacijama koje dobivaju iz različitih modula, procedure za rješavanje problema trebale bi biti dovoljno općenite kako bi nam dopustile da rješavamo nove probleme, s obzirom da radno pamćenje "odražava trajnu i slobodnu domenu neovisnu o bilo kojem zadatku koji se procesira" (Chiappe i

MacDonald, 2005, str. 17). Naime, radno se pamćenje sastoji od središnjega rukovodioca, izvršnoga tijela i mnogostrukih podsustava koji procesiraju informacije u specijaliziranim domenama, pa taj središnji izvršni organ predstavlja općenamjenski sustav, s obzirom da je njegova funkcija integracija različitih modularnih domena (Geary, 2005). Drugim riječima, izvršne funkcije radnog pamćenja sposobne su pristupiti relevantnim informacijama mnogih modularnih procesa u širokom rasponu domena kada rješavaju problem, pa su sposobne proširiti kognitivne sposobnosti na načine koji nisu u odnosu s njihovom evolucijskom funkcijom (Mithen, 1996). Najvažnija funkcija izvršnoga tijela je suočavanje s novim, promjenjivim i specifičnim informacijama i situacijama koje se ne mogu riješiti pomoću heuristika, pa pojedinac mora biti svjestan da je informacija nova kako bi mogao generirati strategije za suočavanje s situacijom (Geary, 2005).

Neuropsihološki nalazi sugeriraju da je sjedište izvršnih funkcija radnoga pamćenja frontalni korteks, koji je spojen sa svakim funkcionalnim područjem mozga, te je zbog toga dobro prilagođen za koordiniranje i integriranje rada svih drugih mozgovnih struktura (Chiappe i MacDonald, 2005). On ima ključnu ulogu pri kontroliranoj pažnji i upravljanju informacijama koje su potencijalno distraktorne (Chiappe i MacDonald, 2005) i čini se relativno većim i razvijenijim u ljudi no u drugih primata (Bradshaw, 2002). Istraživanja mozgovnih regija koja se aktiviraju ili deaktiviraju za vrijeme rješavanja zadataka koji zahtijevaju gF (Geary, 2005) ukazuju na važnost neokorteksa (Bradshaw, 2002), jer je nadprosječna izvedba na mjerama gF povezana s većim neokorteksom, pogotovo s dorzolateralnim dijelom (Geary, 2005). Drugim riječima, nalazi ukazuju da je uspješno rješavanje kompleksnih zadataka radnoga pamćenja povezano s visokom aktivacijom u dorzolateralnom dijelu prefrontalnoga korteksa i nekoliko drugih regija mozga, uključujući *anterior cingulate cortex*, neke dijelove parijetalnoga i orbitofrontalnoga korteksa (Bradshaw, 2002; Geary, 2005). Elektrofiziološka istraživanja pokazuju da su inteligentniji pojedinci sposobniji angažirati samo one regije mozga potrebne za rješavanje problema koji se u tom trenutku rješavaju, dok simultano inhibiraju aktivaciju onih regija mozga koje su irelevantne za zadatak, što rezultira ukupno nižom metaboličkom aktivnošću, odnosno povećanom sposobnošću u upotrebi radnoga pamćenja pri rješavanju i suočavanju s novim problemima (Geary, 2005). Drugim riječima, visoka gF povezana je sa sposobnošću inhibiranja ulaza irelevantnih informacija u svjesno stanje (Geary, 2005), ali i sa sposobnošću upotrebljavanja kraćih i uspješnijih kortikalnih puteva (Bradshaw, 2002).

Istraživanja na pacijentima s deficitima frontalnoga režnja pokazala su da oni imaju ozbiljnih poteškoća s inhibiranjem neposrednih, brzih impulsa i odgovora, kao i s inhibiranjem dugotrajnih ciljeva u korist kratkotrajnih ciljeva koji izgledaju nekonzistentni s dugotrajnim ciljevima, da pokazuju poteškoće s planiranjem budućih događaja, da ne mogu donositi valjane odluke iako su sposobni opisati što

se od njih zahtijeva, da su nesposobni regulirati svjesne procese pažnje i verbalno kontrolirati ponašanje, da ponavljaju pokrete i akcije i postižu značajno niže rezultate na mjerama gF (Bjorklund i Kipp, 2002; Bradshaw, 2002; Geary, 2005). Naime, Duncan (1995) je dobio rezultate u kojima su pacijenti s oštećenjima frontalnoga korteksa izjednačeni po rezultatima na testovima gC s kontrolnom skupinom, postizali rezultate od 20 do 60 bodova niže od kontrolne skupine na *Cattel Culture Fair* testu, odnosno mjeri gF . Utvrđeno je da su ti pacijenti imali lošiju izvedbu jer su bili smanjeno sposobni riješiti konflikte između krajnjih ciljeva i podciljeva koji zahtijevaju privremenu inhibiciju određenih odgovora. Naime, rješavanje novih problema uključuje hijerarhijski strukturiran proces koji karakteriziraju ciljevi i skup progresivno iscrpnih i detaljnih podciljeva koji zahtijevaju pažnju velikoga broja informacija, pa ljudi s oštećenjima frontalnoga korteksa, posebice s oštećenjima dorzolateralnoga dijela "zanemaruju ciljeve zadatka, iako su razumjeli zadatak" (Chiappe i MacDonald, 2005, str. 15). Stoga, taj se poremećaj fluidnih sposobnosti može tumačiti kao nesposobnost zadržavanja kontrolirane pažnje na zadatke, kao i za organizaciju i manipulaciju ciljeva u radnom pamćenju. I dok ta oštećenja ozbiljno narušavaju gF , ona u isto vrijeme ne oštećuju gC , iako je sposobnost da se to znanje upotrijebi u novim uvjetima često ozbiljno narušena (Geary, 2005). Na temelju toga, posve je jasno da je radno pamćenje jedna od primarnih kognitivnih sposobnosti koja se nalazi u osnovi gF , jer "g-om opterećeni zadaci zahtijevaju kvalitetno radno pamćenje, odnosno svjesnost o informaciji, sposobnost razlikovanja različitih bitova informacija, zadržavanja svjesnosti i izvođenje diskriminacija tijekom kratkih vremenskih perioda u izvedbi različitih vrsta zadataka" (Chiappe i MacDonald, 2005).

Analogno rezoniranje

Značajnu upotrebu kapaciteta radnoga pamćenja koristi analogno rezoniranje, koje zahtijeva komponentu skladištenja, kao i procesnu komponentu koja zahtijeva pažnju, što su dva glavna zadatka radnoga pamćenja (Chiappe i MacDonald, 2005). Mullholand, Pellegrino i Glaser (1980, prema Chiappe i MacDonald, 2005) našli su da su sudionici činili više grešaka te da im je trebalo više vremena da odgovore kako se broj elemenata i transformacija, potrebnih za rješavanje analogije, povećavao, a da su se povećanja u odgađanju rješenja i učestalosti grešaka javljala zbog ograničenja kapaciteta radnoga pamćenja. Pronađene su pozitivne korelacije u rasponu od .36 do .54 između izvedbe na problemima verbalne analogije i testova kapaciteta radnoga pamćenja (Chiappe i MacDonald, 2005), a povezanost radnoga pamćenja i analognoga rezoniranja podržavaju i neuropsihološka istraživanja koja sugeriraju da je frontalni režanj sjedište svih izvršnih funkcija. Waltz (1999) je dobio rezultate koji su pokazivali da su ispitanici s oštećenjima frontalnoga korteksa postizali slabije rezultate u onim uvjetima koji su zahtijevali integraciju mnogobrojnih odnosa, uključujući i analogno rezoniranje.

Analogno rezoniranje je središnji proces pomoću kojega ljudi rješavaju probleme i ono uključuje povlačenje analogija – relevantnih sličnosti između izvorne domene i ciljane domene, odnosno usporedbi između novoga problema i problema koji su bili riješeni u prošlosti, transferom informacija diljem različitih konceptualnih domena (Chiappe i MacDonald, 2005). Drugim riječima, mi koristimo slične situacije kao model za donošenje zaključaka o nepoznatim situacijama putem eksplicitne manipulacije mentalnih reprezentacija, tražeći među njihovim svojstvima ona svojstva koja su prikladna za stvaranje analogije. Za vrijeme traženja sličnosti između domena, ciljevi koji motiviraju analogije moraju biti aktivni, s obzirom da analogije zahtijevaju aktivaciju važnih elemenata i odnosa između domena koje su u taj proces uključene, dok potencijalno distraktorne komponente moraju biti inhibirane kako bi se analogija uspješno uspostavila. S obzirom da je taj proces vođen relevantnim uputama, za analogno su rezoniranje ključni ciljevi (jer osiguravaju izbjegavanje problema okvira), a rukovođenje ciljeva važan je aspekt opće inteligencije (Geary, 2005), što potvrđuju i korelacije između testova opće inteligencije i testova analognoga rezoniranja u rasponu od .68 do .84 (Chiappe i MacDonald, 2005).

S obzirom da analogno rezoniranje uključuje svjestan, kontroliran proces usporedbe koji se izvlači iz radnoga pamćenja, ono se ne uklapa u modularni pogled na kogniciju (Chiappe i MacDonald, 2005), a ono je također i neinkapsulirano, s obzirom da je inkapsuliranost u obrnuto proporcionalnom odnosu s količinom informacija koje sustav može uzeti u obzir (Chiappe i MacDonald, 2005). Analogno rezoniranje koristi informacije iz veoma različitih i nespojivih područja, i čini se da ne postoje ograničenja između domena među kojima ljudi nisu sposobni stvarati usporedbe (npr. "odvjetnici i morski psi", "kriminal i bolest", "glasine i korov", itd.; Chiappe i MacDonald, 2005). Proces kreiranja novih kategorija putem analognoga rezoniranja u metaforičkim izjavama sveprisutnim u svakodnevnom govoru i jeziku (npr. izjave poput "glasine su korov"; Chiappe i MacDonald, 2005, str. 24) vodi ka stvaranju kategorija koje su apstraktnije no izvorni i ciljni koncepti koji su uključeni (Chiappe i MacDonald, 2005). Stoga, metafora "glasine su korov" može dovesti do stvaranja kategorije "neželjene stvari šire se brzo i nekontrolirano", koja, jednom generirana, može biti primijenjena na širok raspon novih situacija. Međutim, iako većina tih usporedbi nije od neke osobite koristi, naša sposobnost i kapacitet njihova izvođenja pokazuju nam da smo sposobni dovesti u vezu gotovo bilo koja dva koncepta zajedno (Chiappe i MacDonald, 2005). Također, važno je istaknuti da će ljudi, ako ih upozorimo na analognu situaciju, lakše riješiti novi problem (Chiappe i MacDonald, 2005).

