



Konferenca NAK – za učitelje naravoslovnih predmetov

Nevrobiologija ustvarjalnosti

Gregor Belušič

Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani

4. konferenca učiteljev naravoslovnih predmetov – NAK 2017

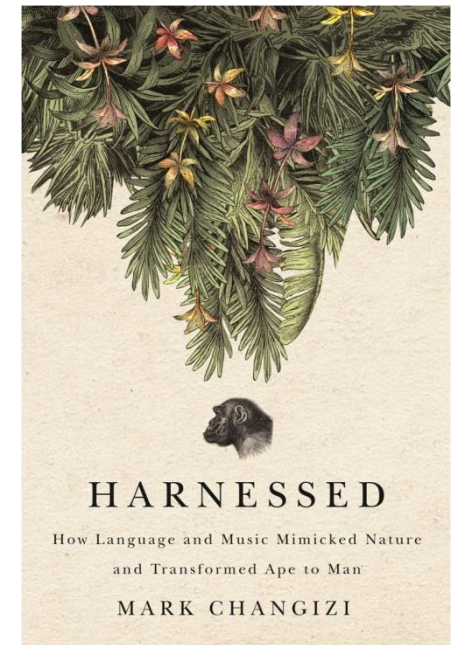
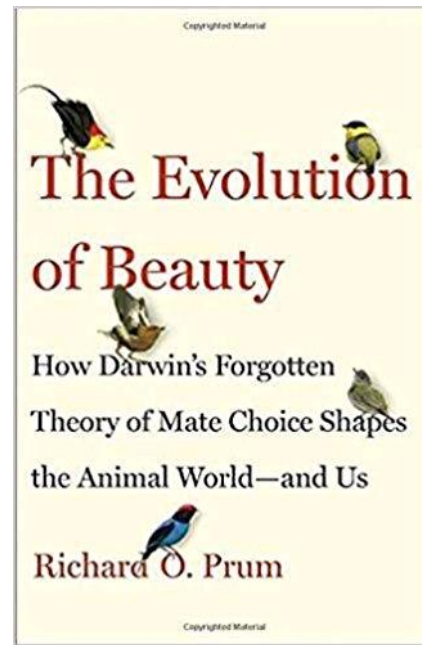
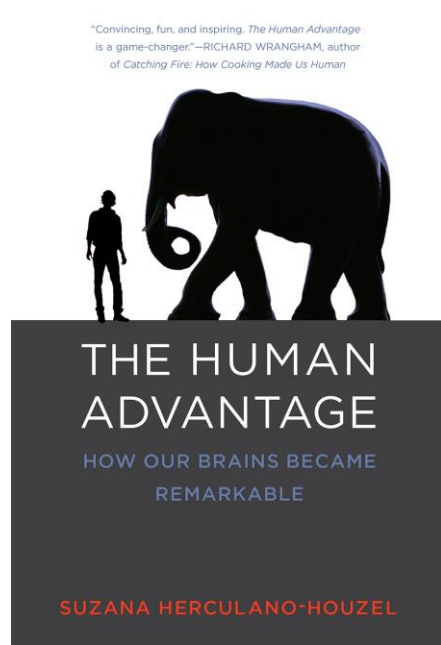
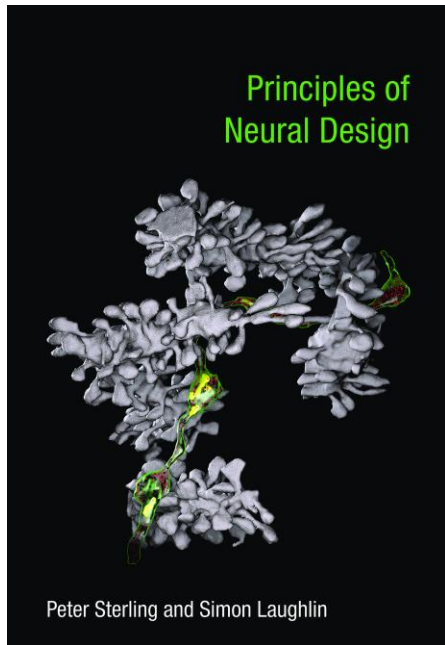
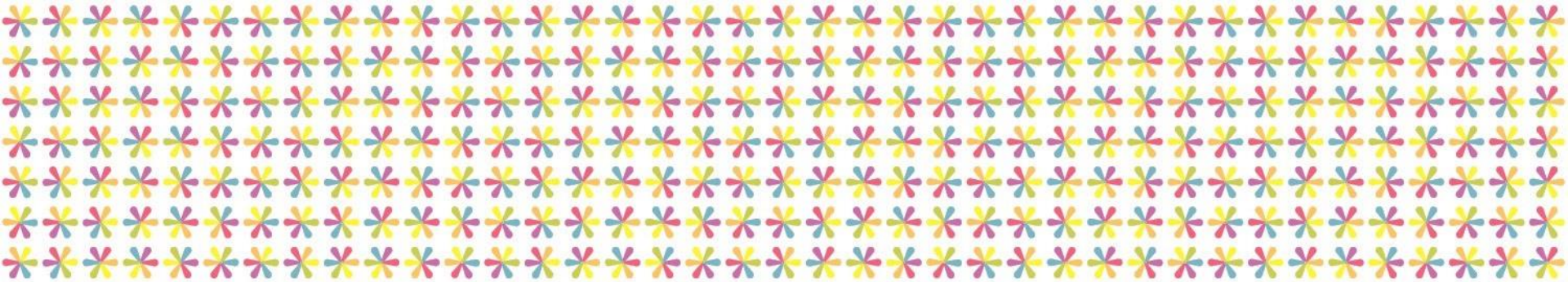


REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA
EVROPSKI
SOCIALNI SKLAD
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST

Naložbo sofinancirata Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada

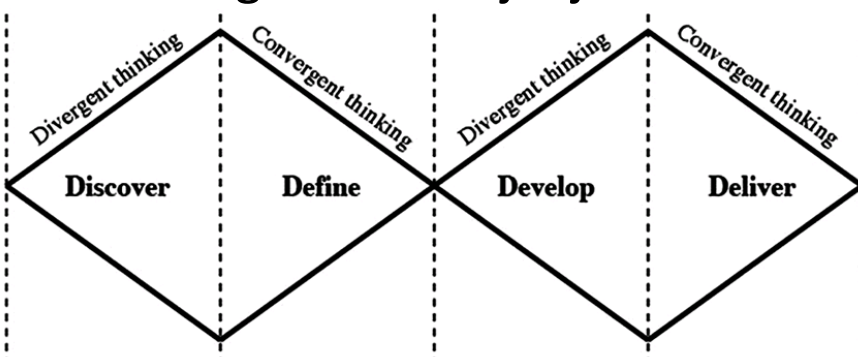


Sterling P, Laughlin SB: Principles of Neural Design. Cambridge, MA: MIT Press; 2015
Herculano-Houzel S: The Human Advantage. Cambridge, MA: MIT Press; 2016
Prum RO: The Evolution of Beauty. New York, NY: Doubleday; 2017
Changizi MA: Harnessed. New York, NY: BenBella; 2011



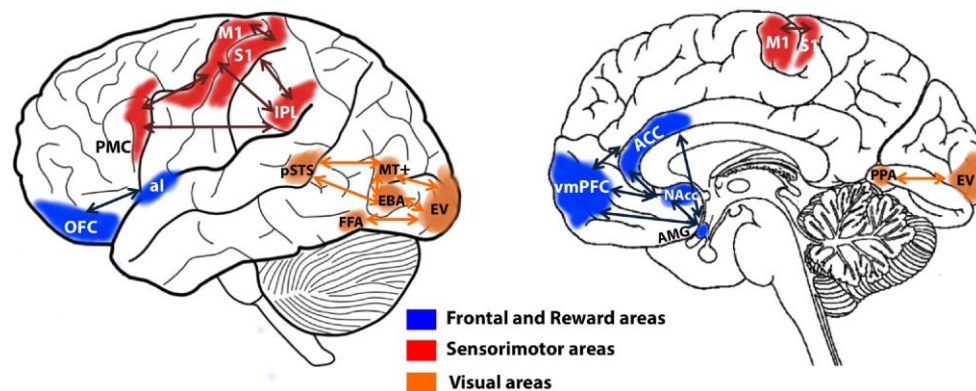
USTVARJALNOST

- Ustvarjalnost: vzpostavljanje novih povezav med pojmi; mera ustvarjalnosti je oddaljenost med pojmi, ki jih oseba v ustvarjalnem procesu poveže
- Nevralne osnove ustvarjalnosti: lateralna inhibicija, senzorične zaznave, prepoznavna vzorcev, virtualizacija; Divergentno in konvergentno mišljenje



KOGNICIJA

- Notranji (mentalni) proces, ki omogoča spoznanje, ter obsega reprezentacijo zunanjega sveta, spomin, sklepanje



ESTETSKI UŽITEK



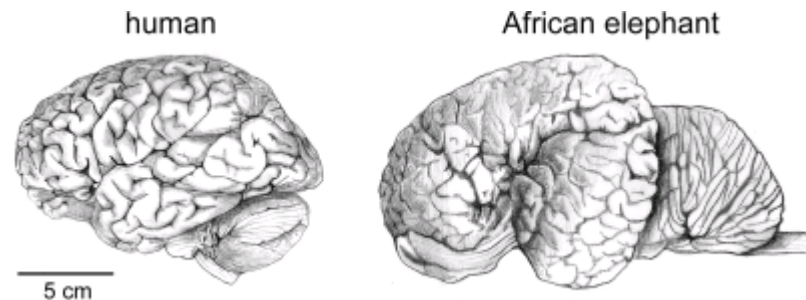
Koliko nevronov vsebujejo možgani?

„Many original articles, reviews and textbooks affirm that we have

100 billion neurons and 86 milijard

10 times more glial cells 84 milijard

(Kandel et al., 2000; Ullian et al., 2001; Doetsch, 2003; Nishiyama et al., 2005; Noctor et al., 2007; Allen and Barres, 2009), usually with no references cited.“



Suzana Herculano-Houzel (2016). **The human advantage**. MIT press.

Izotropni frakcionator*

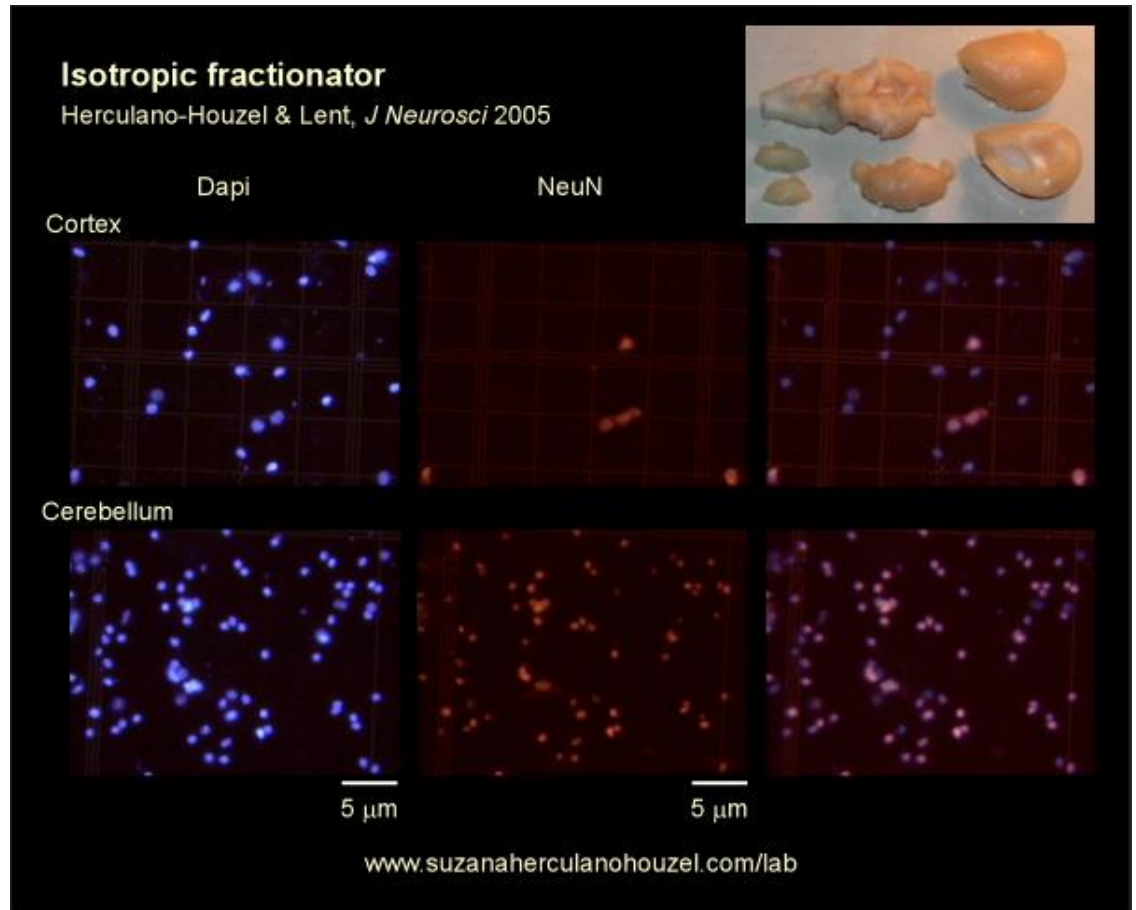


Suzana Herculano Houzel

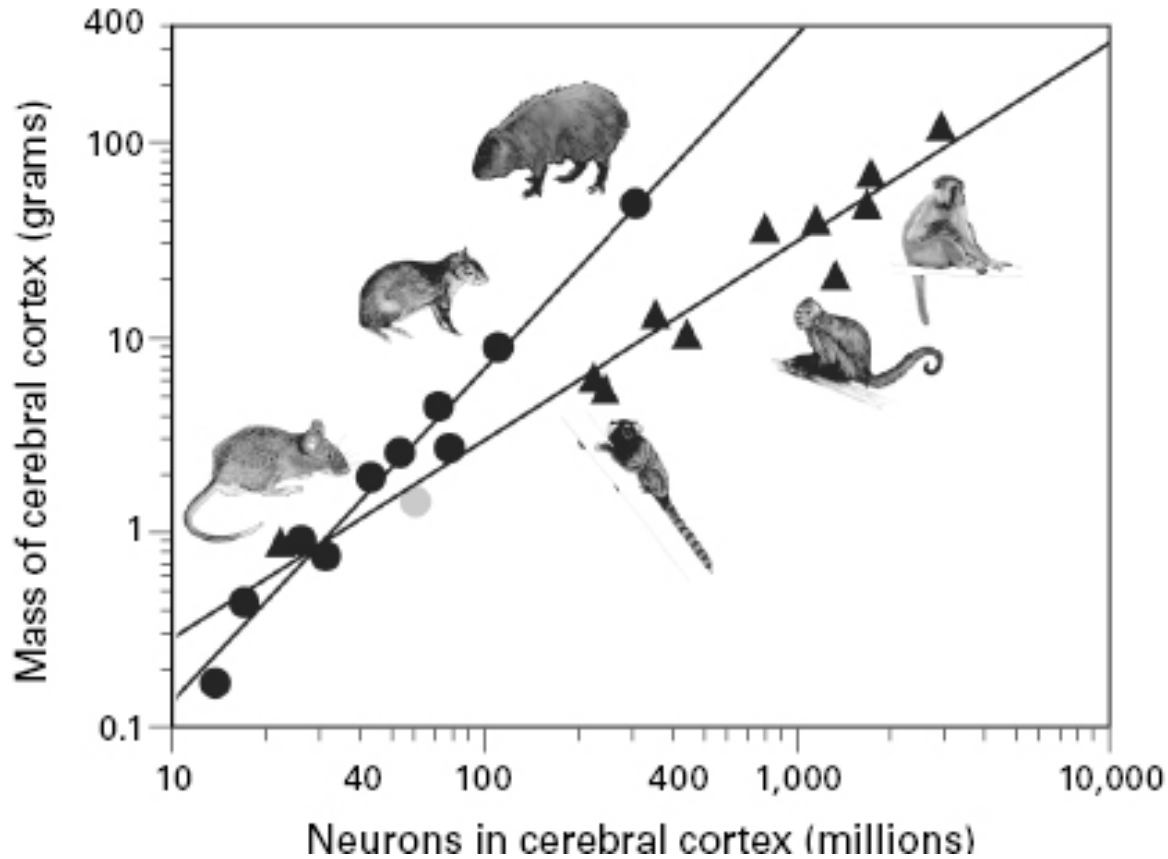
DAPI ... jedra celic

NeuN ... jedra nevronov

* Možganska juha



Skaliranje možganov, glodalci : primati



Suzana Herculano-Houzel (2016). *The human advantage*. MIT press.