Kao i drugi faktori koji su u odnosu s *g* faktorom, analogno rezoniranje uključuje de-kontekstualizaciju, odnosno inhibiciju operacija visoko kontekstualno osjetljivih, implicitnih i automatskih heuristika za izvođenje zaključaka, prosudbi i odluka (Stanovich i West, 2000). Zapravo, dekontekstualizacija nam omogućava

suočavanje s novim okolišima, tako što će zajednički izbor rješenja na nove probleme uključivati prepoznavanje sličnosti između novih problema i prethodno riješenih problema. Uostalom, analogije često zahtijevaju apstrakciju, a ona je oblik dekontekstualizacije, zbog čega su istraživači inteligencije veoma svjesni njezine važnosti u tumačenjima inteligencije (Chiappe i MacDonald, 2005). Naime, raspoređivanje širom veoma različitih semantičkih domena zahtijeva generiranje reprezentacija koje uklanjaju specifične detalje o domenama koje su uključene, kako bi se proizvelo shemu koja sadrži apstraktne odnose koji su zajednički domenama, dok ignorira karakteristike jedinstvene za svaku (Chiappe i MacDonald, 2005), pa dekontekstualizacija briše razlike između analogija, zadržavajući njihove sličnosti.

Evolucija improvizacijske inteligencije – metareprezentacijske sposobnosti, sintaksa raspona i sustavi razdvajanja

Iako nam prethodno ilustrirani podaci govore o važnosti određenih mozgovnih struktura i regija, kao i o neosporivosti *g* kontinuuma kao činjenice prirode, oni nam zapravo ne govore ništa o tome kako se kognicija pretvara u ponašanje. S obzirom da je, evolucijski gledano, "računski sustav inteligentan do onog stupnja do kojeg je dobro oblikovan za rješavanje adaptivnih računskih problema, a sadrži i komponente oblikovane za iskorištavanje kratkotrajnih ili novih lokalnih uvjeta za dostizanje adaptivnih ishoda" (Cosmides i Tooby, 2002, str. 146), *improvizacijska inteligencija*, ono što se u psihometriji naziva općom inteligencijom, definirana je kao sposobnost računskoga sustava u improviziranju rješenja na nove probleme. Dok životinje odluke o hranjenju donose putem namjenskih inteligencija koje su univerzalne u vrsti, ljudi na različitim područjima upotrebljavaju različite metode koje nisu uvijek tipične za vrstu. Primjerice, ljudi za lov divljači upotrebljavaju strelice koje na svojim vršcima sadrže otrov pripremljen od sastojaka koji su samo na tom području toksični u određeno doba godine, pa ta metoda lova nije tipična za vrstu jer je svaki odnos na kojemu se temelji ova praksa kratkotrajan i u lokalnim uvjetima, iako se različite kontingentne činjenice ipak kombiniraju ne bi li se improviziralo ponašajnu rutinu koja će omogućiti adaptivni ishod – hranu. Naravno, koristi uspješne improvizacije su posve jasne, jer će sposobnost realizacije ciljeva putem iskorištavanja jedinstvenih prilika u specifičnim lokalnim situacijama, sustavu donijeti prednost nad drugim sustavom koji je ograničen samo na primjenu onih rješenja koja funkcioniraju širom općenitije vrste situacija (Cosmides i Tooby, 2002). I dok je većina vrsta zaključana u antagonističkim odnosima sa svojom lovinom, grabežljivcima i suparnicima, gdje se potezi i protupotezi odvijaju polako tijekom evolucijskoga vremena, upravo je sposobnost improvizacije ljudima omogućila da ne budu ograničeni samo na izvođenje promjena u filogenetskom vremenu, već da sudjeluju u postavljanju ontogenetskih zasjeda koje su bile prebrze u odnosu na evolucijsko vrijeme da bi njihovi antagonisti razvili zaštitne mehanizme putem prirodne selekcije (Cosmides i

Tooby, 2000, 2002). "Opremljeni" mogućnošću upotrebe kontingentnih informacija za regulaciju improviziranoga ponašanja koje je uspješno prilagođeno lokalnim uvjetima, odnosno sposobnošću korištenja informacija utemeljenima na odnosima koji su bili istiniti samo privremeno, lokalno ili slučajno, ljudi su razvili izvanrednu raznolikost ponašanja, a ta im je elaboracija otvorila nov i daleko veći svijet potencijalnih informacija od onih koje su prethodno bile dostupne, s obzirom da su informacije ovisne o kontekstu mogle biti upotrijebljene za regulaciju ponašanja u mnogo većoj mjeri no što je to bilo moguće ranije (Cosmides i Tooby, 2000, 2002). Međutim, ta je prednost imala i određenu cijenu, jer je iskorištavanje toga univerzuma potencijalno korisnih informacija silno uvećalo rizik od mogućih krivih primjena i zlouporaba, s obzirom da informacija unutar jednoga raspona uvjeta može biti korisna i upotrebljiva, a kriva ili štetna izvan raspona tih uvjeta.

Međutim, iako su hominidi razvili kognitivnu arhitekturu koja im je omogućila da eksploatiraju uvjete koji su, iz filogenetske perspektive, kratkotrajni i lokalni, i pritom ostvare adaptivne ishode, nameće se pitanje kako je takav oblik inteligencije uopće moguć računski i evolucijski (Cosmides i Tooby, 2002)? S obzirom na narav djelovanja prirodne selekcije, izgleda da neuralne adaptacije koje se nalaze u osnovi takvoga ponašanja nisu bile dizajnirane specifično unutar vrste, pa "iz računskih perspektiva nije ni približno jasno kako lokalna improvizacija može evoluirati, djelovati i biti izvorna kognitivna sposobnost" (2002, str. 175). Kako bi se alel proširio u vrsti, nije dovoljno da neko obilježje dizajna daje prednost u jednom životnom vijeku ili na jednom mjestu, jer je inkorporiranje obilježja u dizajn vrste spor i kumulativan proces koji uključuje zbrajanje događaja koji se odvijaju diljem vrste i kroz čitav niz generacija, pa je potrebno da relevantni odnosi između okoliša, organizma i adaptivne koristi budu stabilni tijekom vremena (Cosmides i Tooby, 2002). Naime, računski sustav može primjenjivati pravila ili procedure samo na osnovu kategorizacije individualnih problema u mnogo općenitije klase, a adaptacije pojedinačne događaje u životu organizma vide samo kao primjere evolucijski ponavljajućih kategorija događaja velikih dimenzija koji ih izgrađuju. Zbog toga što funkcionalni dizajn računskih adaptacija tipičnih za vrstu mora reflektirati i eksploatirati uvjete koji su odgovarajući tijekom dugih vremenskih razdoblja i širom vrste, iako su i oni iskorišteni kao kratkotrajni i lokalni od strane jedinice, nameće se pitanje "kako može postojati mozak čija načela djelovanja vode ka improviziranom ponašanju koje iskorištava *karakteristična* obilježja situacije" (2002, str. 177)?

Cosmides i Tooby (2002) smatraju da su (i) *"kognitivne specijalizacije, svaka ograničena na svoju domenu primjene, mogle biti skupljene zajedno na način koji proširuje raspon inputa ili domena koje mogu biti uspješno rukovođene"* (2002, str. 177-178). Drugim riječima, domena primjene opće inteligencije suma je svih domena psiholoških mehanizama koji čine njezinu osnovu, čime se izbjegava slabost arhitekture koja se sastoji od procedura neovisnih o sadržaju, a pritom i uskost pojedinačnih specijaliziranih mehanizama za izvođenje zaključaka. Takva bi mentalna arhitektura imala koristi mehanizama za specijalizirano rješavanje

problema, koji osiguravaju input sadržaja i na taj način guše kombinatornu eksploziju, ali bi progresivno i proširivala prostor problema koji mogu biti riješeni sa svakom novom specijalizacijom koja je arhitekturi dodana, osiguravajući repertoar učinkovitih specijaliziranih pravila zaključivanja u svrhu povećanja općenitih pravila zaključivanja; (ii) "sve situacije mogu biti raščlanjene prema evoluiranim interpretativnim pravilima koja svoje elemente vide samo kao slučajevne evolucijski ponavljajućih kategorija" (2002, str. 178). Bilo koja situacija može biti predstavljena kao jedinstvena u svojoj specifičnoj kombinaciji evolucijski ponavljajućih elemenata, što evoluiranim pravilima za rješavanje problema omogućuje da budu primijenjena na njih. Što bude bilo više evoluiranih sustava kategoriziranja koji se presijecaju u istoj situaciji, bit će moguće i više interpretacija, a time će se moći razmotriti i pretražiti više alternativnih manipulacija u skladu s evaluacijskim sustavom koji prepoznaje vrijedne ishode, pa ponašanje za koje se jedinka odluči može biti jedinstveno skrojeno prema nekoj lokalnoj situaciji, ne zato što su elementi interpretirani kao novi, već zato što je konfiguracija koja je uzeta kao cjelina nova kombinacija sličnih elemenata; (iii) "improvizacijska inteligencija ne čini se autonomnom sposobnošću, isključenom i nepovezanim s ostatkom arhitekture i ne oslanja se na bilo kojem drugom računskom ili informacijskom resursu" (2002, str. 179). Naprotiv, ne samo da ona ovisi o podlozi namjenskih inteligencija, već ona mora biti dopunjena gustom akumulacijom informacija relevantnih za situaciju s kojom smo suočeni. Zbog toga Cosmides i Tooby (2000, 2002) ističu da je ulazak hominida u tzv. "kognitivnu nišu" ovisio o ogromnom povećanju u upotrebi kontingentnih informacija za regulaciju improviziranoga ponašanja koje je uspješno usklađeno s lokalnim uvjetima, a ta intenzivna upotreba informacija koje su samo privremeno ili lokalno istine čini *problem raspona djelovanja*.

Cosmides i Tooby (2000, 2002) pokušali su ljudsko rješavanje novih problema objasniti evolucijom *metareprezentacijskih sposobnosti* koje uključuju *sintaksu raspona* – sustav procedura, postupaka, odnosa i formata za rukovođenje i korištenje podataka koji reguliraju migraciju informacija između subkomponenti ljudske kognitivne arhitekture (Cosmides i Tooby, 2000) – koja neke informacije (točnije, *bitove* informacija) obilježava samo kao lokalno istinite (točne) ili lažne (krive). Drugim riječima, metareprezentacije nam omogućavaju da odijelimo reprezentacije lokalno istinitih informacija od ostatka naše baze podataka, pružajući nam sposobnost da "ispitamo svojstva situacija računski, u svrhu identifikacije sekvenci improviziranog ponašanja koje može voditi novim i uspješnim ishodima" (2000, str. 67). Na primjer, informacija o jestivosti neke namirnice korisna je jedinki samo ako ona skuplja hranu baš na tom određenom mjestu, dok je ta ista informacija može ubiti ako ona skuplja hranu na nekom drugom mjestu, zbog toga što ta namirnica na nekom drugom mjestu može biti otrovna (npr. gljive). Da bi informacija bila korisna za jedinku, mora postojati način predstavljanja raspona unutar kojega je informacija o jestivosti točna, iako nam i takva informacija daje veoma ograničenu garanciju, s obzirom da nam govori gdje su namirnice jestive,

dok nam nije od nikakve koristi u nekim drugim situacijama. S obzirom da su takvi aspekti svijeta, po definiciji, kratkotrajni i lokalni, njihove granice moraju biti kontinuirano praćene i nanovo utvrđivane, pa računski strategija može biti uspješna samo ako su granice, unutar kojih je ta reprezentacija korisna, specificirane. Zbog toga se u obzir moraju uzeti i cijene proširenja i zlouporabe informacija, kao i cijena obrane od takvih zlouporaba, jer širenje raspona informacija koje se koriste za donošenje odluka može biti štetno i opasno ako kognitivna arhitektura ne vodi računa o tome koja je informacija primjenjiva, gdje je primjenjiva i kako se granice primjenjivosti mijenjaju (Cosmides i Tooby, 2000, 2002). Međutim, to ne znači da će informacija, koja je korisna unutar raspona određenih uvjeta, po definiciji biti lažna ili štetna izvan raspona tih uvjeta, jer se informacija procesom zaključivanja transformira, zbog toga što zaključci rutinski kombiniraju višestruke inpute u svrhu izvođenja novih informacija, pa njihova vrijednost uvelike ovisi o točnosti informacija koje se u te zaključke unose. No, ne samo da zaključci propagiraju potencijalne greške prisutne u izvornim inputima, već će i rezultirajući outputi također biti učitani kao pogrešni inputi u druge zaključke, umnažajući na taj način pogreške u sukcesivne lance i kvareći na taj način bilo koji od niza skupova s kojima su u interakciji. Drugim riječima, što je kognitivna arhitektura umreženija sa sustavima zaključivanja i unaprijeđenija sposobnošću integracije informacija iz različitih izvora, to je veći rizik da će informacijski skupovi biti transformirani u nepopravljive pogreške, pa će regulacija ljudskoga ponašanja biti pod značajnom i ozbiljnom prijetnjom reprezentacija koje su potencijalno pogrešne, nepouzdana, zastarjele ili na bilo koji drugi način štetne po raspon djelovanja (Cosmides i Tooby, 2000, 2002). Stoga, za razumijevanje "kognitivne niše" nije važno samo povećanje u upotrebi slučajnih informacija, već i jednako veliko povećanje u dopuštenoj interakciji među reprezentacijama i reprezentacijskim sustavima, iako je to uvećanje bilo "mač s dvije oštrice", jer je nudilo velike koristi od mogućnosti izvođenja novih zaključaka, ali je također uvećalo i mogućnost "kvarenja" podataka (Cosmides i Tooby, 2000, 2002).

Širina inferencijalne strukture od velike je važnosti za razumijevanje karakterističnih aspekata "kognitivne niše", zbog toga što mnoge reprezentacije u ljudskom umu nisu ograničene na svoj raspon primjene, već mogu biti aktivirane od strane inferencijalnih procedura koje su evoluirale za procesiranje informacija iz drugih domena. To je ključan element koji toj arhitekturi daje prednost nad drugom arhitekturom, jer će informacija biti mnogo korisnija ako se različite stavke integriraju u istu inferencijalnu strukturu, u svrhu izvođenja novih derivacija, a evolucija inteligencije veoma će ovisiti o ekonomičnosti rukovođenja informacijama, alatima za njihovo rukovođenje, kao i o cijeni njihova prikupljanja, održavanja, upotrebljivosti i potencijalnoj šteti koju ima djelovanje s informacijama koje su krive izvan raspona svoje primjene (Cosmides i Tooby, 2002). Drugim riječima, evolucija inteligencije ovisit će o prirodnoj adaptaciji koje su evoluirale za rukovođenje tih problema, a kako su ljudi jedina vrsta koja je razvila ovaj oblik inteligencije, čini se razumnim pretpostaviti da je ljudska vrsta opremljena

adaptacijama koje su evoluirale za rješavanje problema primjerenih tom obliku inteligencije (Cosmides i Tooby, 2000, 2002). U te namjenske inferencijalne sustave utisnuta je ogromna količina znanja koje je moglo biti "otključano" i upotrijebljeno ako je postojala mogućnost da oni budu aktivirani u odsutnosti podražaja, odnosno zamišljanjem situacije koja se u stvarnosti zapravo ne odvija (Cosmides i Tooby, 2000, 2002). Međutim, da bi rezoniranje iz te protučinjenične situacije bilo korisno, potrebno je da premisa ne bude pohranjena kao nešto što se stvarno dogodilo (ako se nije dogodilo), a da zaključak bude obilježen kao nešto *što se može dogoditi, ali se nije dogodilo* (Cosmides i Tooby, 2002). Stoga, ključno obilježje sustava sposobnoga za izvođenje pretpostavki jest kapacitet iznošenja inferencijalnih operacija u skupovima inferencijalnih reprezentacija koje inkorporiraju propozicije uvjetno neevaluiranih istinitih vrijednosti, "*dok svoje računске produkte drže izolirane od drugih zaliha znanja*", sve dok istinitost, odnosno korisnost pretpostavke nije potvrđena, a outputi integrirani u arhitekturu ili odbačeni (2002, str. 183).

Cosmides i Tooby (2000, 2002) pretpostavljaju da je postojao jednostavan kognitivni sustav koji je predstavljao drevni, standardni uvjet za sve životinjske i ljudske umove, sustav za koji je svijet onakav kako je percipiran uzet kao takav kakav jest. Iz naše perspektive, takva bi bazična kognitivna arhitektura sve informacije koje se nalaze unutar njezina sustava tretirala kao istinite, iako bi, iz perspektive te kognitivne arhitekture, takav stav bio neispravan, jer bi to podrazumijevalo da je taj sustav sposoban povući razliku između istine i laži, te na temelju toga kategorizirati informacije kao istinite. Međutim, prema Cosmides i Tooby (2000, 2002), mehanizmi koji se nalaze u takvoj kognitivnoj arhitekturi jednostavno bi koristili informaciju koja se nalazi unutar sustava za regulaciju svog ponašanja i daljnje komputacije, a svaka bi se informacija u sustavu tretirala kao "realnost" za arhitekturu. Umjesto da obilježava informaciju kao istinitu ili lažnu, takva bazična arhitektura ne bi bila oblikovana da pohranjuje krive informacije, zbog toga što bi svaka nova informacija u arhitekturi prethodnu informaciju direktno učinila starom i istrošenom, pa bi ova bila ažurirana, prepisana ili odbačena (Cosmides i Tooby, 2000, 2002). Za većinu operacija koje reguliraju ponašanje ne bi imalo nikakvoga smisla pohranjivati one informacije koje su označene kao lažne i neispravne, što znači da ne bi bilo nikakvoga razloga da takva bazična arhitektura bude sposobna odrediti je li neka informacija istinita ili nije, jer je njezina prisutnost, odnosno odluka da je se pohrani u arhitekturu i pozove iz pamćenja, znak njezine pouzdanosti. Drugim riječima, arhitektura bi tretirala informaciju kao istinitu onda kada bi joj bilo dopušteno da se kreće i množi u neograničenom rasponu širom arhitekture i da sudjeluje u interakciji s drugim podacima unutar sustava koji su sposobni biti u interakciji s njom, što se i čini prirodnim porijeklom evoluiranih računskih sustava, jer je najjednostavniji i najekonomičniji način za upotrebu podataka onaj u kojem su istinite informacije neoznačene i kojima računska arhitektura dopušta svu moguću slobodu kretanja (Cosmides i Tooby, 2000, 2002). Nasuprot tome, alternativni dizajn, u kojemu bi

svaki dio informacije koji se namjerava upotrijebiti trebao biti uparen s drugim dijelom informacije, ne bi li pokazao je li prvi dio točan, čini se nepotrebno skupim i teškim, pa je logično pretpostaviti da je taj "naivni realizam" bio početna točka, odnosno standardni oblik za većinu sustava, filogenetski i ontogenetski (Cosmides i Tooby, 2000, 2002).

Sljedeći bi korak bila sposobnost korištenja metareprezentacija, odnosno reprezentacija umetnutih unutar drugih struktura podataka. Na primjer, kognitivna arhitektura može sadržavati strukturu (npr. *tvrdnja "p je q" je istinita*) koja uključuje propoziciju i evaluaciju točnosti propozicije, pa skica kognitivne arhitekture i rukovodioca treba započeti s osnovnim radnim prostorom koji djeluje na način sličan dedukcijskim sustavima (Cosmides i Tooby, 2002). Njezina su opća obilježja poznata: postoji radni prostor koji sadrži aktivne elemente podataka, a procedure i rukovodioci djeluju na strukture podataka tako da ih transformiraju u nove strukture podataka, koje se u radnom prostoru zadržavaju sve dok ne budu prepisane ili odbačene, dok će produkti biti permanentno pohranjeni u prikladne podsustave samo ako odgovaraju određenim kriterijima koji pokazuju da zaslužuju pohranu ili opravdaju zašto su od strane arhitekture tretirani kao istiniti (Cosmides i Tooby, 2000, 2002). S obzirom da su skupovi podataka u takvom sustavu hijerarhijski strukturirane razine, elementima podataka koji se nalaze u osnovnom stanju dopuštena je migracija svugdje u arhitekturi, te se oni kroz inferencijalne procedure mogu uparivati s bilo kojim drugim elementima podataka koji se također nalaze u osnovnom stanju, stvarajući na taj način nove zaključke koji su njihovo "inferencijalno potomstvo" (2002, str. 186). Ako arhitektura nije označila informaciju, ta je informacija slobodna i ona može biti pohranjena ili uvedena u bilo koji nerazdvojeni proces u arhitekturi (npr. izjava (1) *p je q* nije označena od strane arhitekture i kao takva ona može biti pohranjena, no ako je ona ograničena tvrdnjom (2) *izjava p je q (3) je lažna*, rukovodilac raspona (3) vezat će raspon unutar kojega će informacija (2) biti dostupna, kako ne bi bila slobodna i promovirana u novo, sada već osnovno stanje, i stoga korištena negdje drugdje u sustavu. Nasuprot tome, funkcija eksplicitno istinite oznake, npr. *izjava je istinita da je p*, bila bi otpuštanje izjave iz prethodne restrikcije raspona, promoviranje u sljedeći novi i mijenjanje njezina statusa u neoznačen, odnosno "arhitektonski istinit"). Na sličan način djeluju i rukovodioci vremena i lokacije (npr. (4) *na tom području (5) postoje resursi iz čijih se sastojaka može dobiti otrov pogodan za izradu strelica*), jer definiraju, reguliraju ili modificiraju odnose između skupova informacija ili kretanje informacija između razina i uključuju minimalno dvije razine – superordiniranu i subordiniranu razinu (Cosmides i Tooby, 2000, 2002). U takvom slučaju, subordinirane propozicije ne mogu biti reproducirane bez odgovarajućih oznaka raspona koje opisuju rubne uvjete unutar kojih se pouzdano zna da je informacija točna, i koji stoga dopuštaju njezinu uporabu u određenim zaključcima, ali ne i u nekim drugim, pa (4-5) mogu biti transformirani u (5) za onu jedinku čije se kretanje tipično nalazi unutar raspona na kojima se mogu pronaći ti resursi. Nasuprot tome, rukovodioci raspona mogu arhitektonski istinite tvrdnje

poput (1), uslijed učenja novih informacija o uvjetima granica (npr. (6) *više nije istina da je* (7) $p = q$), transformirati u nešto ograničeno, osiguravajući alate potrebne za rješavanje problema koje postavljaju slučajne informacije. Nametanjem granica unutar kojih se informacije s ograničenim rasponom mogu kretati, ti rukovodioci dopuštaju da sustav informaciju zadrži i iskoristi u veoma specifičnim uvjetima, bez mogućnosti da ošteti druge pouzdane podskupove podataka kroz inferencijalnu interakciju.