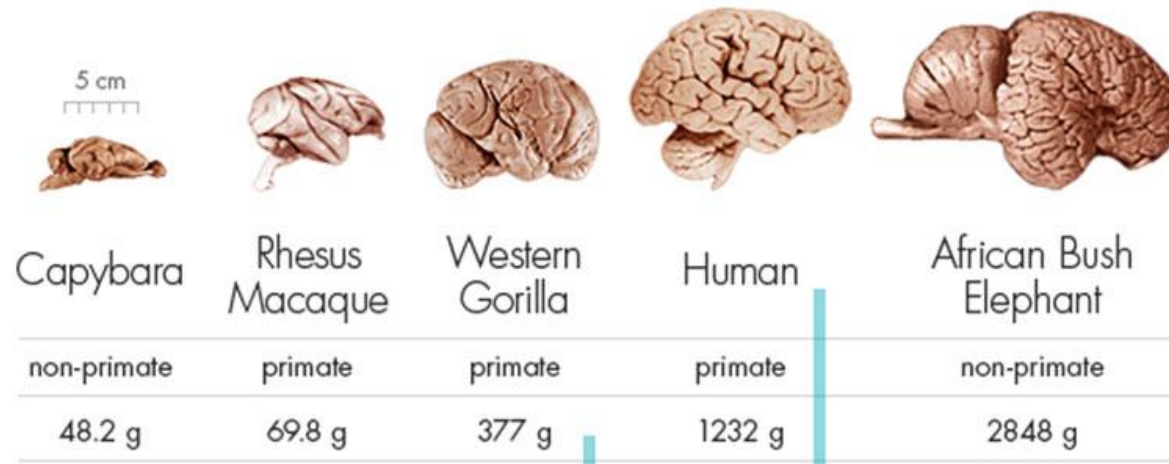
REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT



Velikost možganov ni nujno povezana s številom nevronov

BRAIN SIZE AND NEURON COUNT

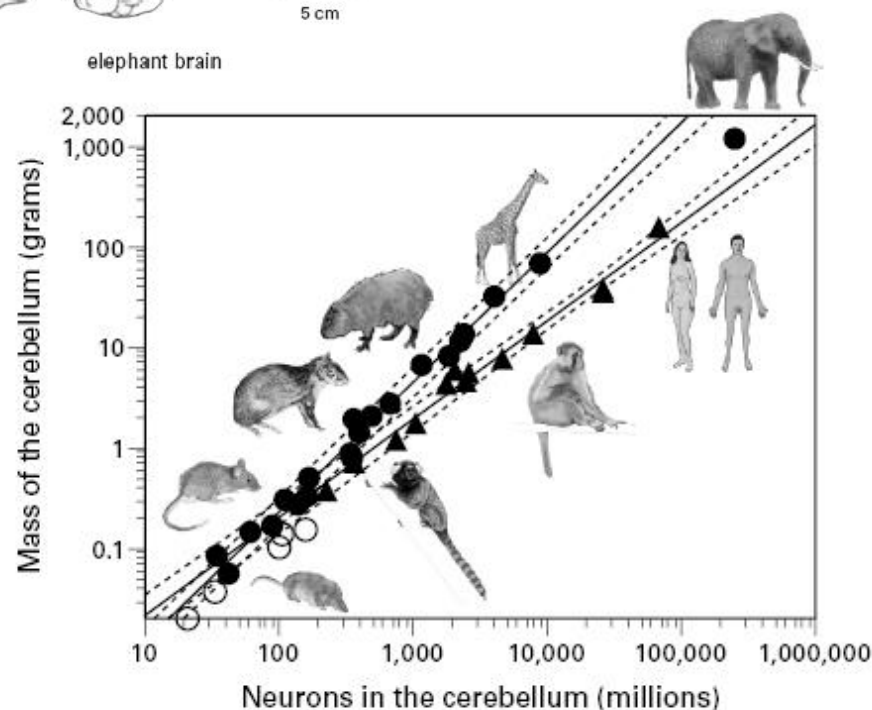
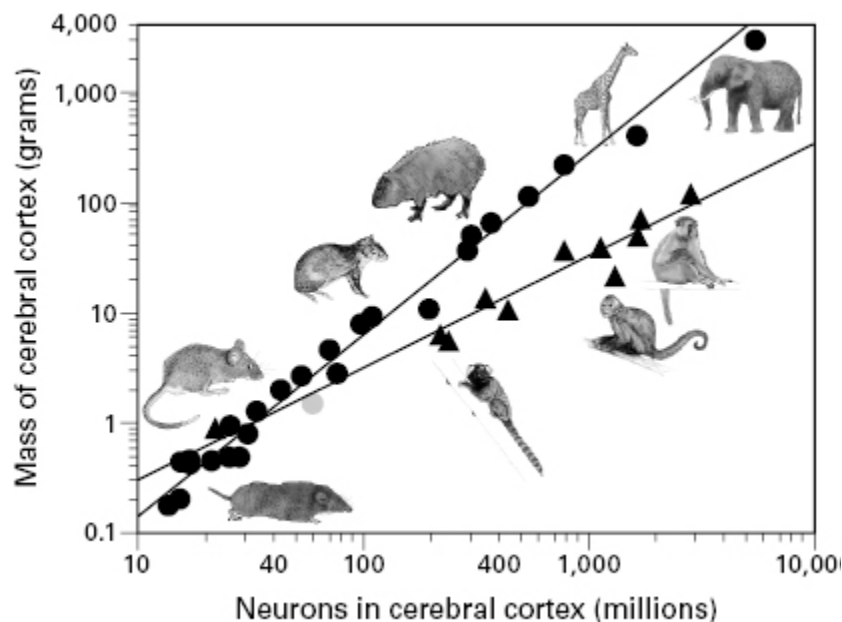
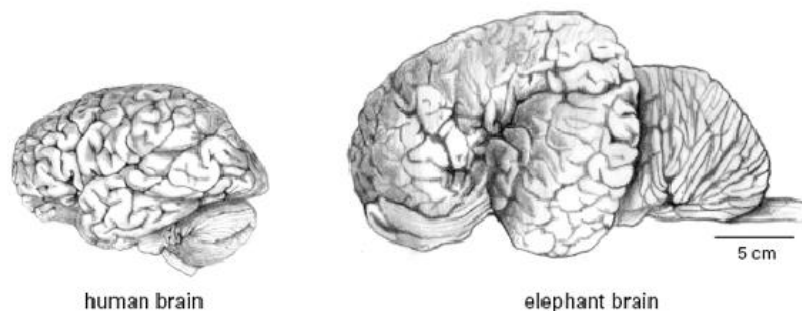
Cerebral cortex mass and neuron count for various mammals.