Prema Cosmides i Tooby (2000, 2002), jedna je od najvažnijih inovacija koja je unaprijedila ponašajnu regulaciju bila sposobnost djelovanja po načelu "ako", jer je organizam sa sposobnošću djelovanja "ako p" mogao koristiti informacije za regulaciju svoga ponašanja bez gubljenja bilo kojih restrikcija po pitanju prirode raspona informacije, ili bez nužnoga gubitka svijesti da je informacija s kojom se djeluje potencijalno lažna. Drugim riječima, pretpostavka bi uključivala uvođenje propozicija neevaluiranih ili sumnjivih vrijednosti, koje se tretiraju kao istinite samo unutar ograničenoga raspona ili se koriste kao dodatni sadržaj iz kojih se kombinatorno generiraju inferencijalni produkti. Na taj način, rukovodilac "ako" otvorio bi pretpostavljeni svijet (npr. *X je u Y; ako Z vjeruje da X nije u Y, Z ga neće tamo tražiti*) čiji su sadržaji izolirani od drugih skupova propozicija, kako istinite propozicije ne bi bile pomiješane ili eventualno pobrkane s lažnima (*X nije u Y*) ili potencijalno lažnima (*Z ga neće tražiti*). Ključno je obilježje takvih dedukcijskih sustava ograničena primjena zaključaka, jer se zaključci primjenjuju na neograničen način unutar razina (*Z vjeruje da se X ne nalazi u Y, pa ga neće tamo tražiti*), ali ne i kroz njih (npr. ne može se prepoznati nikakva kontradikcija između *X je u Y* i propozicije *X nije u Y*, jer se one nalaze u različitim razinama u strukturi), pa se sadržaji tretiraju kao arhitektonski istiniti u odnosu na razinu u kojoj se nalaze, gdje mogu sudjelovati u donošenju zaključaka, dok mogu biti označeni kao arhitektonski neistiniti i neevaluirani u odnosu na osnovno stanje arhitekture ili druge prijelazne superordinirane razine (Cosmides i Tooby, 2000, 2002). Na primjer, (8) *pretpostavimo da je X bila s Y; (9) onda me je Y, kojega sam smatrao svojim prijateljem, izdao*). Pretpostavka (8) je operacija raspona koja suspendira istinite vrijednosti za sva sukcesivna računanja koja proizlaze iz uzimanja pretpostavke kao premise, u ovom slučaju (9), a ako bi (9) bilo dozvoljeno da izađe iz svoga raspona i prijeđe u osnovno stanje, efekt bi mogao biti katastrofalan, jer bi jedinka uzimala (9) kao dio svoje semantičke zalihe propozicija bez ikakve garancije. Međutim, pretpostavke su, iako internalno međupovezane i generativne, izolirane od ostatka podataka u arhitekturi, i sadrže specifikacije o tome kada subordinirane dedukcije mogu biti odbačene, pa kada dokazi potvrde (8) kao istinu, oni će odbaciti pretpostavku i promovirati (9) u arhitektonsku istinu, svlačeći s nje restrikciju raspona.

Akcije također mogu pokrenuti pretpostavke, jer će se *A*, koji razmišlja kako uloviti *B*, koji se nalazi na *C*, koji se nalazi blizu *D*, susresti s nizom kontingencija, a ona arhitektura koja ne bi mogla u obzir uzeti nerazdvojena stanja događaja imala

bi ograničen broj mogućih ponašanja. Međutim, ako *A*, prije no što krene s poduzimanjem akcije, putem pretpostavki istraži alternativne scenarije, on će biti u mogućnosti detektirati potencijalne nepovoljne ishode, zbog čega će, opskrbljen inferencijalnom snagom pretpostavki, moći u obzir uzeti dodatne akcije, rezonirajući o potencijalnim posljedicama svake od njih. Na taj će način *A* završiti potragu za uspješnim ishodom i transformirati pretpostavku u plan akcije, odnosno specificirati akcije koje trebaju biti poduzete kako bi se plan ostvario, tako da razgranate strukture pretpostavki osiguraju informaciju o poretku kauzalnih odnosa koje treba poduzeti (Cosmides i Tooby, 2000, 2002). "Obdareni" tom sposobnošću rezoniranja, hominidi su mogli realizirati nove vrste uspješnih ponašanja koja bi im dopustila da istražuju svojstva situacija računski, u svrhu identifikacije sekvenci improviziranoga ponašanja koje može voditi ka novim i uspješnim ishodima, a koje bi bilo nemoguće za one jedinke koje nemaju takva dizajnirana obilježja (Cosmides i Tooby, 2000, 2002). Krucijalni element takve nove arhitekture je ograničena aplikacija zaključaka unutar razina, sve dok pretpostavke nisu odbačene, pa stanje stvari unutar raspona određene pretpostavke neće biti pomiješano sa stanjem stvari izvan raspona te pretpostavke, s obzirom da rukovodioci osiguravaju sredstva pomoću kojih informacija, koja može i ne mora biti protučinjenična, može biti procesirana bez da output nužno bude označen kao *istinit* i pohranjen kao takav (Cosmides i Tooby, 2000, 2002). No, zbog toga što slučajne informacije mogu promijeniti svoj status u bilo koje vrijeme s bilo kojom promjenom u svijetu, važno je imati dostupne alate koji su sposobni uzeti arhitektonski istinite informacije i temeljito ih proučiti. Drugim riječima, radni prostor koji sadrži pretpostavku *p* može imati koristi ukoliko spusti *p* na nižu razinu, kao reprezentaciju '*čini se da p*', jer takva pretpostavka *p* može i dalje osiguravati osnove za akciju, ali može također biti podvrgnuta inferencijalnom procesu koji nije bio moguć kada je ona bila slobodna reprezentacija u osnovnom stanju, a što je vodi izvan arhitektonske istine i u nove odnose s osnovnim radnim prostorom (Cosmides i Tooby, 2000, 2002).

Kritike, nedostaci, alternative

Unatoč tome što evolucijski orijentirani psiholozi ne niječu postojanje i važnost opće inteligencije, činjenica je da oni nisu osigurali kvalitetnu analizu razvoja i evolucijske funkcije toga mehanizma, kao i analizu njegove potencijalne povezanosti sa specijaliziranim mehanizmima. Iako Cosmides i Tooby (2002) tvrde da je sposobnost rješavanja novih problema nusprodukt mehanizama koji su bili oblikovani za rješavanje adaptivnih problema, iz modularne je perspektive uma, zbog izostanka karakterističnoga odnosa između inputa i outputa, utemeljenoga na prošlim iskustvima i ponavljanjima, nemoguće zaključiti kako ljudi mogu rješavati nove probleme ili ponavljane probleme na nove načine, odnosno probleme s kojima se nije suočio niti jedan lovac-sakupljač. Osim toga, unatoč izostanku jasne elaboracije kako točno moduli mogu biti skupljeni zajedno kako bi tvorili opću inteligenciju, proizlazi da ona nije adaptacija selektirana evolucijskim snagama, već

da je ona 'exaptation', odnosno obilježje koje je korisno organizmu, ali koje nije nastalo kao adaptacija za svoju sadašnju funkciju, već je kasnije izabrano za nju (Kanazawa, 2004), jer se prvo pojavilo kao svojstvo svih adaptacija, a tek onda usvojilo svoju funkciju. Također, izneseni stavovi impliciraju da inteligencija uključuje "hiperkontekstualizaciju" (Chiappe i MacDonald, 2005, str. 18), jer ona ističe lokalne mogućnosti, odnosno kontingencije i nespecificirani skup mehanizama koje dopušta rješavanje lokalnih problema, na načine koji nisu povezani s modularnim mehanizmima, a što je u konfliktu s podacima koji sugeriraju da je inteligencija povezana s dekontekstualizacijom. "Iako su metareprezentacijske sposobnosti od neupitne važnosti u rješavanju novih problema, one su općenamjenske" (Chiappe i MacDonald, 2005, str. 18), jer postoji metareprezentacijski modul specijaliziran za eksplicitno razmišljanje o metareprezentacijama, koji je "sposoban evaluirati valjanost zaključaka, evidentnu vrijednost neke informacije i relativnu plauzibilnost dva kontradiktorna vjerovanja" (Sperber, 1994, str. 61). Nadalje, on je sposoban realizirati te aktivnosti diljem različitih domena u arhitekturi, s obzirom da je "stvarna domena metareprezentacijskog modula skup svih reprezentacija s kojima je organizam sposoban zaključivati ili pak razumjeti njihovo postojanje i sadržaj" (Sperber, 1994, str. 60), pa onda izgleda najrazumnije okarakterizirati taj mehanizam kao općenamjenski, prije no kao modul.