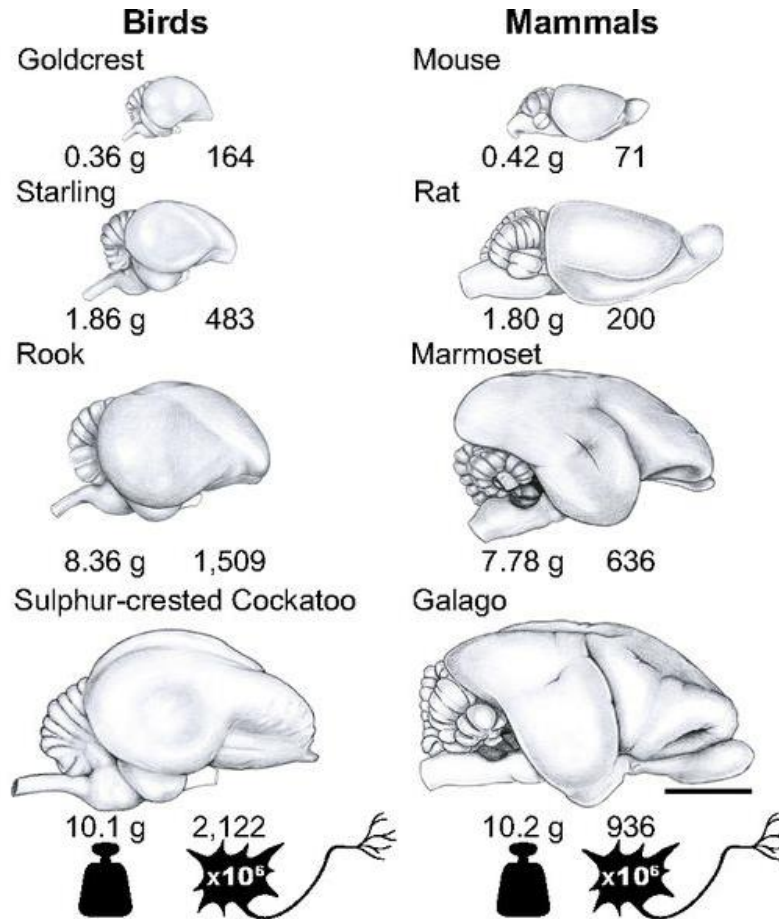
Suzana Herculano-Houzel (2016). **The human advantage**. MIT press.



Slon in človek, 257:86 milijard nevronov v možganih

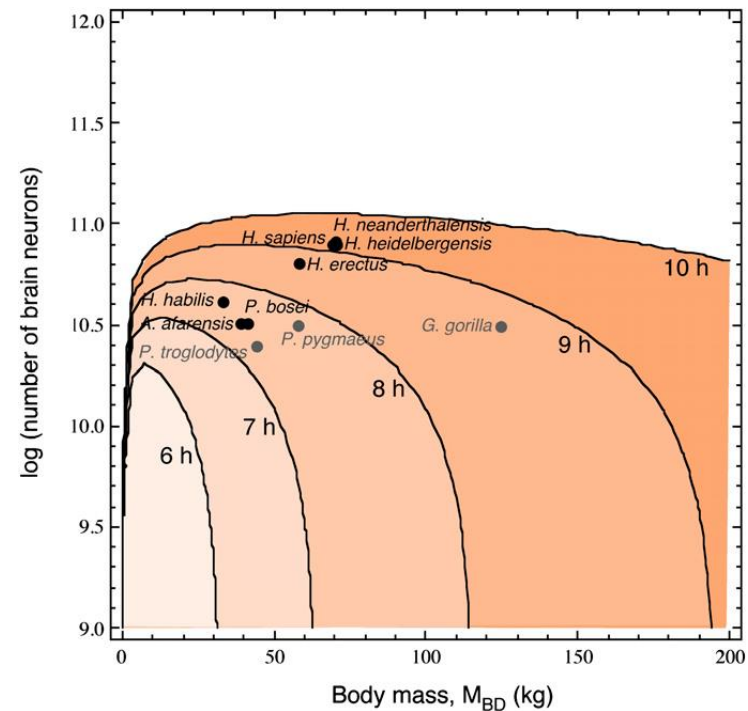
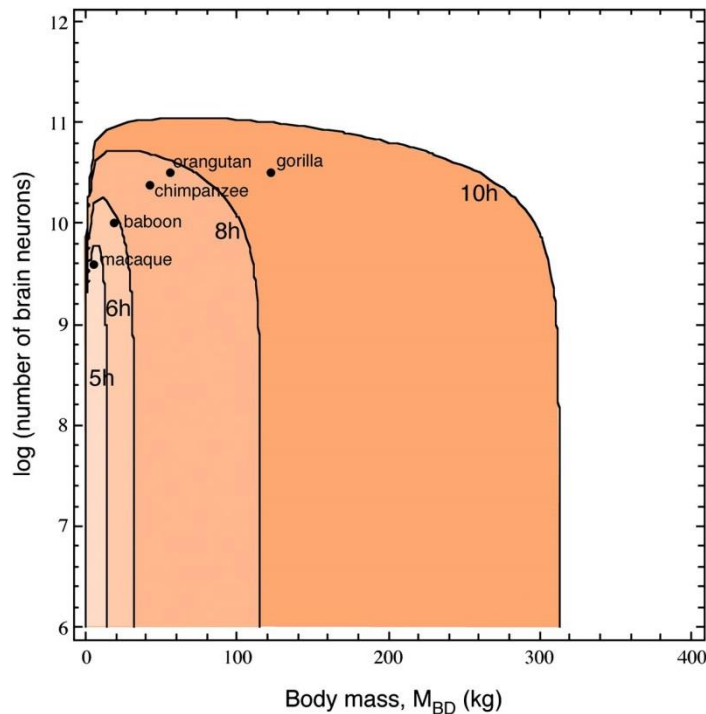


Ptiči : Sesalci

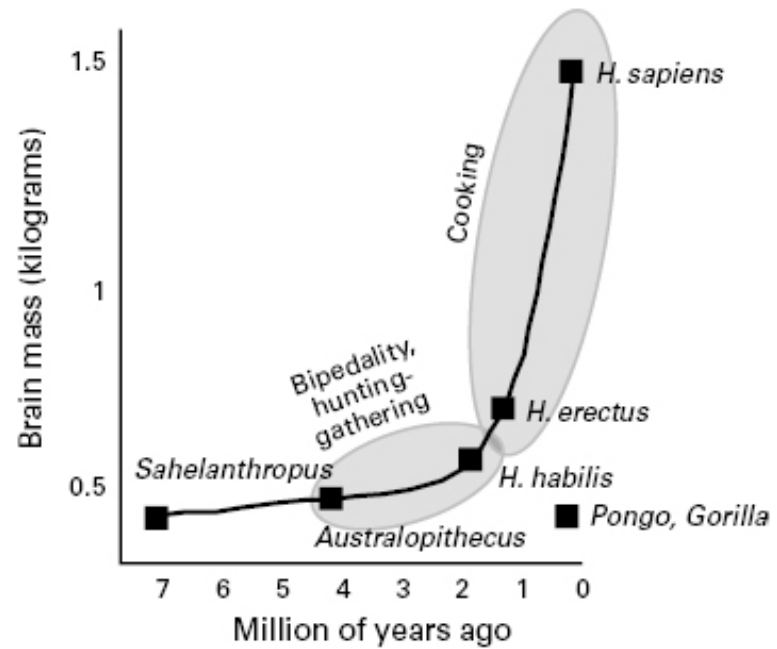
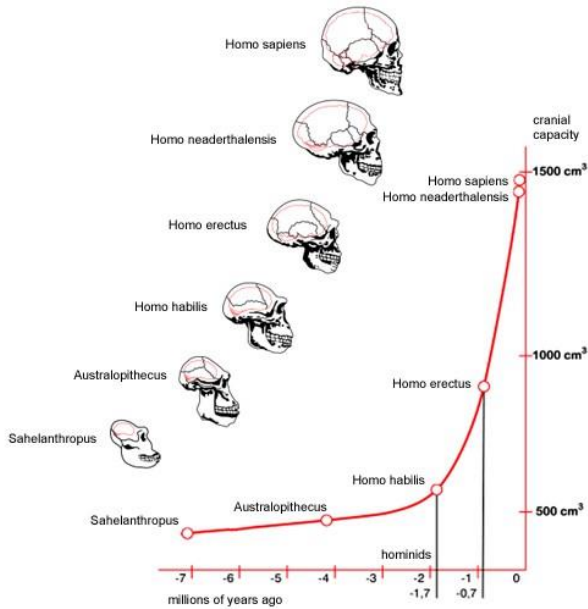


Poraba energije in prehranjevanje

- Možgani porabijo 500 kcal na dan, to je 25% bazalnega metabolizma
- Celodnevno nabiranje in uživanje surove hrane ne pokrije naših potreb po energiji



Kuhanje?



Suzana Herculano-Houzel (2016). *The human advantage*. MIT press.



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT



Ali resnično uporabljamo 10% možganov?

- Večji del možganov je relativno „tih“ – ali so možgani neučinkoviti? Ne, saj je ravno razpršeno kodiranje z nizko stopnjo sproženja del učinkovitega dizajna; sem sodijo tudi mehanizmi usmerjanja pozornosti in miselnega sprehajanja.
- Mnogi procesi delujejo na spodnji meji miniaturizacije in možnega v okviru zakonov termodinamike.
- Senzomotorične poti so dokazano optimalno delujoče
- Organizmi, ki so evolvirali dlje in z večjim številom generacij letno (npr. žuželke – mušica) imajo enako učinkovita živčevja, kot človek

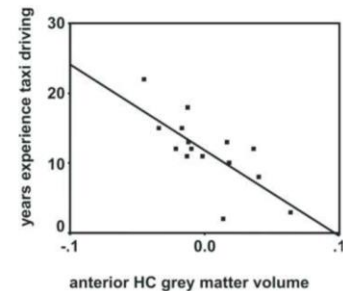
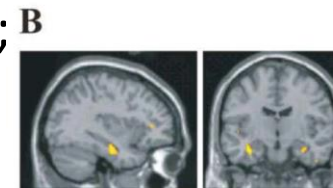
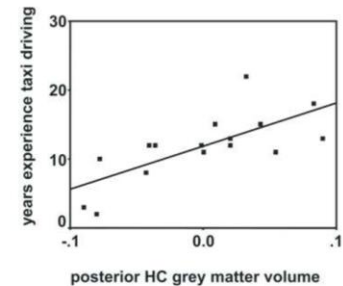
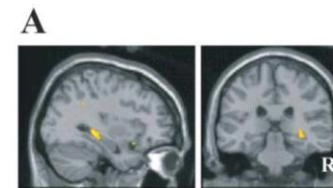
Why your brain is not near full capacity, a large research



London Taxi Drivers and Bus Drivers: A Structural MRI and Neuropsychological Analysis

Eleanor A. Maguire,* Katherine Woollett, and Hugo J. Spiers

- Primerjalna študija med vozniki taksijev in avtobusov
= aktivna navigacija (taksi)....proti vožnji po ustaljenih poteh (bus)
- Taksisti imajo večji srednji in posteriorni hipokampus, manjši anteriorni hipokampus; razlike se povečujejo z leti prakse
- Taksisti se slabše odrežejo na testu pomnjenja zapletenih vidnih motivov



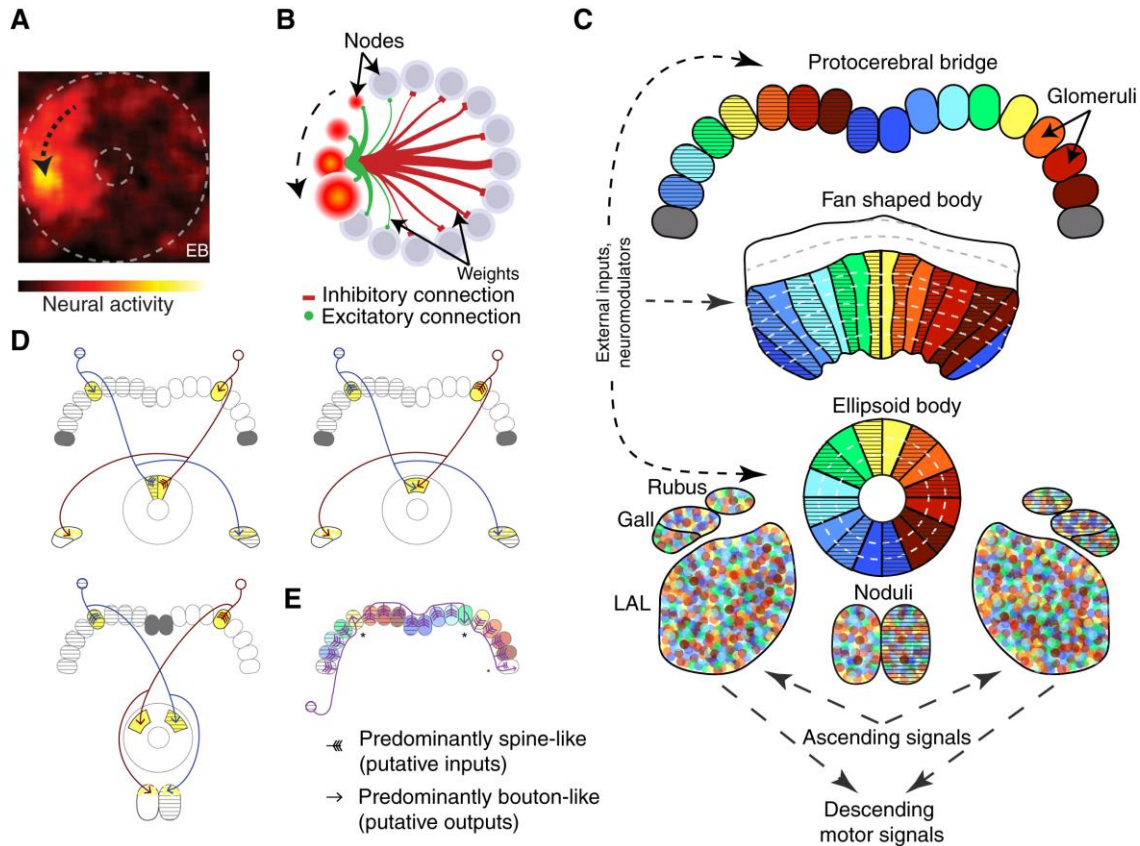
London Taxi Drivers and Bus Drivers: A Structural MRI and Neuropsychological Analysis

Eleanor A. Maguire,* Katherine Woollett, and Hugo J. Spiers

- Taksisti, ki so jih spremljali po koncu aktivne službe, so se na istih prostorskih testih odrezali bolje, kot tedaj, ko so bili zaposleni optimalno in plastično razporejanje virov v živčevju
- Podobne ugotovitve tudi pri uglasovalcih klavirja („navigacija po kompleksnih zvočnih pokrajinah“);
z motoričnim učenjem se dokazano širi motorična skorja,
z opismenjevanjem vidna skorja
- Plastičnost možganov je prisotna skozi vse življenje