Pojedini kritičari smatraju da prikaz ljudske kognitivne arhitekture opskrbljene isključivo modulima proizlazi iz pogrešnoga tumačenja prirode *EEA* i vrste adaptacija do kojih je doveo, zbog čega i ne objašnjava ogromnu količinu podataka koji pokazuju da ljudska inteligencija uspješno funkcionira u rješavanju novih problema. Stoga, zastupnici općenamjenstva opravdano ističu da bar neki mehanizmi ljudskoga uma imaju opću namjenu, s obzirom da su ljudi mogli razviti neuralne mehanizme koji su bili oblikovani za specifično izbjegavanje velikih, brzih pokretnih objekata, no veoma je isto radi li se o nosorogu ili kamionu (Berezkei, 2000). S obzirom da je *EEA* bilo koje vrste skup statističkih regularnosti (Cosmides i Tooby, 1997a, 1997b; Kennair, 2002), a ponavljanje ugrađeno u definiciju adaptacije, ono ne uspijeva objasniti korpus podataka prema kojima su ljudi rutinski sposobni rješavati nove probleme, učiti u nepredvidivim situacijama i nositi se s konstantno promjenjivim okolišem, veoma različitim od onoga iz razdoblja pleistocena. Prema Gottfredson (2005), *EEA* nije bilo isključivo razdoblje zastoja, već i period naglih promjena, što je rezultiralo razvojem adaptivne fleksibilnosti kojom se moglo suočiti s novim problemima. Drugim riječima, ljudi se nisu adaptirali na svoje okoliše, već su ga inovacijama modificirali kako bi odgovarao njihovim potrebama, što znači da bi bilo potrebno redefinirati pojam adaptacije na način koji neće biti ograničen samo na mehanizme dizajnirane za procesiranje statistički ponavljanih obilježja. Ako bi adaptacija bila "sustav naslijeđenih i pouzdano razvijajućih svojstava koje postaju inkorporirane u standardni dizajn vrste, jer su proizvodile funkcionalne ishode koji su doprinijeli prenošenju sa dostatnom frekvencijom tijekom evolucijskog vremena" (Chiappe i

MacDonald, 2005, str. 10), to bi bilo dovoljno široko da uključi i općenamjenske mehanizme, poput onih koji nam omogućavaju da analogno rezoniramo, pa bi organizmi bili sposobni rješavati širok raspon adaptivnih problema, čak i onih koji se pojave u jednoj generaciji.

Evoluirane motivacijske dispozicije

Ključna ideja koja ide u prilog rješavanja problema okvira na način koji bi bio usklađen s evolucijom općenamjenskih mehanizama bilo bi "postojanje evoluiranih motivacijskih sustava koji organizmu pružaju signale adaptivne relevantnosti" (Chiappe i MacDonald, 2005, str. 7). Na primjer, osoba suočena s beskrajnim nizom ponašajnih izbora za zadovoljenje osjećaja gladi, sužit će taj beskrajni niz mogućih rješenja tako što će izabrati ona ponašanja koja će vjerojatnije dovesti do osjećaja sitosti od nekih drugih ponašanja, uključujući i ona ponašanja koja su djelovala u prošlosti. S obzirom da je "motivacija središnja komponenta mnogih psiholoških adaptacija" (2005, str. 8), motiv gladi, i činjenica da određena ponašanja pouzdano rezultiraju osjećajem sitosti, izgradit će strukturu ponašanja osobe i uspješno spriječiti kombinatornu eksploziju, pa ponašanje osobe neće biti nasumično. Te motivacijske mehanizme možemo smatrati "skupom psiholoških želja ili adaptivnih problema koji trebaju biti riješeni, a čija su rješenja veoma nespecificirana" (2005, str. 8), zbog čega će oni omogućiti evoluciju bilo kojega kognitivnog mehanizma, bez obzira koliko prilagodljiv, fleksibilan ili općenamjenski on bio, dok god je sposoban riješiti problem. Naime, jedinka može uspješno riješiti problem gladi tako što će nabasati na novo rješenje, odnosno otkriti novu kontingenciju; može ga razriješiti promatranjem drugih koji su uspješno zadovoljili svoju potrebu, ili može razviti sofisticirani plan upotrebom eksplicitnih reprezentacija ciljeva i hijerarhijski strukturiranoga skupa procedura za njihovo dostizanje, što podrazumijeva dva koncepta – radno pamćenje i opću inteligenciju (Chiappe i MacDonald, 2005). "Evoluirani ciljevi jamčit će direktnu pažnju spram znanja relevantnog za zadatak te motivirati smišljanje odgovarajuće strategije, uključujući strategije utemeljene na prošlim iskustvima, ali i nove strategije oblikovane za svladavanje novih prepreka" (2005, str. 8). Prema shemi koju je razradio Emmons (1991, prema Emmons i McAdams, 1991), osobna nastojanja i razne akcije i ciljevi nižega stupnja u službi su motivacijskih dispozicija na najvišoj razini, čiji važan podskup čine *evoluirane motivacijske dispozicije – EMD* (MacDonald, 1991). One mogu imati karakteristične inpute oblikovane za aktivaciju rješenja na specifične probleme iz *EEA*, kao što glad ima karakteristične inpute koji osobu motiviraju da traži nagradu zadovoljenja osjećaja gladi. Outputi tih *EMD*-a tipični su ciljevi i vjerovanja, prije nego specifična ponašanja, no psihološke nagrade povezane s zadovoljenjem tih ciljeva, kao što je uгода povezana s zadovoljenjem osjećaja gladi, nisu automatski output sustava, već se one moraju tražiti, iako njihovo postizanje nije ničim garantirano, zbog čega će baš

to ponašanje traženja nagrade (ili izbjegavanja kazne) omogućiti fleksibilnije strategije i evoluciju općenamjenskih kognitivnih mehanizama (Chiappe i MacDonald, 2005). *EMD-e* (glad, seks, ljubav, sigurnost, socijalni status) ne moraju nužno biti ostvarene adaptacijama koje su osjetljive na okolinske uvjete koji su se ponavljali u *EEA*, s obzirom da su ljudi sposobni rješavati probleme na čitav niz različitih načina, uključujući učenja novih možebitnosti i upotrebu mehanizama povezanih s općom inteligencijom (Chiappe i MacDonald, 2005). Drugim riječima, nema razloga vjerovati kako su sredstva za dostizanje *EMD-a* evolucijski pripremljeni odgovori, jer posjedovanje specifičnoga skupa evoluiranih mehanizama za umirivanje osjećaja gladi nije nužno, s obzirom da ljudi mogu postići svoje ciljeve upotrebom bilo kojega ili svih mehanizama, gdje je jedini kriterij ono što je učinkovito za postizanje cilja. Chiappe i MacDonald (2005) smatraju da postoji čitav niz općenamjenskih mehanizama, dizajniranih da odgovaraju adaptivno na probleme koji se nisu dovoljno često ponavljali kako bi doveli do razvoja specijaliziranih sustava, pa je funkcija opće inteligencije bila upravo postignuće evolucijskih ciljeva u novim uvjetima koje karakterizira minimalna količina prijašnjega znanja. To znači da bi onaj organizam, koji bi bio sposoban smisliti nova i oportunistička rješenja na kronični problem gladi, imao veću biološku podobnost, kao i onaj organizam koji bi bio sposoban otkriti kauzalne odnose između hrane i raznih zavisnih događaja putem klasičnoga ili operantnoga uvjetovanja (Chiappe i MacDonald, 2005). Ta općenamjenska adaptacija, odnosno funkcionalna sposobnost, uključuje radno pamćenje, analogno rezoniranje i apstrakciju, odnosno dekontekstualizaciju, koje su u međusobnoj interkorelaciji s *g* faktorom.

Inovacije i fatalne nesreće

Razvoj kognitivne epidemiologije sugerira da viši *g* predviđa manju smrtnost, bar u zapadnim zemljama koje su do danas proučavane, zbog čega valja pretpostaviti kako su kognitivne sposobnosti, jednako kao i u modernom okruženju, pomagale pri predikciji stope smrtnosti u drevnim okolišima, gdje su se jedinice također morale pouzdati u svoje resurse i svoju prosudbu. Zbog toga, istraživanja o osobnoj zaštiti i prevenciji nesreća osiguravaju vrijedne informacije o tome kako su dobra prosudba i uvid mogle reducirati relativan rizik od smrti među najbistrijim članovima drevnih ljudi (Gottfredson, 2005). Fatalne nesreće, prije svega zbog njihove velike slučajnosti, velike različitosti vrsta i male mogućnosti ponovnoga pojavljivanja, Gottfredson (2005) koristi kako bi ilustrirala na koji su način individualne razlike u *g* faktoru mogle doprinijeti disproporcionalnoj stopi smrtnosti u svakodnevnom životu. Takve vrste nesreća, koje su kros-kulturalno najčešći uzrok smrti, upravo su ono što ih čini potencijalno snažnim snagama za evoluciju općenamjenskih mehanizama za rješavanje problema, prije no specifičnih modula, s obzirom da je njihova prevencija nov, ali i kognitivno zahtjevan proces (Gottfredson, 2005). Distribucija fatalnih nesreća u ljudskim populacijama može

nam otkriti kako su nesreće mogle doprinijeti selekciji za viši *g*: (i) iako bilo koji oblik smrti može biti veoma rijedak u bilo kojoj godini, nesreće su glavni uzrok smrti u svim društvima; (ii) žrtve su disproporcionalno muškarci u reproduktivnoj dobi; (iii) najviše vrsta slučajnih smrti javlja se disproporcionalno često u onih iz nižih socioekonomskih prilika, što zapravo reflektira utjecaj nižega *g*, jer pojedinci odrasli u slabijim socioekonomskim prilikama imaju tendenciju imati i niži IQ (Gottfredson, 2005).

Istraživači nesreća (Gottfredson, 2005) tvrde da je ključno pitanje što sprječava nesreće, a ne što ih uzrokuje, s obzirom da su opasnosti prisutne svugdje u okolišu od trenutka rođenja. Stoga, prevencija bi se nesreća trebala sastojati od upravljanja opasnostima na način da one ne uzrokuju ozljede, koje se javljaju kasno u procesu nesreće kada jedinka nije uspjela detektirati opasnost ili kada nije uspjela naći prikladnu akciju kako bi situaciju dovela pod kontrolu. Međutim, akcija jedinke nije samo kritična i ključna za prevenciju incidenata, već i za ograničavanje štete koju ona čini. Studija koju su proveli Buffardi, Fleishman, Morath i McCarthy (2000) ilustrira važnost kognitivnih sposobnosti u prevenciji ljudskih grešaka, s obzirom da su rezultati pokazali da su stope grešaka na zadacima bile u korelaciji od .50 do .60 s brojem i razinom kognitivnih sposobnosti koje je zadatak zahtijevao. Drugim riječima, osobe s višim *g* rade relativno manje grešaka, što je konzistentno s nalazima metaanalize koja je pokazala da "bistriji" radnici (u prosjeku) nadilaze svoje suradnike na svim zadacima, pogotovo u onim kompleksnijim (Gottfredson, 2005). Dakle, prevencije su nesreća kognitivan proces i njihovo izbjegavanje zahtjeva iste vještine procesiranja informacija kao i neki drugi kompleksni zadaci, kao što je kontinuirano nadgledanje velikoga broja informacija, pronicljivi uvidi, razumijevanje kauzalnih odnosa, predviđanje budućih događaja, itd. (Gottfredson, 2005). Iako su inovacije u nabavi i preradi hrane (vatra, alati, oruđa, oružja, itd.) smanjile prosječnu smrtnost u odnosu na druge primat i unaprijedile opću dobrobit, one su također kreirale i nove fizičke opasnosti koje su povećale rizik od slučajnih smrti, odnosno nesreća (Gottfredson, 2005). Na primjer, oružja su omogućila brže i lakše hvatanje lovine, čineći na taj način lov sigurnijim, no svaka je inovacija bila "mač s dvije oštrice", jer su one istovremeno kreirale i nove opasnosti, pa najozbiljniji uzrok nesreća u lovu, u terminima ozljeda koje su uzrokovale smrt, vjerojatno nisu bile životinje same, nego oružja (npr. s otrovom) koja su se koristila za lov (Gottfredson, 2005). Naime, mijenjanje fizičkoga okoliša na evolucijski nove načine povećalo je rizik od pojavljivanja nesreća, s obzirom da su se fizičke opasnosti širile proporcionalno sa širenjem materijalnih inovacija u domaćinstvu, transportu, agrikulturi, manufakturi i rekreaciji, jer je bilo novih objekata s kojih se moglo pasti, novih načina da se prignječi neki dio tijela, novih načina trovanja, itd. (Gottfredson, 2005). S obzirom da su se mnoge od tih opasnosti nedavno javile u ljudskoj kulturi, one se ne mogu koristiti za evoluciju inteligencije prehistorijskoga *homo sapiensa*, iako nam mogu ilustrirati zašto je vrsta mogla razviti općeniti protekcijski mehanizam kako bi preživjela mnogostrukie i stalno promjenjive opasnosti koje se nalaze u njezinu

okolišu (Gottfredson, 2005). S obzirom da opasnosti koje je proizveo čovjek osiguravaju disperzirane i promjenjive mete za genetsku adaptaciju kako ljudi generiraju nove opasnosti, kako ih šire u nove sektore i područja života, ili razvijaju prakse kojima pokušavaju umanjiti njihove rizike, ljudi nisu mogli razviti odvojene adaptacije za svaku od njih, kao što su to mogli na određene patogene ili ekstremne klimatske uvjete (Gottfredson, 2005), pa nam opasnosti povezane s inovacijama mogu osigurati plauzibilan, iako ne jedini, mehanizam za evoluciju opće inteligencije u *homo sapiens*a. S obzirom da su fatalne nesreće i dalje glavni uzrok smrti u svim društvima, njihova prevencija bit će uvijek kognitivno zahtjevna sposobnost koja nam osigurava stalnu priliku za prirodnu selekciju, što znači da selekcija za *g* nije prestala, odnosno da moderni ljudi nemaju isti um i mozak kao preci iz pleistocena, a što potvrđuju i recentna neuropsihološka istraživanja koja pokazuju da su se bar dva gena koja utječu na veličinu mozga razvijala negdje prije 5.800 do 37.000 godina (Gottfredson, 2005). Drugim riječima, ljudska inovacija, mijenjajući fizički okoliš i ljudsku prilagodbu na njih, unosi evolucijski nove rizike, stvarajući prirodni pritisak za evoluciju *g* faktora.

Opća inteligencija kao specijalizirana adaptacija

S obzirom da evolucija psiholoških mehanizama pretpostavlja stabilan okoliš, razdoblje tijekom kojega su ljudi evoluirali bilo je "razdoblje iznimne stabilnosti i kontinuiranosti" (Kanazawa, 2004, str. 514), a činjenica da ljudi imaju toliko psiholoških mehanizama, koji su anticipirali rješenja na sve adaptivne probleme (Geary i Huffman, 2002), svjedočanstvo je te iznimne stabilnosti *EEA*. Međutim, zasigurno je i u takvom okolišu povremeno bilo novih problema na koje mi nismo pripremili rješenja dostatna za njihovo rješavanje, zbog čega su naši potencijalni preci mogli stradati, jer nisu bili u mogućnosti riješiti nove probleme, s obzirom da rješenja takvih problema zahtijevaju improvizacijsku inteligenciju, sposobnost rasuđivanja, deduktivnoga i induktivnoga rezoniranja, apstraktnoga mišljenja, korištenja analogija, sintetiziranje informacija i njihovu primjenu na nove domene (Kanazawa, 2004). Organizam čiji bi se um u potpunosti sastojao samo od namjenskih inteligencija bio bi nesposoban riješiti takve probleme, pa je Kanazawa (2004) predložio sljedeću mogućnost: ako su se novi problemi događali dovoljno često u *EEA* (različiti problem svaki put), svaka bi genetska mutacija, koja je svoga nosioca opremila da razmišlja i prosuđuje, bila selektirana, zbog čega bi evoluirala kao specijalizirana adaptacija za rješavanje tih novih problema. Na taj bi način novost postala njezinom domenom primjene pa bi "opća inteligencija evoluirala kao namjenska inteligencija za sferu evolucijske novosti" (2004, str. 514). Iz te perspektive, opća inteligencija nije ništa drugo do li još jedan specijalizirani evoluirani psihološki mehanizam, jer "opća inteligencija u svom evolucijskom porijeklu nije uopće bila općenita, s obzirom da je njezina važnost bila ograničena samo na povremene probleme koje drugi evoluirani psihološki mehanizmi nisu mogli riješiti" (2004, str. 514). Iz te je perspektive *g* postao tako univerzalno važan

u suvremenom životu, upravo zato što je potpuno evolucijski nov, s obzirom da su sve "pojave" koje danas vidimo oko sebe, u svom prirodnom okruženju (knjige, računala, automobili, itd.), evolucijske novosti, dok je većina socijalnoga okruženja ostala ista. Zbog toga što su prilagođeni na *EEA*, naši evoluirani psihološki mehanizmi nisu sposobni prepoznati mnoge fizičke objekte koji se nalaze oko nas danas, pa su beskorisni u rješavanju većine dnevnih problema, osim kada je riječ o kontaktima s drugim ljudima (Kanazawa, 2004), iako čak i na tom području određena evolucijski nova otkrića, kao što je efektivna kontracepcija, društveno nametnuta monogamija i zakoni glede dobne granice za dobivanje vozačke dozvole, remete operacije naših evoluiranih psiholoških mehanizama. Ukratko, opća je inteligencija postala toliko prožimajuće važna u našim životima samo zato što smo mi kreirali i što živimo u evolucijski novom svijetu.

Međutim, teorija improvizacijske inteligencije i teorija opće inteligencije kao specijalizirane adaptacije povlače za sobom različite empirijske implikacije. Prema Cosmides i Tooby (2002), *g* je skup svih evoluiranih psiholoških mehanizama, što implicira pozitivnu korelaciju između izvedbe na testovima opće inteligencije i bilo kojega evoluiranog psihološkog mehanizma koji se nalazi u njezinoj osnovi, odnosno sugerira da će pojedinci s visokim IQ postignućem (kao mjere za *g*) biti bolji u otkrivanju varalice u kršenju socijalnih ugovora, u usvajanju jezika i svim drugim namjenskim inteligencijama. S druge strane, Kanazawa (2004) predviđa potpunu neovisnost *g* faktora od svih drugih evoluiranih psiholoških mehanizama, pa pojedinci s visokim IQ postignućem neće nužno biti bolji u rješavanju bilo kojega evolucijski relevantnoga zadatka. Općenito, teorija koju je predložio Kanazawa (2004) sugerira dvije komplementarne empirijske hipoteze: (i) inteligentni pojedinci (visok *g*) bolji su u rješavanju problema od manje inteligentnih pojedinaca (nizak *g*) samo ako su problemi evolucijska novost; (ii) inteligentni pojedinci (visok *g*) nisu sposobniji u rješavanju problema od manje inteligentnih pojedinaca (nizak *g*) ako je problem postojao u *EEA*, te je stoga nepoznat (Kanazawa, 2004).

Na primjer, prema teoriji opće inteligencije kao specijalizirane adaptacije pojedinci s visokim *g* bili bi uspješniji od pojedinaca s niskim *g* u rješavanju Wasonova zadatka kada bi on bio izložen kao apstraktni logički problem, dok pojedinci s visokim *g* ne bi trebali biti bolji od pojedinaca s niskim *g* kada je problem predstavljen kao socijalni ugovor. S druge strane, teorija improvizacijske inteligencije predviđala bi korelaciju između ta dva tipa zadataka – oni ispitanici koji zadatak izvode bolje kada je on predstavljen u obliku apstraktnoga logičkog problema trebali bi također biti bolji u istom problemu kada je on izražen kao socijalni ugovor. Kada je problem predstavljen u obliku apstraktnoga logičkog problema, oni koji odgovaraju točno imaju značajno višu opću inteligenciju (*Scholastic Aptitude Test*) od onih koji odgovaraju netočno (1.27 nasuprot 1.19, $p < .01$, $d = .82$), a kada je isti problem predstavljen u obliku poštovanja, odnosno kršenja socijalnoga ugovora, vrijednost opće inteligencije postaje, iako još uvijek

statistički značajna, ili upola manja u jednom testu (1.21 nasuprot 1.17, $p < .05$, $d = .35$) ili pak ukupno statistički neznajna u drugom (1.20 nasuprot 1.19, $p > .05$, $d = .09$) (Stanovich i West, 2000). S obzirom na dobivene rezultate, Kanazawa (2004) je zaključio da bi pojedinci s viskom g imali malu ili nikakvu prednost nad pojedincima s niskim g u otkrivanju varalice u socijalnoj razmjeni, što je u suprotnosti s teorijom evolucije improvizacijske inteligencije.

Međutim, valja istaknuti kako je teorija opće inteligencije kao specijalizirane adaptacije u evidentnoj kontradikciji sa stavovima koje zagovaraju sve ostale u tekstu spomenute teorije, pa čak i s pretpostavkama psihometričara, prema kojima su inteligentniji pojedinci uspješniji u rješavanju svih vrsta problema, jer se ona ne uklapa niti u hijerarhijske, niti u nehijerarhijske koncepcije inteligencije, s obzirom da g koji pretpostavlja Kanazawa (2004) ne sudjeluje u objašnjenju nikakve varijance.

ZAKLJUČAK

Iako se većina znanstvenika slaže da su moduli iznimno važni elementi kognicije kada se organizam susreće s adaptivnim problemima, činjenica je da su ljudi uspješni i u rješavanju problema koji se nisu ponavljali u *EEA-i*, a koji zahtijevaju sposobnosti kao što su uspješno učenje, rezoniranje i snalaženje u neočekivanim i novim problemima, te da su te sposobnosti konceptualiziranja rizika i mogućnosti, sposobnosti mentalne reprezentacije novoga i neočekivanoga, najkarakterističniji aspekt ljudske opće inteligencije. Stoga, naglašavanjem isključivo jednostrane paradigme u opoziciji *SSSM-u*, koji pregažen vremenom i novim tendencijama u znanosti danas zvuči starinski dotrajalo i nalikuje na muzejsku vrijednost koju treba cijeniti, ali i polako zaboravljati, evolucijska se psihologija ipak suočila s rizikom prenamješavanja modula i ignoriranja ogromnoga korpusa podataka koji upozoravaju na značajnu ulogu općenamjenskih mehanizama u inteligenciji, povezanih s brojnim mozgovnim regijama, izvršnim funkcijama radnoga pamćenja, motivacijom, analognim rezoniranjem, itd. Stoljeće psihometrijskih i eksperimentalno-kognitivnih studija dokazalo je da visoki g omogućuje uspješnije izvođenje niza kompleksnih zadataka, s obzirom da je njegova funkcija identificiranje, anticipiranje i reprezentiranje evolucijski novih informacija. Istraživanja pokazuju da izvršne funkcije radnoga pamćenja i mehanizmi kontrolirane pažnje predstavljaju srž tih fluidnih sposobnosti, te da su upravo oni ključni za razumijevanje toga kako ljudi konstruiraju evolucijski nove kognitivne sposobnosti, što podržava i niz kognitivnih i mozgovnih studija o odnosu između gF i procesa učenja u evolucijski novim domenama. Međutim, svojevrsno zanemarivanje adaptivnih funkcionalnih mehanizama spriječilo je mnoge psihologe da odgovore na pitanja zašto ti mehanizmi uopće postoje ili, još važnije, zašto oni postoje u tom obliku u kojem postoje. Naime, želimo li pokušati shvatiti inteligenciju tako da proučavamo samo neurone, to bi bilo jednako kao da

pokušavamo shvatiti let ptice proučavanjem perja, što je jednostavno nemoguće. Da bismo razumjeli let ptice, moramo razumjeti zakone aerodinamike, a tek onda struktura perja i različiti oblici krila u ptica mogu imati smisla. Stoga, iako postoje prilično ozbiljne primjedbe na račun masivne modularnosti, u rasponu od simplificiranih slobodoumnih lamentacija do sjajno argumentiranih znanstvenih vivisekcija, činjenica je da sve u tekstu spomenute odlike ostaju te da, na neki način, čak i nadržavaju naknadno uočene slabosti, s obzirom da je prirodna selekcija još uvijek jedini mehanizam koji danas imamo za objašnjenje nastanka kompleksnih bioloških struktura, zbog čega su kritike prije upozorenja na moguće propuste, nego značajne alternative. Naravno, to ne znači da je riječ o silnoj adoraciji i slijepom prihvatanju svih ideja koje zagovaraju evolucijski orijentirani znanstvenici, već o skretanju pozornosti na jednu teoriju čvrstih, neospornih vrijednosti, koja nesumnjivo zaslužuje da se o njoj razmišlja, ne jednostrano i aprioristički, već kritički i argumentirano, bez obzira kakvi će u konačnici biti zaključci i rezultati toga razmišljanja.

Hipoteza prema kojoj je sposobnost formiranja metareprezentacija inicijalno evoluirala kako bi se suočila s novim problemima veoma je izgledna, iako problemi koje za sobom povlače metareprezentacije, sintaksa raspona i sustavi razdvajanja nameću pitanje jesu li oni mogli nastati prirodnom selekcijom kako bi služili širokom rasponu funkcija. Cosmides i Tooby (2002) pretpostavljaju da je ključni mehanizam koji je ljudsku vrstu doveo do njihova jedinstvenoga položaja u svijetu mogla biti selekcija računskih mehanizama koji su našoj vrsti dopustili ulazak u tzv. "kognitivnu nišu", odnosno selekcija onih mehanizama koji su radikalno uvećali našu sposobnost da ekstrahiramo i eksploatiramo lokalne, kratkotrajne i slučajne informacije, izvlačeći iz njih zaključke koji su nam dopustili da smišljamo planove akcija i ponašajnih rutina uspješno povezanih s lokalnim uvjetima. Da bi ljudi preživjeli i iskoristili prednosti toga nepoznatoga i novoga svijeta nepouzdanih reprezentacija i zaključaka koji su iz njih mogli biti izvedeni, ljudska je kognitivna arhitektura morala razviti kognitivne adaptacije, odnosno obilježja računске arhitekture oblikovana za rješavanje problema koje predstavljaju mnoge vrste kontingentnih informacija i međudnosa između kontingentnih skupova koje su eksploatirali naši preci (Cosmides i Tooby, 2000). S obzirom da je ta nova vrsta informacija bila primjenjiva samo privremeno, lokalno ili slučajno, uspjeh te računске strategije uvelike je morao ovisiti o mehanizmima koji su morali neprekidno locirati, nadgledati, ažurirati i reprezentirati promjene granica unutar kojih svaki skup reprezentacija ostaje upotrebljiv, pa je svaka ljudska kognitivna arhitektura trebala biti opremljena *sintaksom raspona* kako bi imala koristi od tih kontingentnih informacija. Cosmides i Tooby (2000) pretpostavljaju da su reprezentacije i operatori raspona pouzdano razvijajuća, za vrstu tipična obilježja ljudske kognitivne arhitekture, kao i da su dizajnirana obilježja takve vrste nužna – iako ne i dovoljna – za bilo koji sustav koji manifestira improvizacijsku inteligenciju. Naime, problem utvrđivanja raspona unutar kojega je informacija primjenjiva otežan je činjenicom da zaključci propagiraju greške, pa će informacija,

koja je kriva izvan raspona valjanih uvjeta, služiti kao pogrešan input nekom programu zaključivanja, što će direktno voditi ka greškama u outputu, koje će pak kao krivi inputi biti unesene u druge programe zaključivanja. S obzirom da će zaključak biti snažniji ako je informacija integrirana iz više izvora, to će uvećati rizik da postojeće informacije postanu korumpirane, pa će takva informacija moći iskvartiti bilo koji skup podataka s kojima će nakadno biti u interakciji, oštećujući na taj način upotrebljive i korisne informacije. Zbog toga, nova je evolucijska strategija upotrebljavanja kontingentnih informacija i umreženih procesa zaključivanja za regulaciju ponašanja mogla evoluirati samo ako je prirodna selekcija smislila računске metode za rukovođenje opasnosti koje predstavljaju lažne, krive, nepouzdana, zastarjele, varljive ili na bilo koji način po raspon štetne informacije, za što su evoluirali svojevršni kognitivni zaštitni mehanizmi i sustavi reprezentacijskih karantena za ispravljanje pogrešaka (Cosmides i Tooby, 2000).

U konačnici, valja istaknuti da je istraživanje svojstava rukovođenja raspona uvjeta samo početak, te da je još prerano tvrditi kako je bilo koji od tih prijedloga o potencijalnoj evoluciji kognitivne arhitekture potpuno točan. Ipak, Cosmides i Tooby (2000) vjeruju da je mnogo toga što je tako specifično i zagonetno u vezi s ljudskim umom pripisivo operacijama ovih adaptacija. Sumiramo li sve izneseno, slika inteligencije koja proizlazi iz simbioze evolucijske biologije i kognitivne znanosti razlikuje se u mnogočemu od uobičajenih koncepcija o tome od čega se inteligencija sastoji. Takva evolucijska analiza baca sumnju na neke poglede (inteligencija kao skup racionalnih metoda neovisnih o sadržaju), zahtijeva neke distinkcije (između namjenske i improvizacijske inteligencije) i rješava neka pitanja (zašto je improvizacijska inteligencija zoološki tako rijetka), no ona također otvara daljnji niz pitanja koja produbljuju enigmu ljudske inteligencije i pokazuju da će izgradnja jednoga točnoga i preciznoga modela računskih mehanizama koji se nalaze u osnovi improvizacijske inteligencije zahtijevati nove uvide koje može osigurati samo improvizacijska inteligencija sama (Cosmides i Tooby, 2002).

LITERATURA

- Anderson, B. (2000). The g factor in non-human animals. U: G. R. Bock, J. A. Goode, i K. Webb (Ur.), *The nature of intelligence* (str. 79-95). New York: Wiley.
- Baron-Cohen, S. (1999). The evolution of a theory of mind. U: M. C. Corballis i S. E. G. Lea (Ur.), *The descent of mind: Psychological perspectives on hominid evolution* (str. 261-277). Oxford: Oxford University Press.
- Barrett, H. C. i Kurzban, R. (2006). Modularity in cognition: Framing the debate. *Psychological Review*, 113(3), 628-647.
- Beran, M. J., Gibson, K. R. i Rumbaugh, D. M. (1999). Predicting hominid intelligence from brain size. U: M. C. Corballis i S. E. G. Lea (Ur.), *The descent of mind:*

- Psychological perspectives on hominid evolution* (str. 88-97). Oxford: Oxford University Press.
- Berezkei, T. (2000). Evolutionary psychology: A new perspective in the behavioral sciences. *European Psychologist*, 5(3), 175-190.
- Bjorklund, D. F. i Kipp, K. (2002). Social cognition, inhibition and theory of mind: the evolution of human intelligence. U: R. J. Sternberg i J. C. Kaufman (Ur.), *The evolution of intelligence* (str. 27-54). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Bloom, P. (1999). The evolution of certain novel human capacities. U: M. C. Corballis i S. E. G. Lea (Ur.), *The descent of mind: Psychological perspectives on hominid evolution* (str. 295-310). Oxford: Oxford University Press.
- Bradshaw, J. L. (2002). The evolution of intellect: cognitive, neurological and primatological aspects of hominid culture. U: R. J. Sternberg i J. C. Kaufman (Ur.), *The evolution of intelligence* (str. 55-78). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Buffardi, L. C., Fleishman, E. A., Morath, R. A. i McCarthy, P. M. (2000). Relationships between ability requirements and human errors in job tasks. *Journal of Applied Psychology*, 85(4), 551-564.
- Buss, D. M. (1995). Evolutionary psychology: A new paradigm for psychological science. *Psychological Inquiry*, 6(1), 1-30.
- Byrne, R. (1995). *The thinking ape: Evolutionary origins of intelligence*. Oxford: Oxford University press.
- Byrne, R. W. (1999). Human cognitive evolution. U: M. C. Corballis i S. E. G. Lea (Ur.), *The descent of mind: Psychological perspectives on hominid evolution* (str. 71-87). Oxford: Oxford University Press.
- Byrne, R. W. (2002). The Primate origins of human intelligence. U: R. J. Sternberg i J. C. Kaufman (Ur.), *The evolution of intelligence* (str. 79-95). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Calvin, W. H. (2002). Pumping up intelligence: Abrupt climate jumpings and the evolution of higher intellectual functions during the ice ages. U: R. J. Sternberg i J. C. Kaufman (Ur.), *The evolution of intelligence* (str. 97-115). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Carpenter, P., Just, M. i Shell, P. (1990). What one intelligence test measures: A theoretical account of the processing in the Raven Progressive Matrices Test. *Psychological Review*, 97, 404-431.
- Chiappe, D. i MacDonald, K. (2005). The evolution of domain-general mechanisms in intelligence and learning. *The Journal of General Psychology*, 132(1), 5-40.
- Corballis, M. C. (2002). Evolution of the generative mind. U: R. J. Sternberg i J. C. Kaufman (Ur.), *The evolution of intelligence* (str. 117-144). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

- Corballis, M. i Lea, S. E. G. (1999). Are humans special? A history of psychological perspectives. U: M. C. Corballis i S. E. G. Lea (Ur.), *The descent of mind: Psychological perspectives on hominid evolution* (str. 1-15). Oxford: Oxford University Press.
- Cosmides, L. (1989). The logic of social exchange: Has natural selection shaped how humans reason? Studies with Wason Selection Task. *Cognition*, 31, 187-286.
- Cosmides, L. i Tooby, J. (1994a). Beyond intuition and instinct blindness: Toward an evolutionary rigorous cognitive science. *Cognition*, 50, 41-77.
- Cosmides, L. i Tooby, J. (1994b). Origins of domain specificity: The evolution of functional organization. U: L. Hirschfeld i S. Gelman (Ur.), *Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture* (str. 85-116). New York: Cambridge University Press.
- Cosmides, L. i Tooby, J. (1995). From function to structure: The role of evolutionary biology and computational theories in cognitive neuroscience. U: M. Gazzaniga (Ur.), *The cognitive neurosciences* (str. 1199-1210). Cambridge, MA: MIT Press.
- Cosmides, L. i Tooby, J. (1997a). Evolutionary psychology: A primer. <http://www.psych.ucsb.edu/research/cep/primer.htm>
- Cosmides, L. i Tooby, J. (1997b). The modular nature of human intelligence. U: A. B. Scheibel i J. W. Schopf (Ur.), *The origin and evolution of intelligence* (str. 71-101). Boston: Jones and Bartlett Publishers.
- Cosmides, L. i Tooby, J. (2000). Consider the source: The evolution of adaptation for decoupling and metarepresentation. U: D. Sperber (Ur.), *Metarepresentations: A multidisciplinary perspective* (str. 53-116). New York: Oxford University Press.
- Cosmides, L. i Tooby, J. (2002). Unraveling the enigma of human intelligence: Evolutionary psychology and the multimodular mind. U: R. J. Sternberg i J. C. Kaufman (Ur.), *The evolution of intelligence* (str. 145-198). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Cosmides, L. i Tooby, J. (2005). Neurocognitive adaptations designed for social exchange. U: D. M. Buss (Ur.), *Evolutionary psychology handbook* (str. 584-627). NY: Wiley.
- Daly, M. i Wilson, M. (1997). Crime and conflict: Homicide in evolutionary psychological perspective. *Crime and Justice – A Review of Research*, 22, 51-100 (usp) Daly, M. i Wilson, M. Zločin i sukob: Evolucijsko-psihološka perspektiva ubojstva. U: D. Polšek i J. Hrgović (Ur.) (2004), *Evolucija društvenosti* (str. 223-273). Zagreb: Naklada Jesenki i Turk.
- Darwin, C. (1985). *Postanak vrsta*. Beograd: Nolit.
- Duchaine, B., Cosmides, L. i Tooby, J. (2001). Evolutionary psychology and the brain. *Current Opinion in Neurobiology*, 11, 225-230.
- Duncan, J., Burgess, P. i Emslie, H. (1995). Fluid intelligence after frontal lobe lesions. *Neuropsychologia*, 33, 261-268.

- Emmons, R. A. i McAdams, D. P. (1991). Personal strivings and motive dispositions: Exploring the links. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 17, 648-654.
- Gardner, H., Kornbauer, M. L., i Wake, W. K. (1999). *Inteligencija: Različita gledišta*. Zagreb; Naklada Slap.
- Geary, D. C. (1998). *Male, female: The evolution of human sex differences*. Washington: American Psychological Association.
- Geary, D. C. (2005). *The origin of the mind: The evolution of brain, cognition and general intelligence*. Washington: American Psychological Association.
- Geary, D. C. i Huffman, K. J. (2002). Brain and cognitive evolution: Forms of modularity and functions of mind. *Psychological Bulletin*, 128, 667-698.
- Gibson, K. R. (2002). Evolution of human intelligence: The roles of brain size and mental construction. *Brain Behav Evol*, 59, 10-20.
- Gottfredson, L. S. (2005). *Innovation, fatal accidents and the evolution of general intelligence*. U: M. J. Roberts (Ur.), *Integrating the mind*. Hove: Psychology Press.
- Gould, S. J. i Lewontin, R. C. (1979). The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: A critique of the adaptationist programme. *Proceedings of Royal Society of London*, 205, 281-288. (usp) Gould, S. J. i Lewontin, R. C. Trompe Svetog Marka i panglosovska paradigma: Kritika adaptacionističkog programa. U: M. Ridley (Ur.) (2004), *Evolucija: Klasici i suvremene spoznaje* (str. 60-177). Zagreb: Naklada Jesenski i Turk.
- Grossman, J.B. i Kaufman, J. C. (2002). Evolutionary psychology: promise and perils. U: R. J. Sternberg i J. C. Kaufman (Ur.), *The evolution of intelligence* (str. 9-26). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Hernstein, R. J. i Murray, C. (1994). *The bell curve: Intelligence and class structure in American life*. New York: Free Press.
- Holyoak, D. J. i Gentner, D. (2001). Introduction: The place of analogy in cognition. U: D. Gentner, D. J. Holyoak, i B. N. Kokinov (Ur.), *The analogical mind: Perspectives from cognitive science* (str. 1-28). Cambridge: MIT Press.
- Jensen, A. R. (1998). *The g factor: The science of mental ability*. New York: Praeger.
- Kanazawa, S. (2004). General intelligence as a domain-specific adaptation. *Psychological Review*, 111, 512-523.
- Kardum, I. (2003). *Evolucija i ljudsko ponašanje*. Zagreb: Naklada Jesenski i Turk.
- Kardum, I. (2004). Evolucijski pristup u psihologiji ličnosti. U: D. Polšek i J. Hrgović (Ur.), *Evolucija društvenosti* (str. 129-143). Zagreb: Naklada Jesenski i Turk.
- Karmiloff-Smith, A. (1994). Beyond modularity: A developmental perspective on cognitive science. *Behavioral and Brain Sciences*, 17(4), 693-745.
- Kennair, L. E. O. (2002). Evolutionary psychology: An emerging integrative perspective within the science and practice of psychology. *The Human Nature Review*, 2, 17-61.

- MacDonald, K. B. (1991). A perspective on Darwinian psychology: The importance of domain-general mechanisms, plasticity and individual differences. *Ethology and Sociobiology*, 12, 449-480.
- Mayr, E. (2000). *Darwinov veliki dokaz: Charles Darwin i postanak moderne evolucijske misli*. Zagreb: Dom i svijet.
- Mithen, S. (1996). *The prehistory of the mind*. London: Thames & Hudson.
- Pinker, S. (1997). *How the mind works*. New York: W. W. Norton and Company.
- Schmalhausen, I. I. (1951). *Problemi darvinizma*. Zagreb: Izdavački zavod Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti.
- Spearman, C. (1904). 'General intelligence,' objectively determined and measured. First published in *American Journal of Psychology*, 15, 201-293. <http://psychclassics.yorku.ca/Spearman/>
- Sperber, D. (1994). The modularity of thought and the epidemiology of representations. U: L. A. Hirschfeld i S. Gelman (Ur.), *Mapping the mind: Domain-specificity in cognition and culture* (str. 39-67). Cambridge: Cambridge University Press.
- Sperber, D. (2000). Metarepresentations in an evolutionary perspective. U: D. Sperber (Ur.), *Metarepresentations: A multidisciplinary perspective*. Oxford: Oxford University Press.
- Stanovich, K. E. i West, R. F. (2000). Individual differences in reasoning: Implications for the rationality debate. *Behavioral and Brain Sciences*, 23, 645-726.
- Stenning, K. i van Lambalgen, M. (2005). Explaining the domain generality of human cognition. U: M. Roberts (Ur.), *Integrating the mind*. Hove: Psychology Press.
- Sternberg, R. J. (2002). The search for criteria: Why study the evolution of intelligence. U: R. J. Sternberg i J. C. Kaufman (Ur.), *The evolution of intelligence* (str. 1-8). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Tooby, J. i Cosmides, L. (1992). The psychological foundation of culture. U: J. H. Barkow, L. Cosmides, i J. Tooby (Ur.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture* (str. 19-136). New York: Oxford University Press.
- Tooby, J. i Cosmides, L. (1995). Mapping the evolved functional organization of mind and brain. U: M. Gazzaniga (Ur.), *The cognitive neurosciences* (str. 1185-1197). Cambridge, MA: MIT Press.
- Tooby, J. i Cosmides, L. (2005). Evolutionary psychology: Conceptual foundations. U: D. M. Buss (Ur.), *Handbook of evolutionary psychology* (str. 5-67). Hoboken, NJ: Wiley and Sons Inc.
- Waltz, J., Lau, A., Grewal, S. i Holyoak, K. (2000). The role of working memory in analogical mapping. *Memory & Cognition*, 28, 1205-1212.

Introduction to evolutionary basis of intelligence: Modular mind and global intelligence enigma

Abstract

The paper highlights the exceptional significance of the evolutionary theory in studying intelligence and presents the current discussion within modern evolutionary psychology, which has focused on the question whether intelligence is exclusively domain- specialized or also domain-general ability. Emphasizing the morphological modularity of the human brain, proponents of domain specificity argue that human intellectual capacities consist of a large collection of insulated abilities which have independently evolved for solving and coping with specific adaptive problems. Therefore, humans have not evolved any meaningful reasoning ability, but are intelligent because their brain has evolved a myriad of fast and frugal heuristics. Underlining the significance of general intelligence, working memory and analogical reasoning, advocates of domain generality claim that modular elements of the mind and brain are parts of the higher, general mechanisms, which humans have developed so that human intelligence can best be understood as a generalized capacity that facilitates adaptive problem solving, especially in novel, changing or otherwise complex situations. The results and understandings of scientific research are given, which confirm all elaborated theories, while a special part of the paper is devoted to the theory of the most noted figures in modern evolutionary thought; this tries to illustrate *how* general intelligence might have evolved according to the principles of evolution by natural selection.

Key words: evolutionary psychology, global intelligence, specialized mechanisms, module, adaptation

Primljeno: 17. 04. 2007.