Kognicija v mini možganih



Current Biology



<https://www.youtube.com/watch?v=hC9aSP9x0xE>



SHARE REPORT

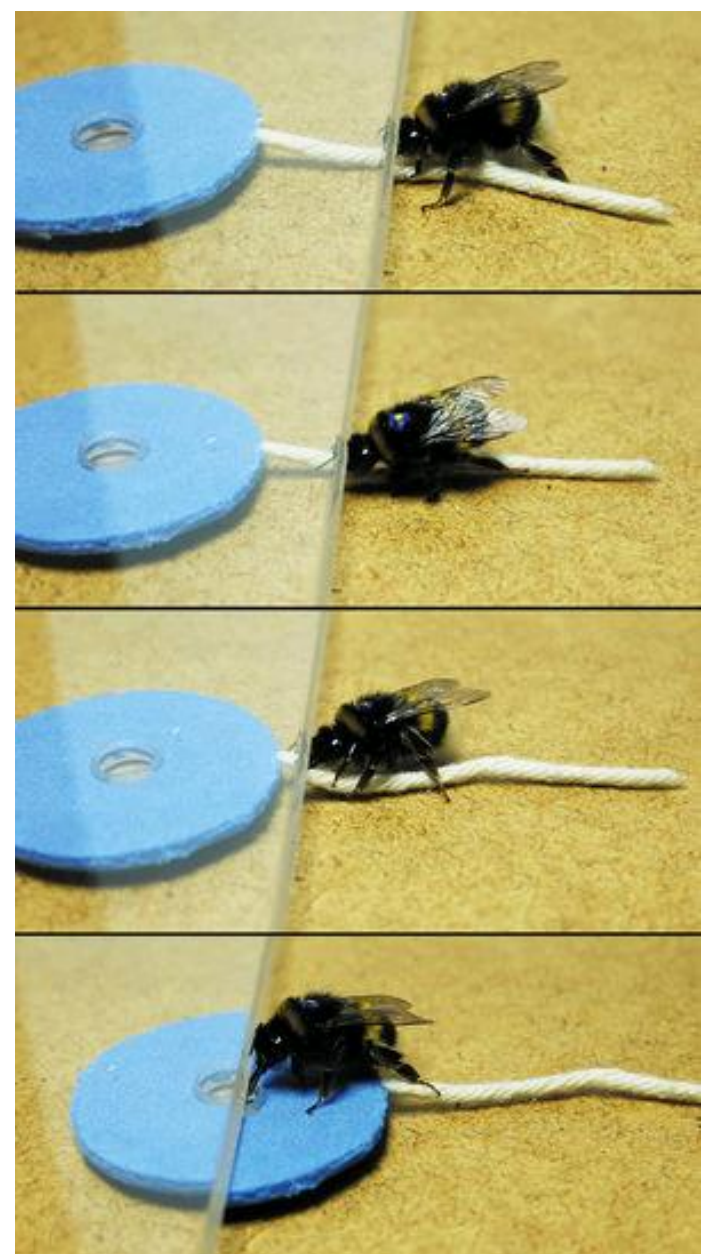
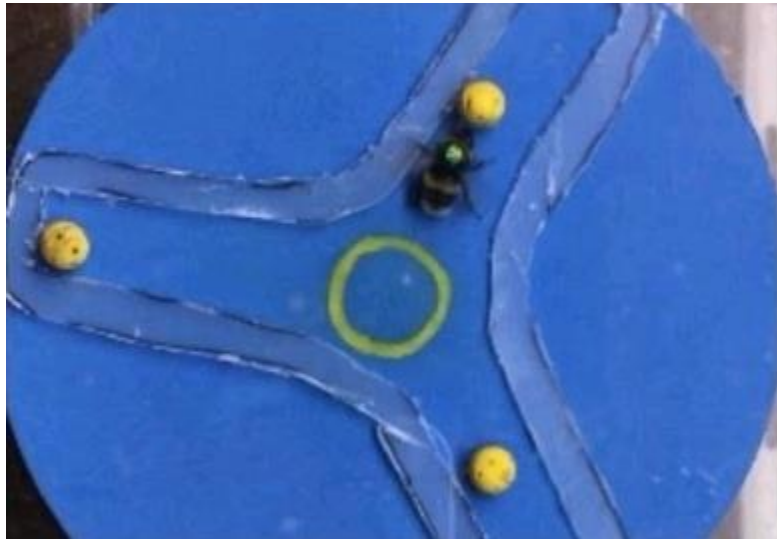


0



Bumblebees show cognitive flexibility by improving on an observed complex behavior

Olli J. Loukola^{*,†}, Clint J. Perry[†], Louie Coscos, Lars Chittka

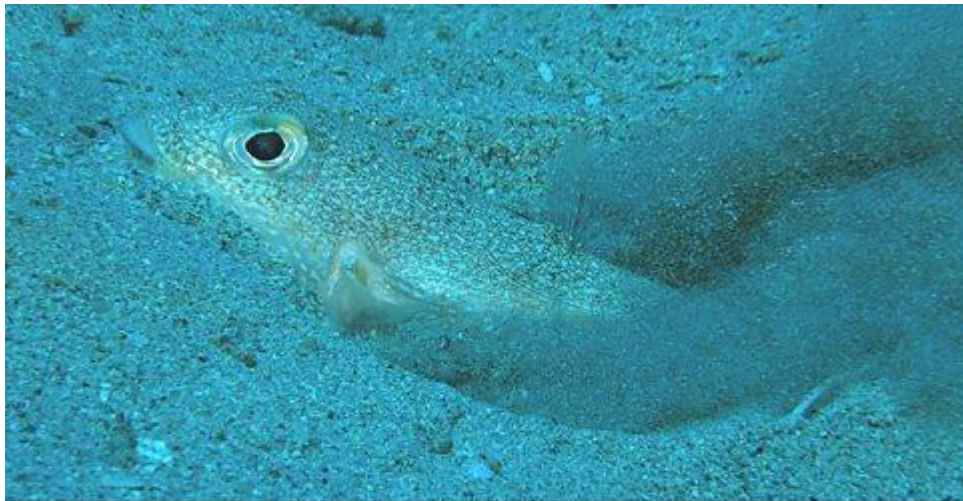


<https://www.youtube.com/watch?v=hC9aSP9x0xE>



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT





REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT

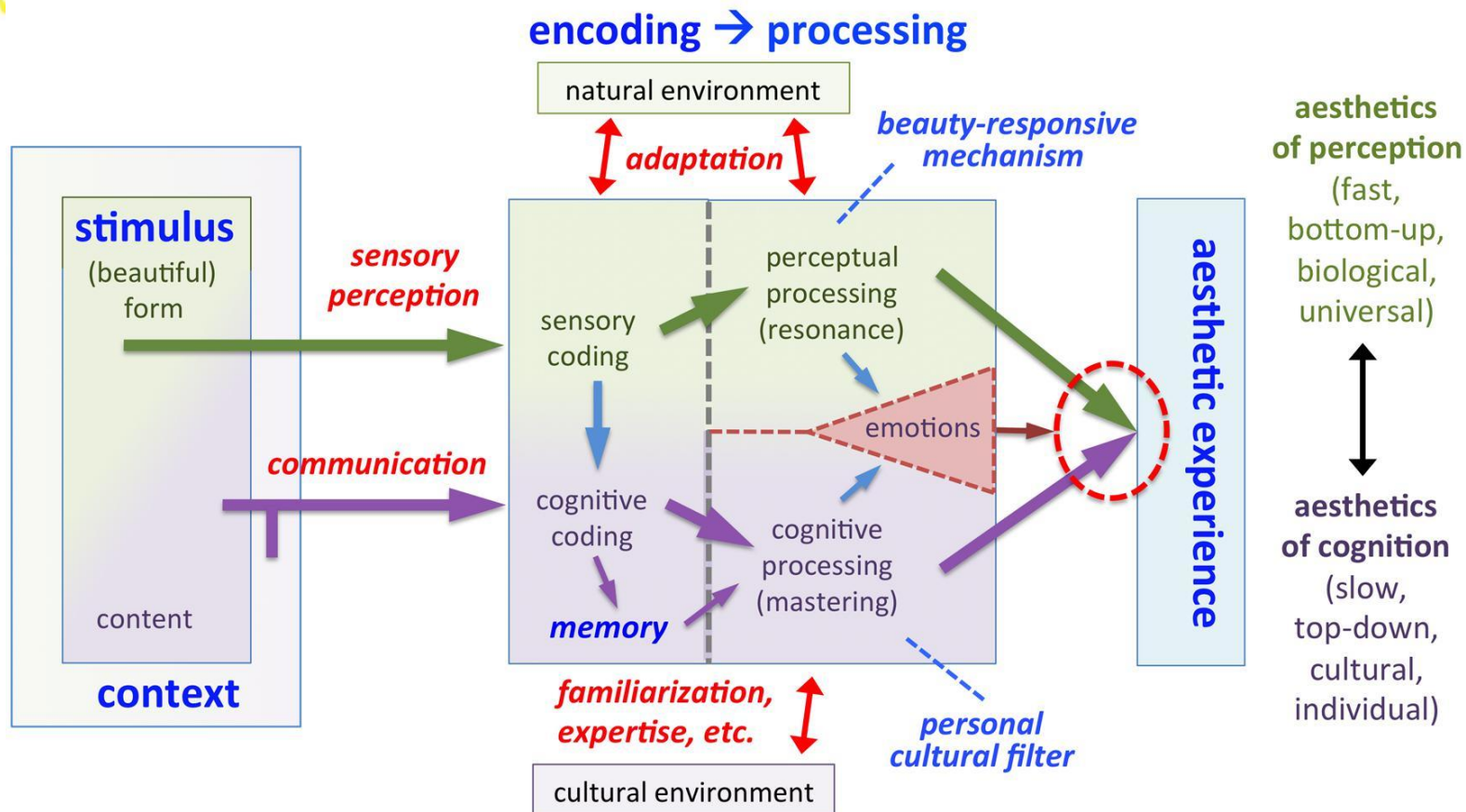


EVROPSKA UNIJA
EVROPSKI
SOCIALNI SKLAD
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST

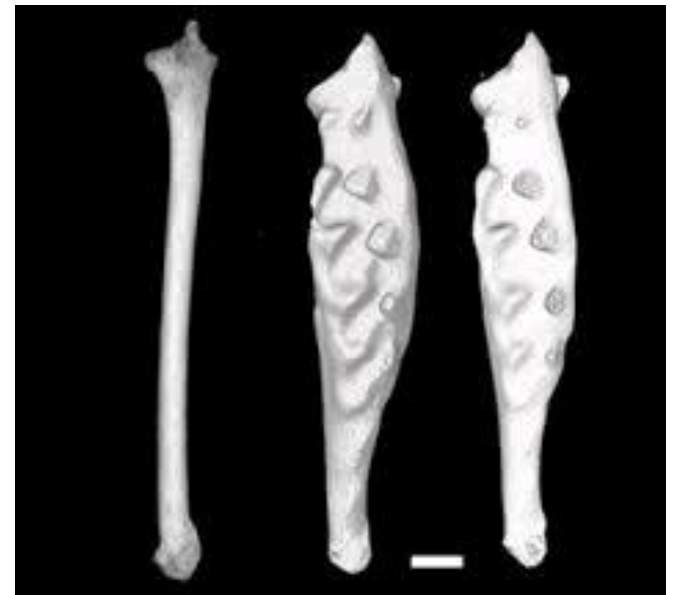
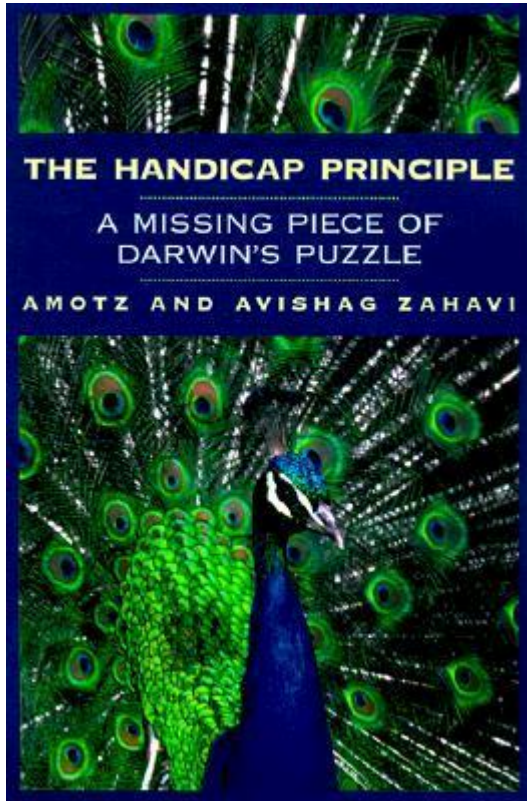
ESTETSKI UŽITEK

external information
stimulus and context

internal representation
sensory systems and brain



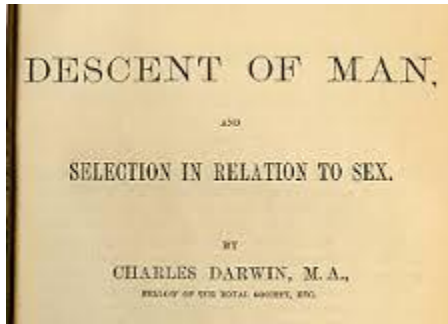
Darvinizem = Adaptacionizem ?



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT



Estetska evolucija



PHILOSOPHICAL
TRANSACTIONS
OF
THE ROYAL
SOCIETY

B

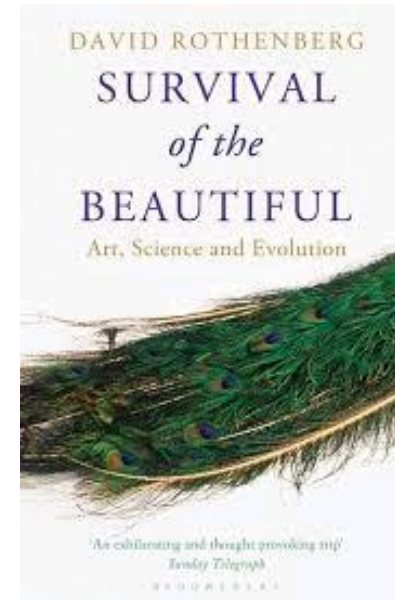
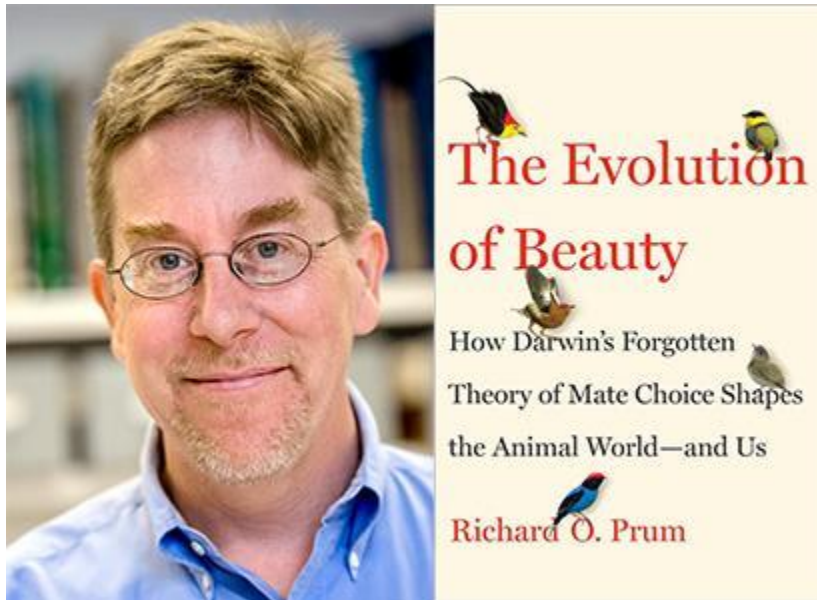
Phil. Trans. R. Soc. B (2012) 367, 2253–2265
doi:10.1098/rstb.2011.0285

Review

Aesthetic evolution by mate choice: Darwin's really dangerous idea

Richard O. Prum*

*Department of Ecology and Evolutionary Biology, and Peabody Museum of Natural History,
Yale University, New Haven, CT 06520, USA*

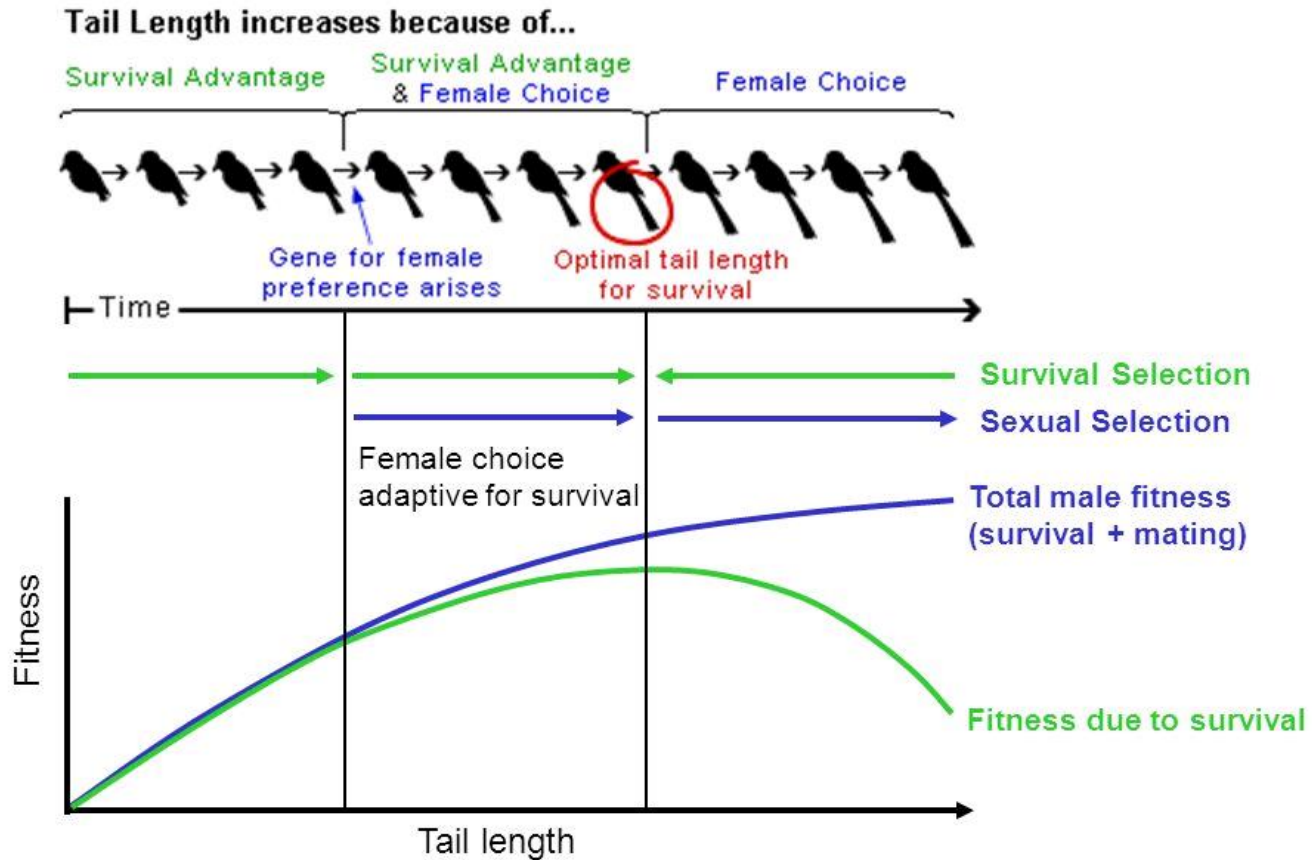


REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT



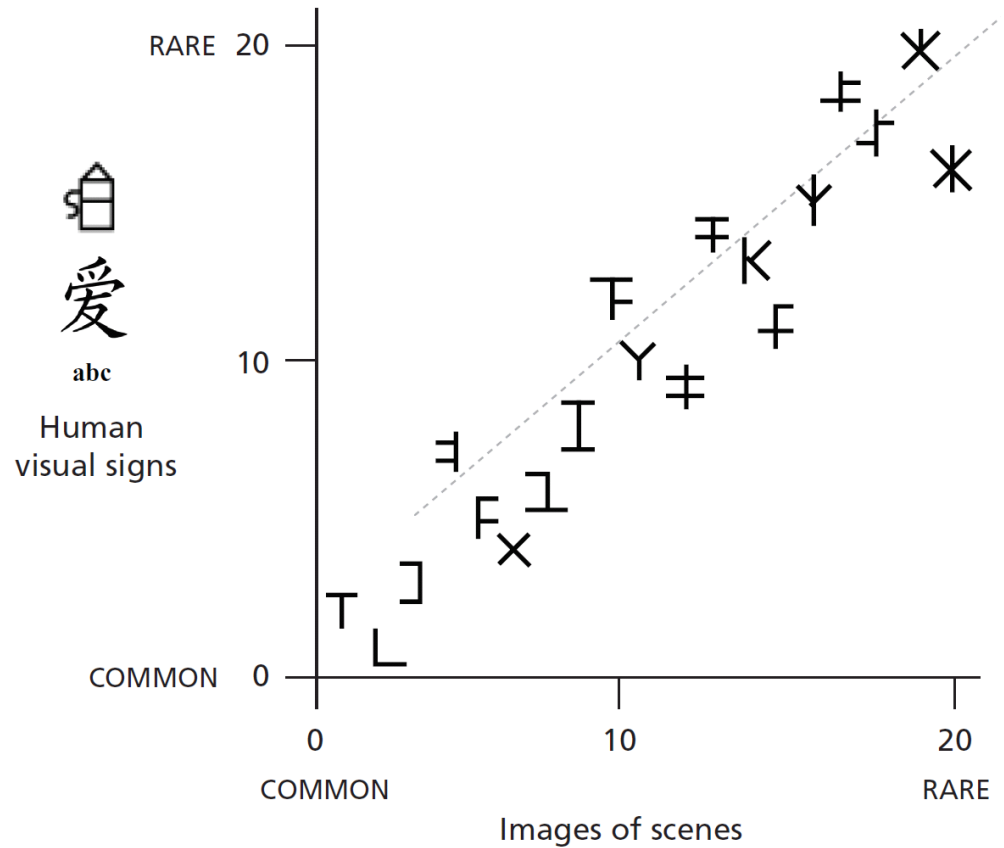
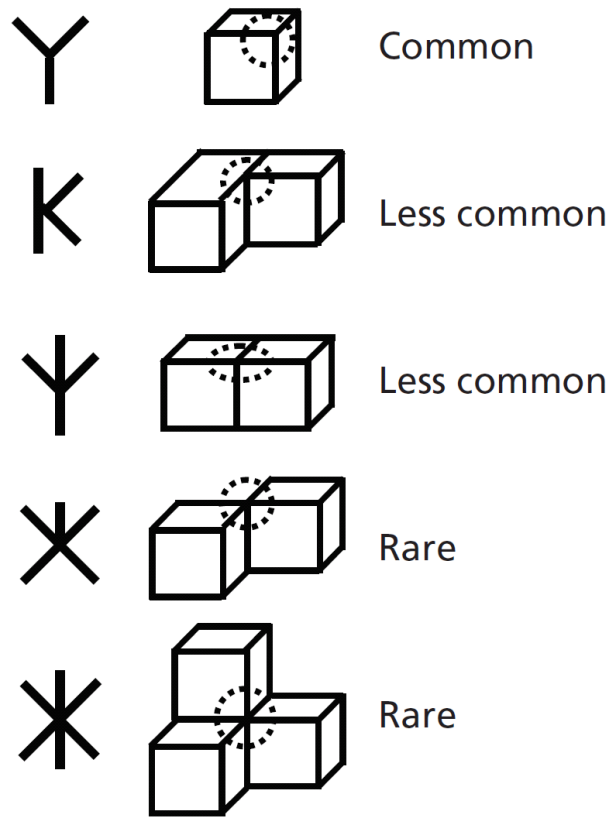
„Fišerijanski pobeg“

Fisher's runaway model



The Structures of Letters and Symbols throughout Human History Are Selected to Match Those Found in Objects in Natural Scenes

Mark A. Changizi,^{1,*} Qiong Zhang,^{2,†} Hao Ye,^{2,‡} and Shinsuke Shimojo^{3,§}



VOL. 167, NO. 5 THE AMERICAN NATURALIST MAY 2006



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT



Toliko lepote v naravi!

- organizmi želijo ugajati živalim
 - poraja se z estetsko evolucijo
 - živali imajo nevrnalno osnovo za estetsko izkušnjo
 - estetska izkušnja skozi zaznavni proces in kognicijo
 - tudi mini možgani imajo mini kognicijo
 - število nevronov v integracijskih centrih
(in ne masa možganov)
- je najbolj neposreden pokazatelj kognitivnih sposobnosti



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA
EVROPSKI
SOCIALNI SKLAD
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST