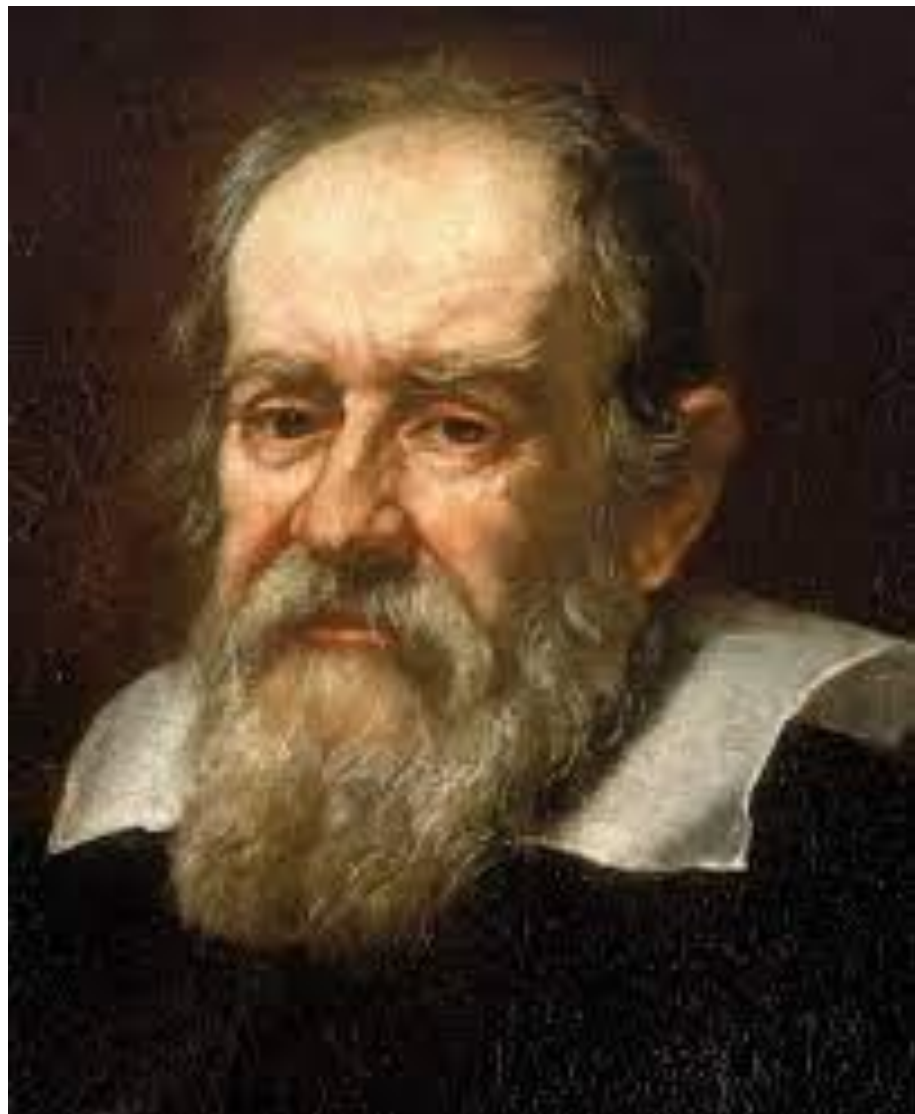


NEVROZNANOST, MOŽGANI IN MATEMATIKA

Zvezdan Pirtošek

GALILEO GALILEI



"Matematika je jezik, v katerem je Bog napisal vesolje."

CHOMSKY vs EINSTEIN

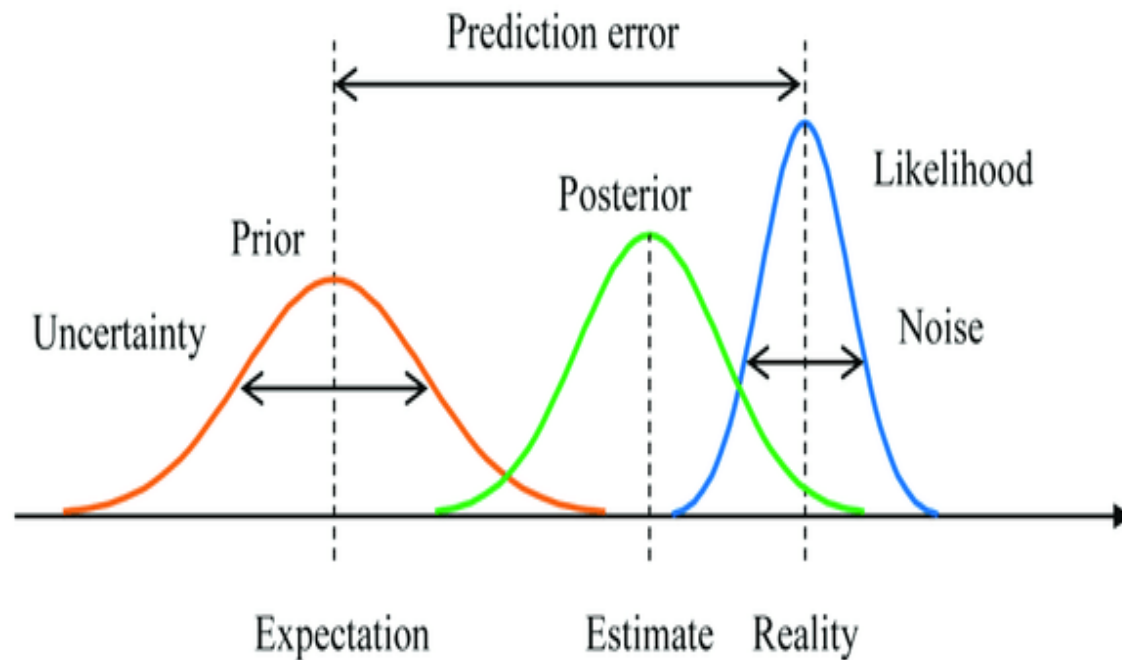




MOŽGANI: ZAKAJ, KAJ...

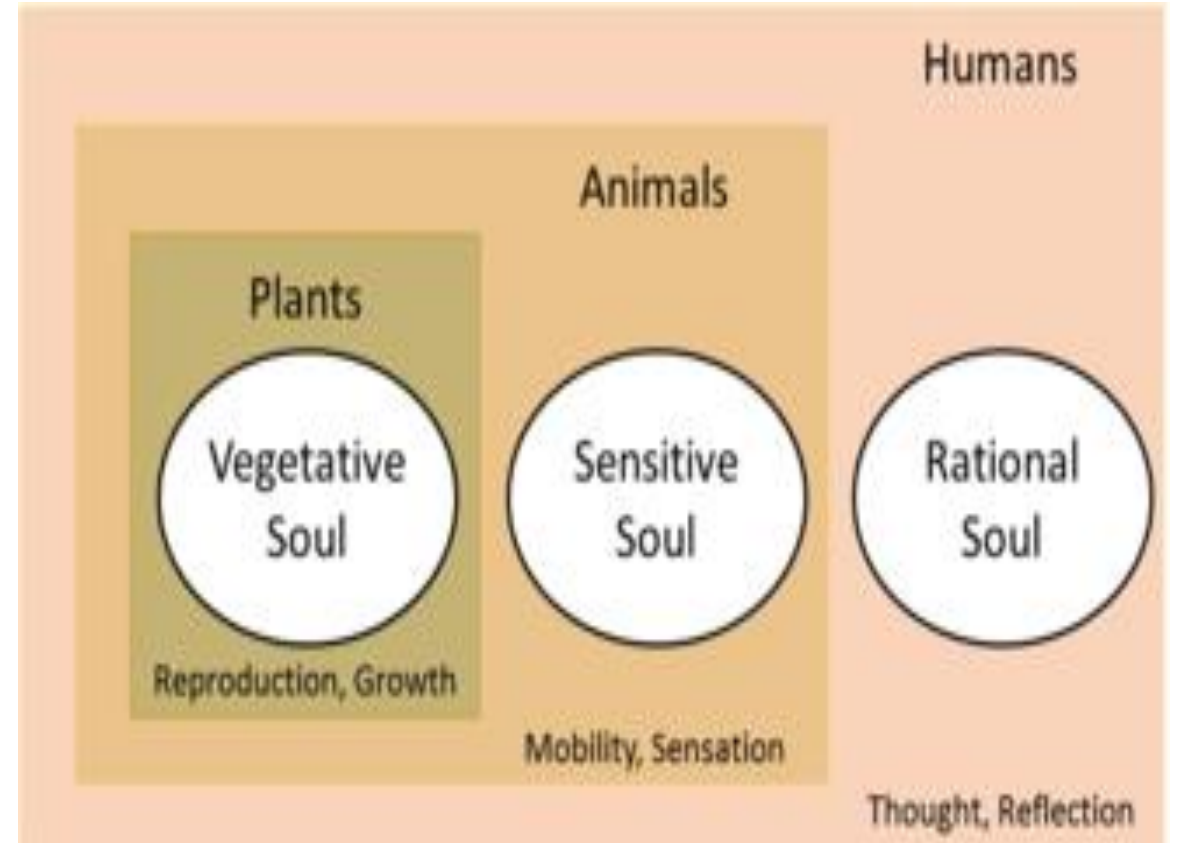
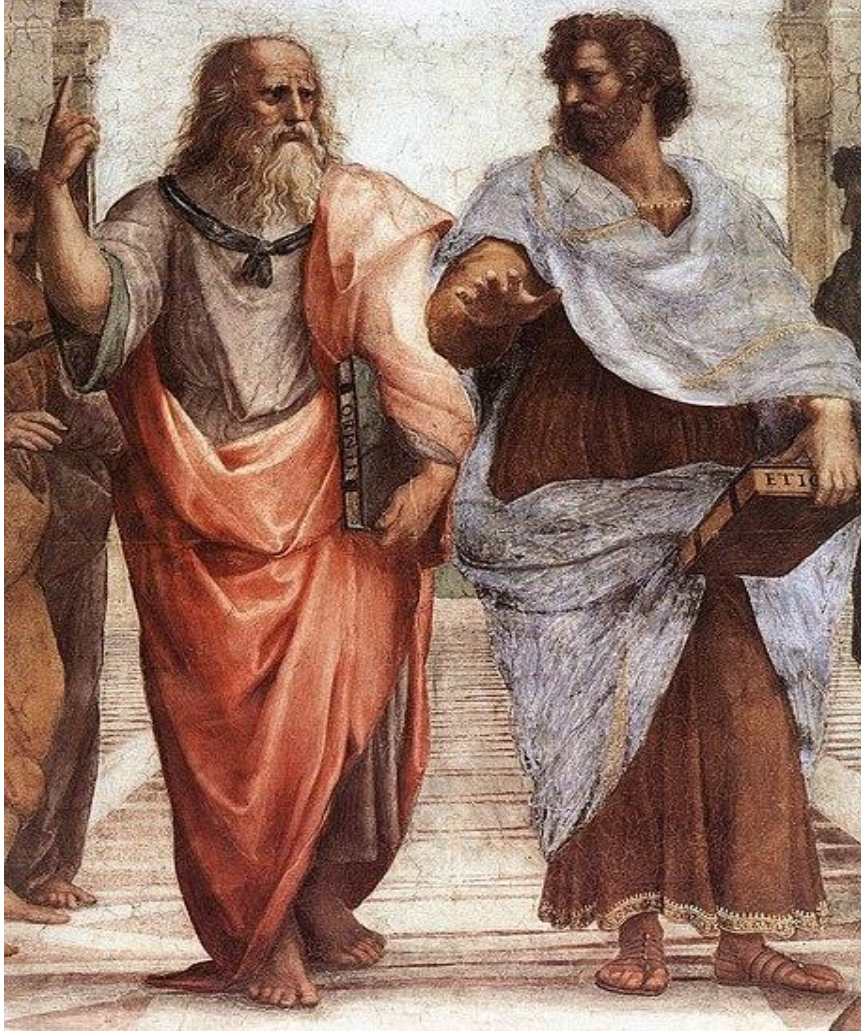


$$P(A|B) = \frac{P(B|A) \cdot P(A)}{P(B)}$$



Ostra ločnica med živaljo in človekom?

ARISTOTELES



FALAISE, FRANCE 1386: *obsojena svinja*



NEVRONI



NEVRONI – POČASNI, NEZANESLJIVI, NEUČINKOVITI

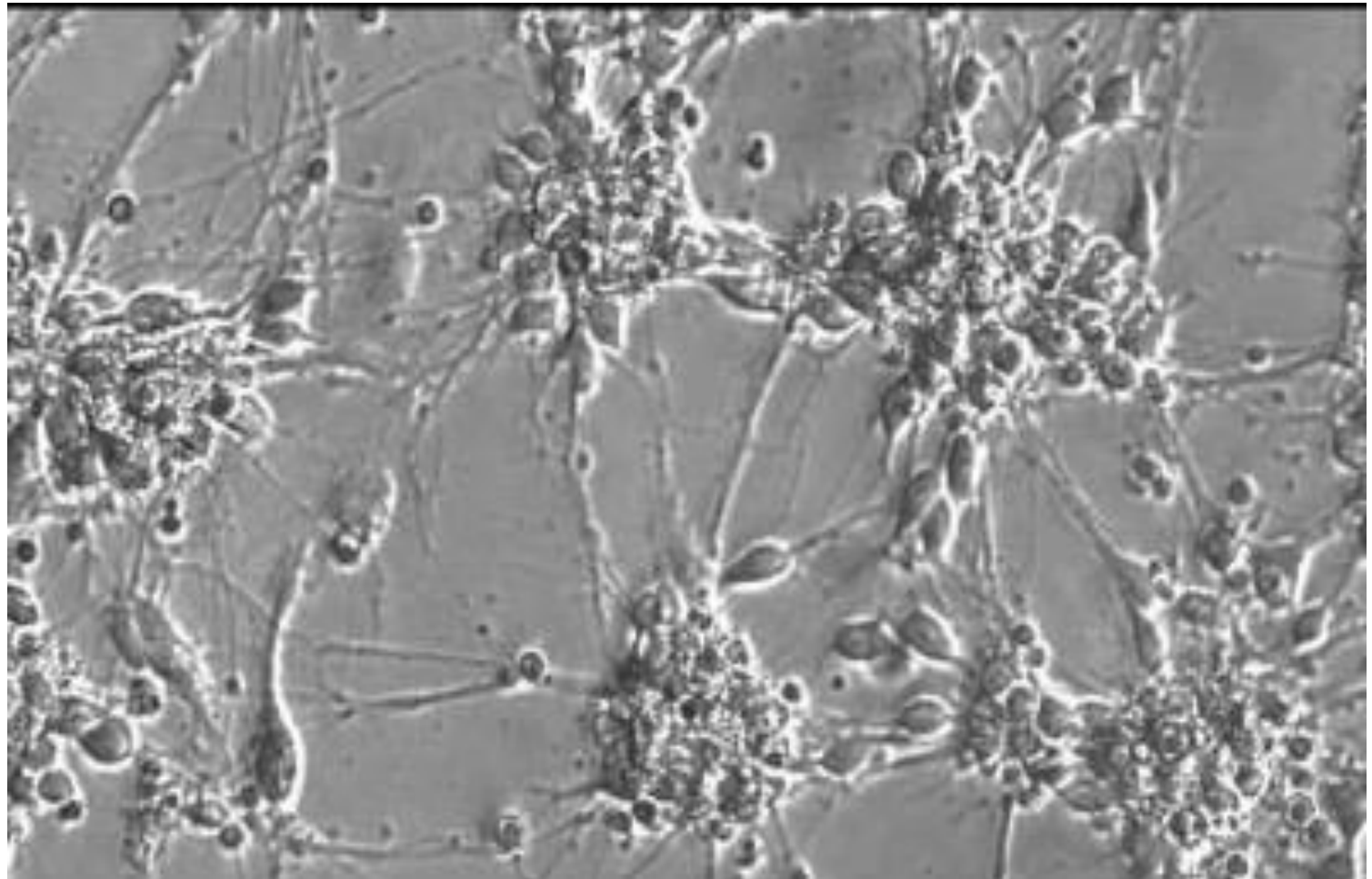
- 2 % telesne teže, 20% energije
- 23.000 genov (C. elegans 19.000), 70% v možganih
- omejena frekvenca AP 400/s (laptop 10 milijard operacij/s)
- prevajanje po aksonu 100 milj/h, električni signal 669 milijonov milj/h
- ko AP doseže sinapso, le 70% možnosti, da se sprosti neurotransmitter

ČUDEŽNA STVARITEV?

- niso največji (slon, neandertalcil)
- ne največji možgansko/telesni kvocient (ptice)
- niso najbolj nagubani (delfini, kiti)
- celice enake kot pri podganah ali črvih

- največji asociacijski korteks

MOŽGANSKE CELICE



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

EDINSTVENOST & BISTVO ČLOVEŠKEGA

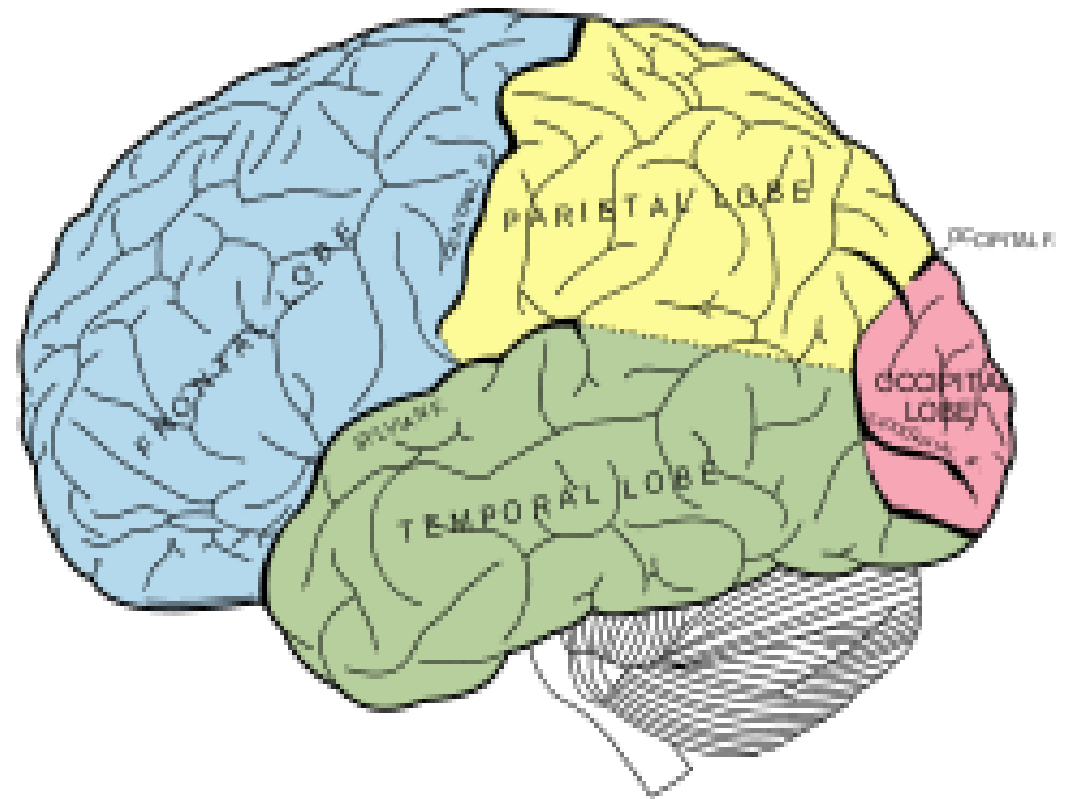
- SPOMIN – VZROČNE POVEZAVE – NAČRTOVANJE
 - KUHANA VISOKOPROTEINSKA HRANA
 - SODELOVANJE – LOV V SKUPINI
 - MIND READING (TEORIJA UMA)
 - EMPATIJA
 - GOVOR & JEZIK & MATEMATIKA
 - UMETNOST & ZNANOST & FILOZOFIJA
 - MORALA

•

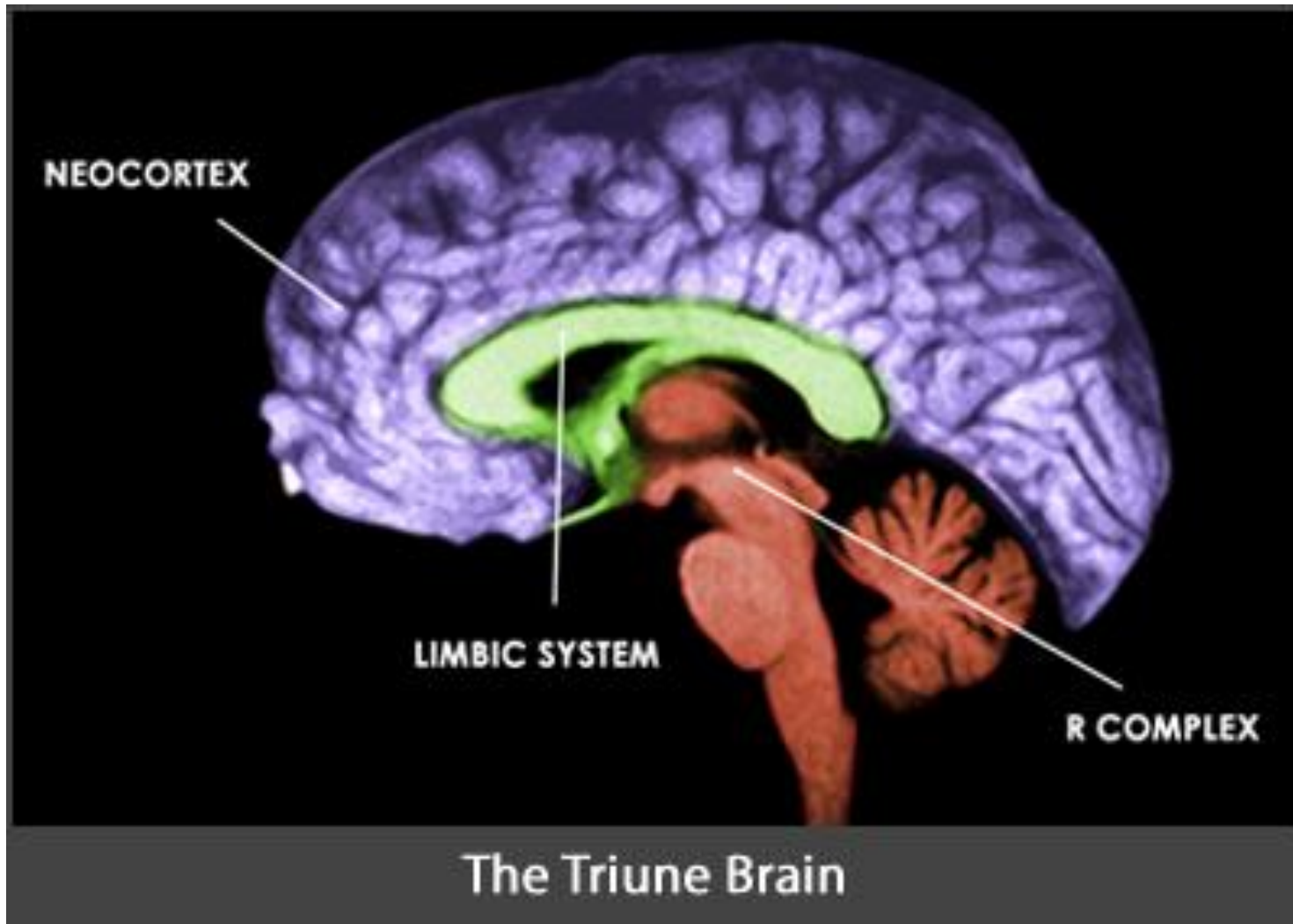
- levo
- desno

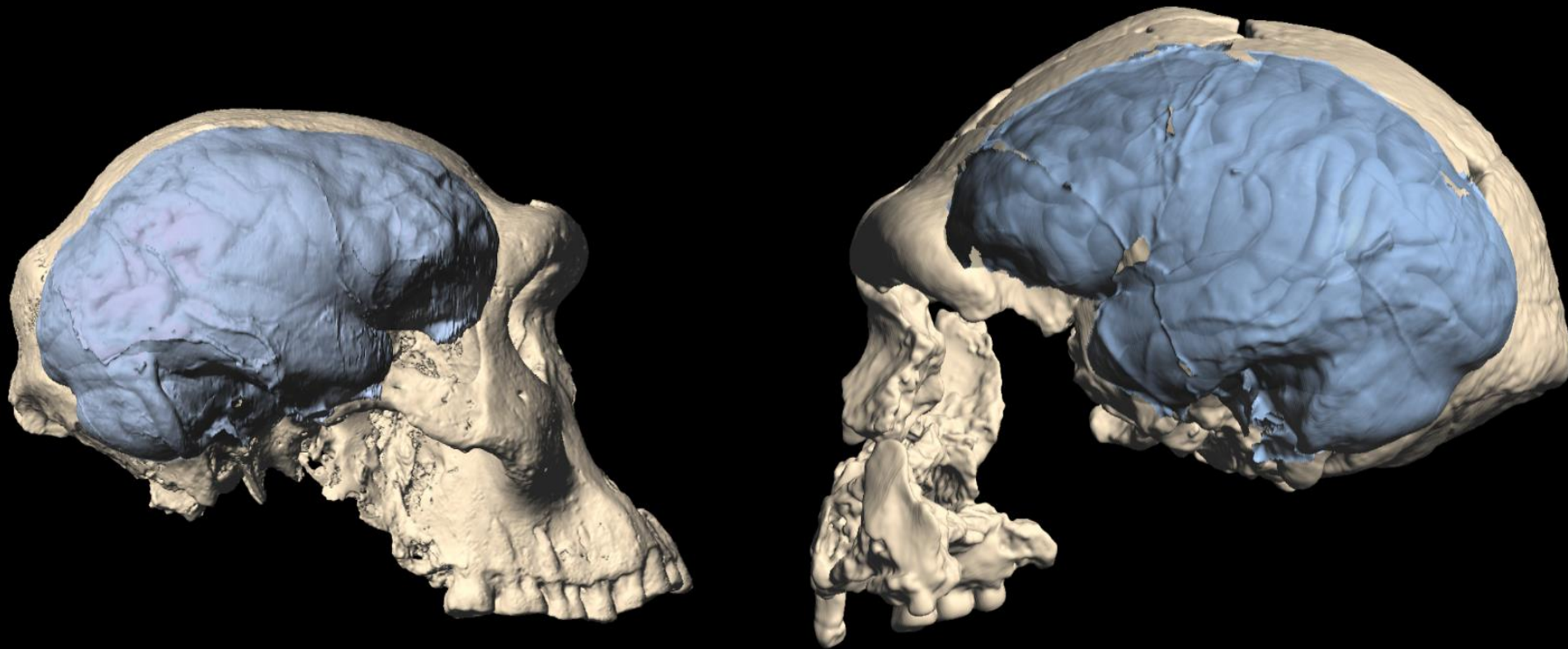
- spredaj
 - frontalni reženj
- zadaj
 - temporalni, parietalni, occipitalni reženj

- površinsko (kortikalno, skorja)
- globoko (subkortikalno)



MOŽGANI PLAZILCEV, SESALCEV, PRIMATOV





LASCAUX



BLOMBOS CAVE JUŽNA AFRIKA, 70.000 p.n.š.



Je Matematika stvaritev Boga, je v temeljih Vesolja, je delo Človeka?

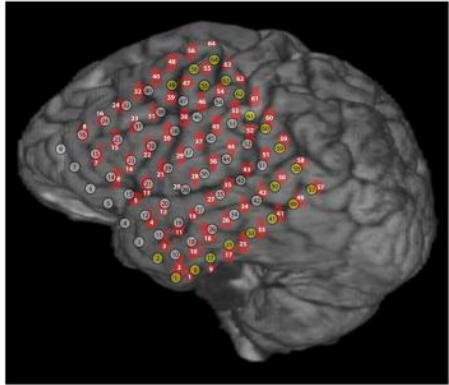
- Matematik Kronecker: *“ Bog je ustvaril cela števila. Vse ostalo je delo človeka.”*
- Wittgenstein: *„Na to ni možen odgovor“*
- Koan: *“Ali je temelj vesolja matematika?” „Mu“*
- *Nevroznanost?*

CHOMSKY vs EINSTEIN

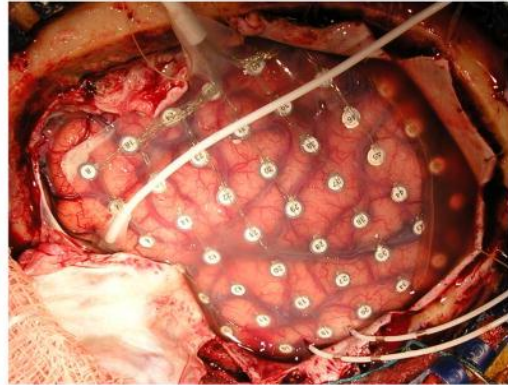


METODE

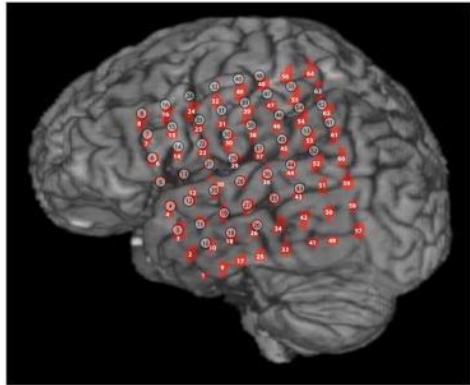
- slikanje možganov (fMR)
- elektrofiziologija (EP)
- otroci
- 'primitivna' plemena
- živali
- bolezni in poškodbe



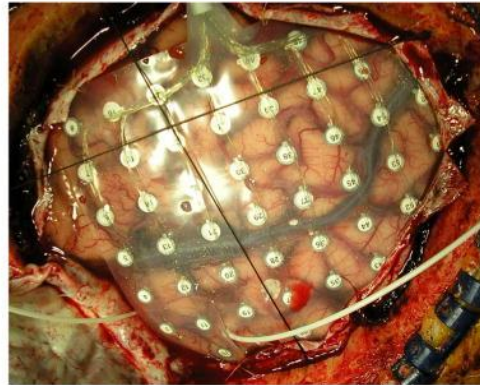
(a)



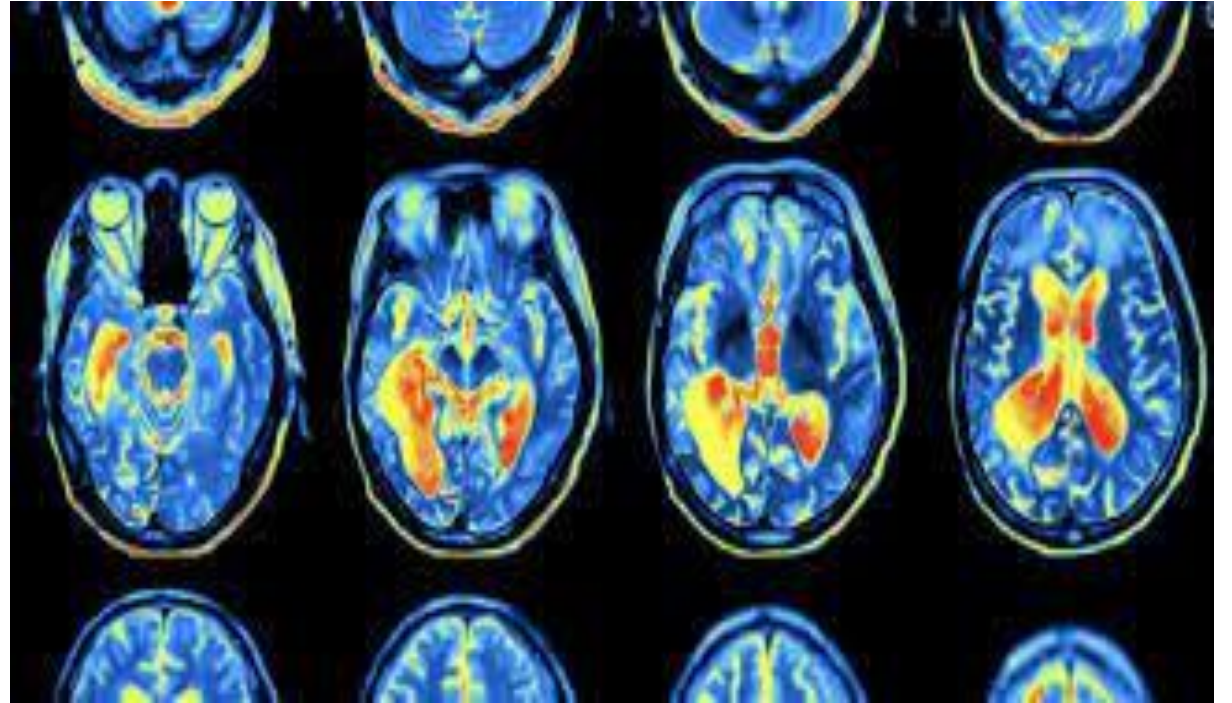
(b)



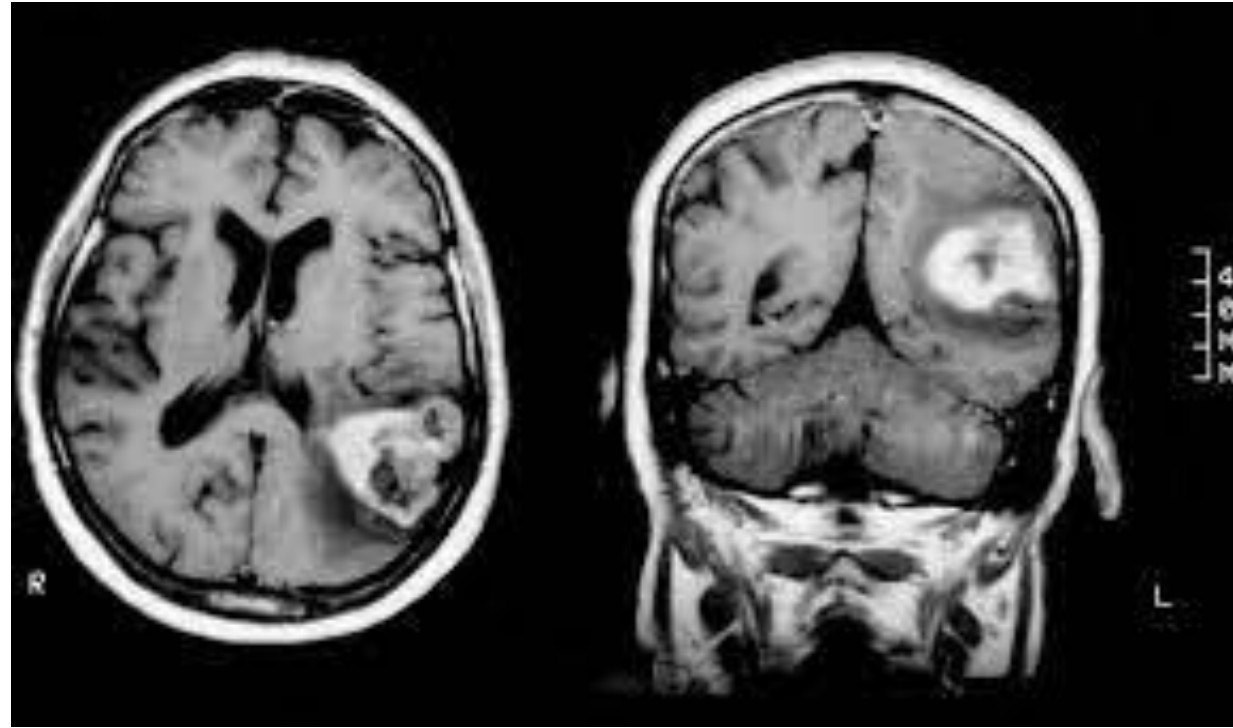
(c)



(d)







CHOMSKY vs EINSTEIN

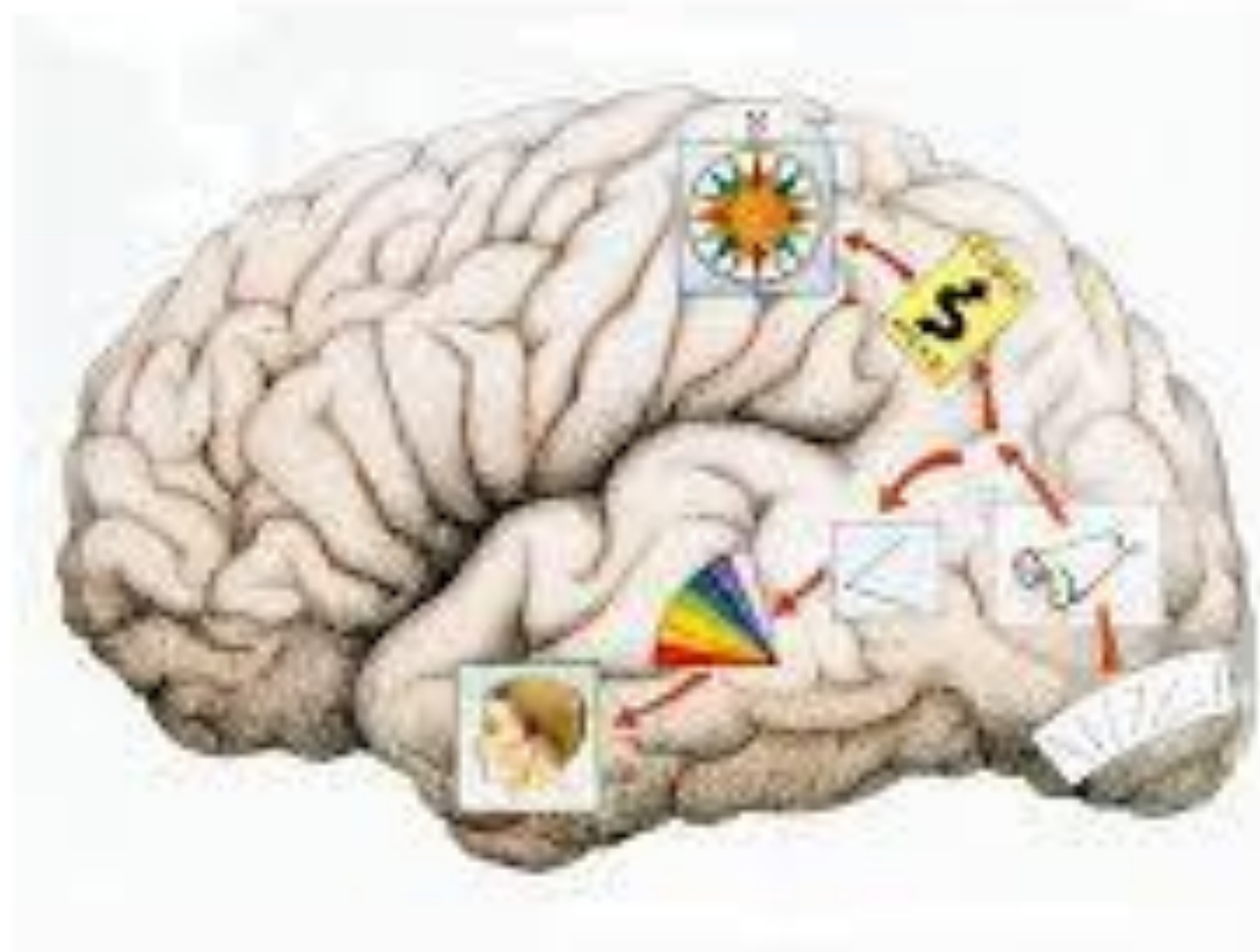


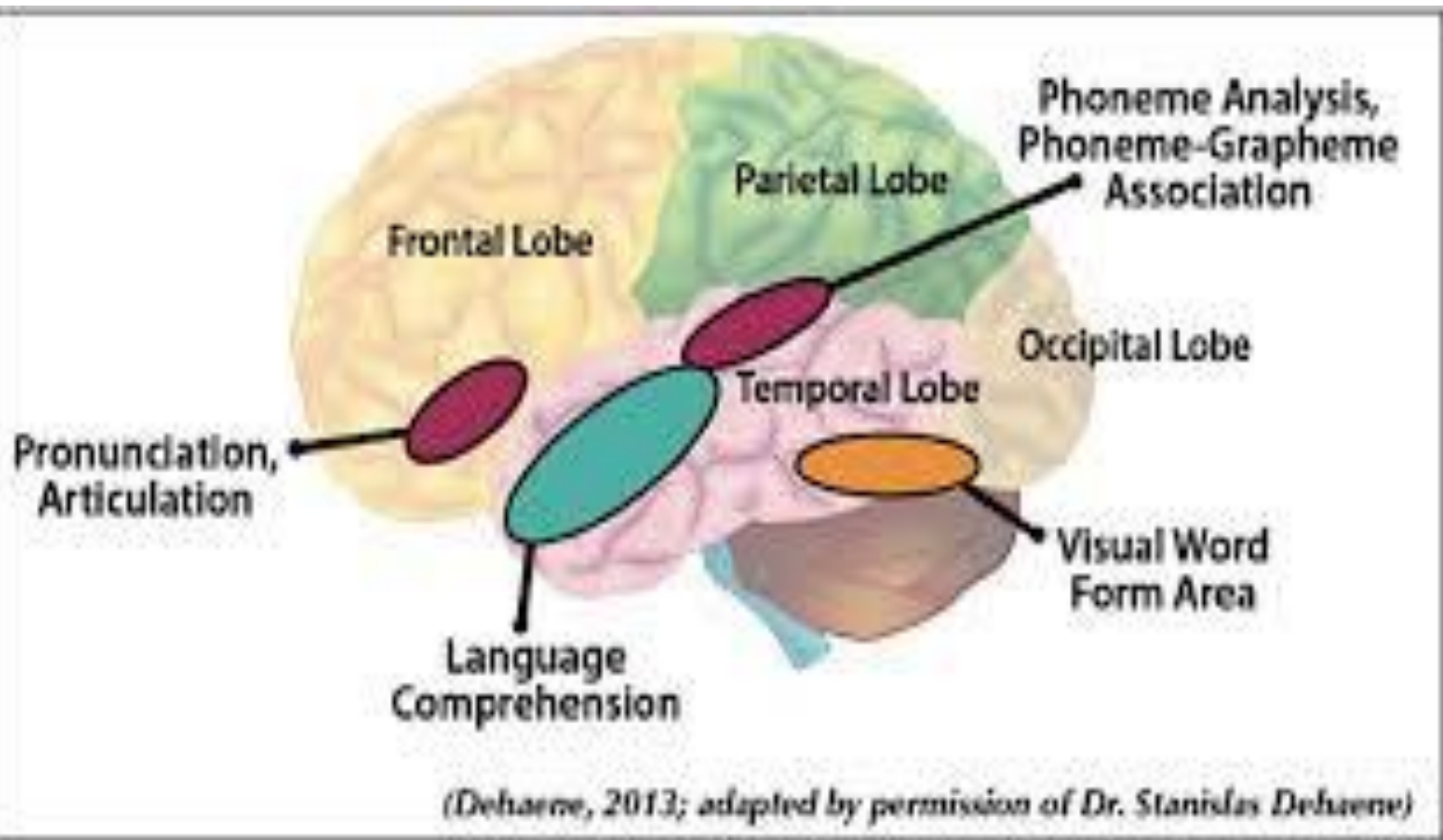
Matematika: vidni sistem, jezikovni sistem, slušni sistem, gibalni sistem

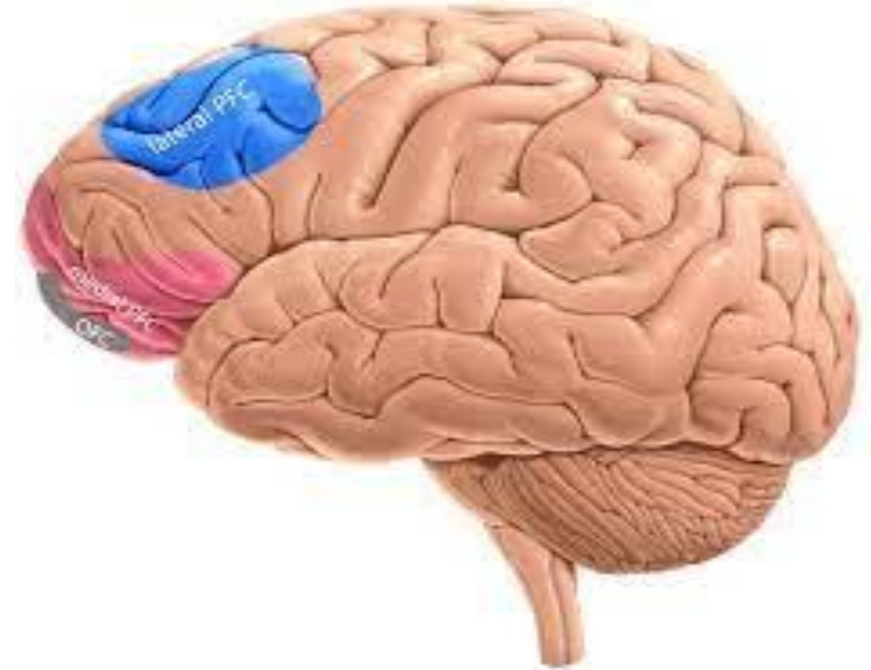
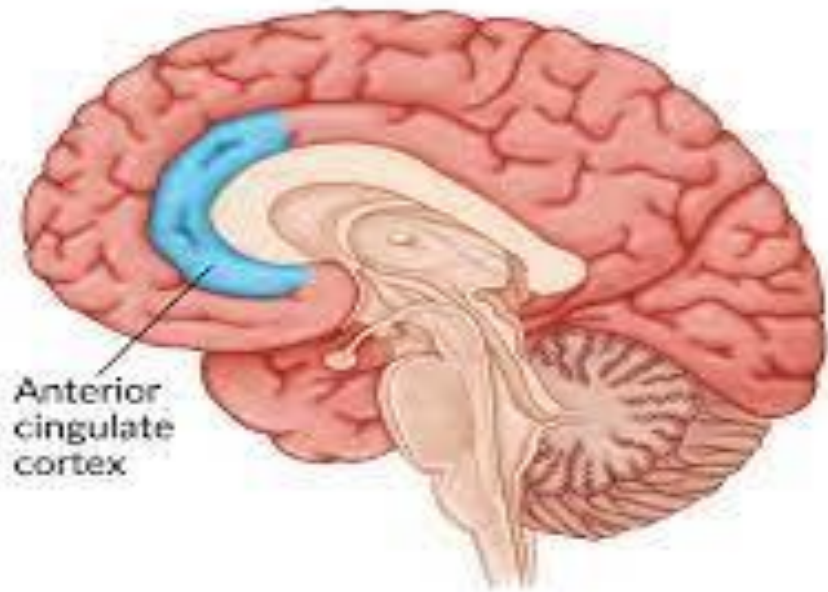
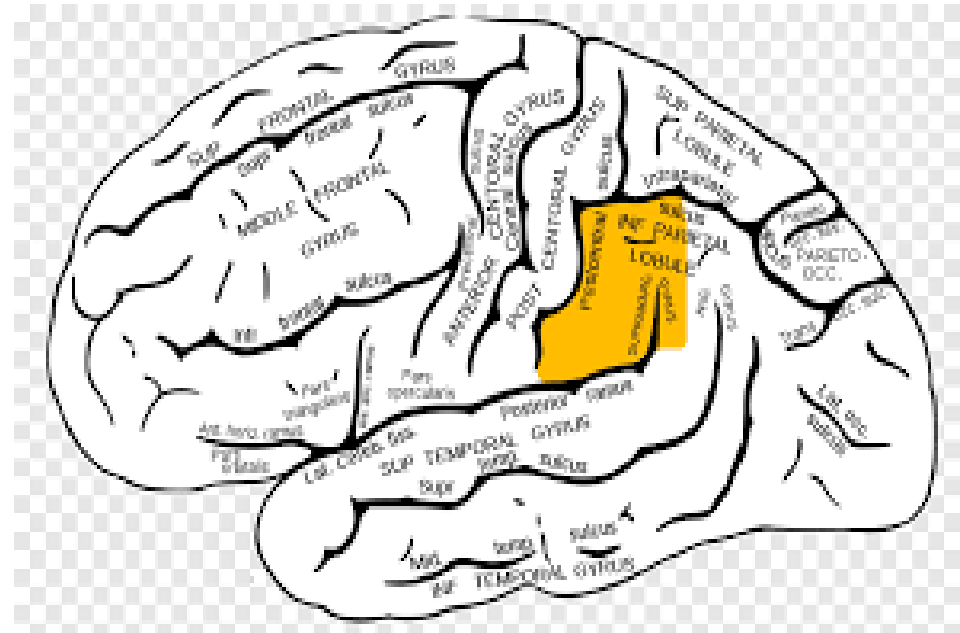
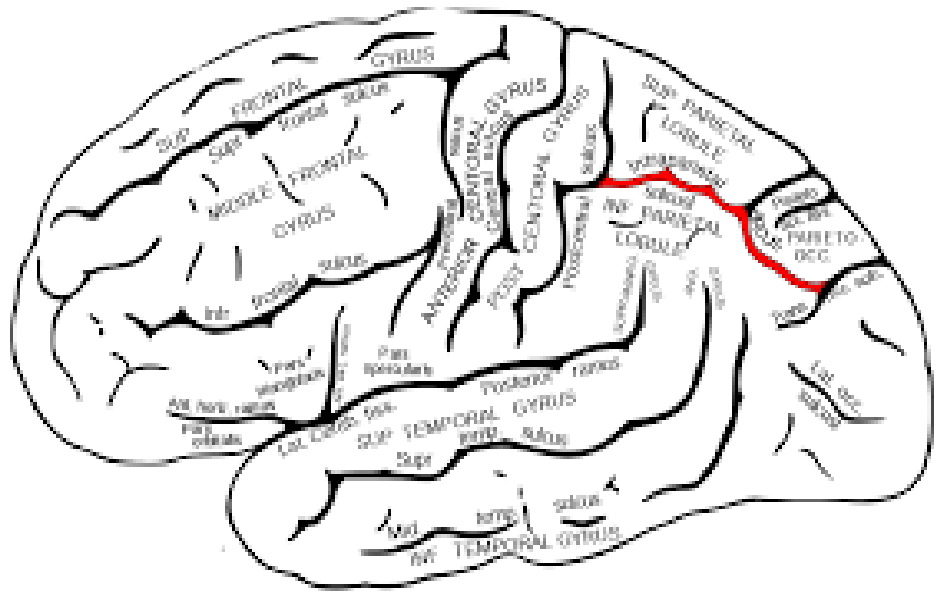
- Proto-numerični sistem (IPS)
- Recitiranje vskladiščениh pravil- IPS
- Dodatno pomen enačbi (IPS+ AG+SMG)
- Proceduralna matematika (ACC) pozornost, nadzor, napake, feedback
- On-line delovni spomin PFC
- Čitanje formul FG
- Prostor (globina IPS)

Preprosto (**3x3**) – kompleksno (**$\csc\theta \times \tan\theta = \sec\theta$**)

What and where pathways



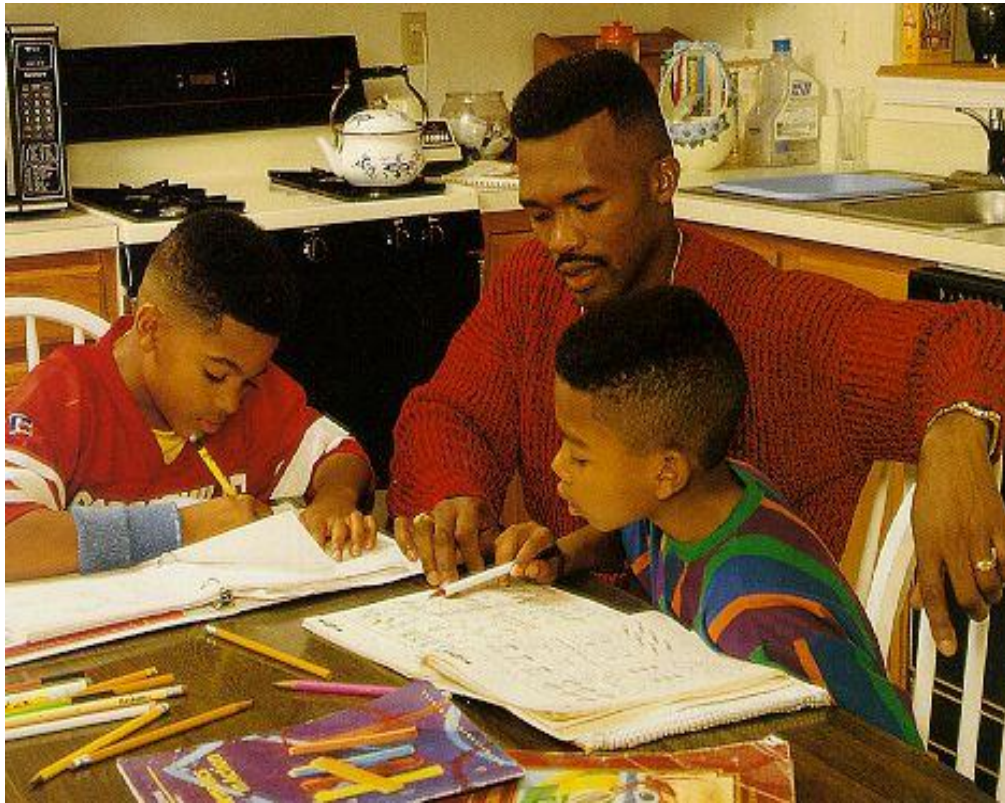




- 'PRIKLICNA MATEMATIKA (IPS + AG + SMG)
- PROCEDURALNA MATEMATIKA (IPC + ACC + PFC – FG)

- MATEMATIKA IN JEZIK
- MATEMATIKA IN PROSTOR

RAZVOJ ŠTETJA PRI OTROCIH

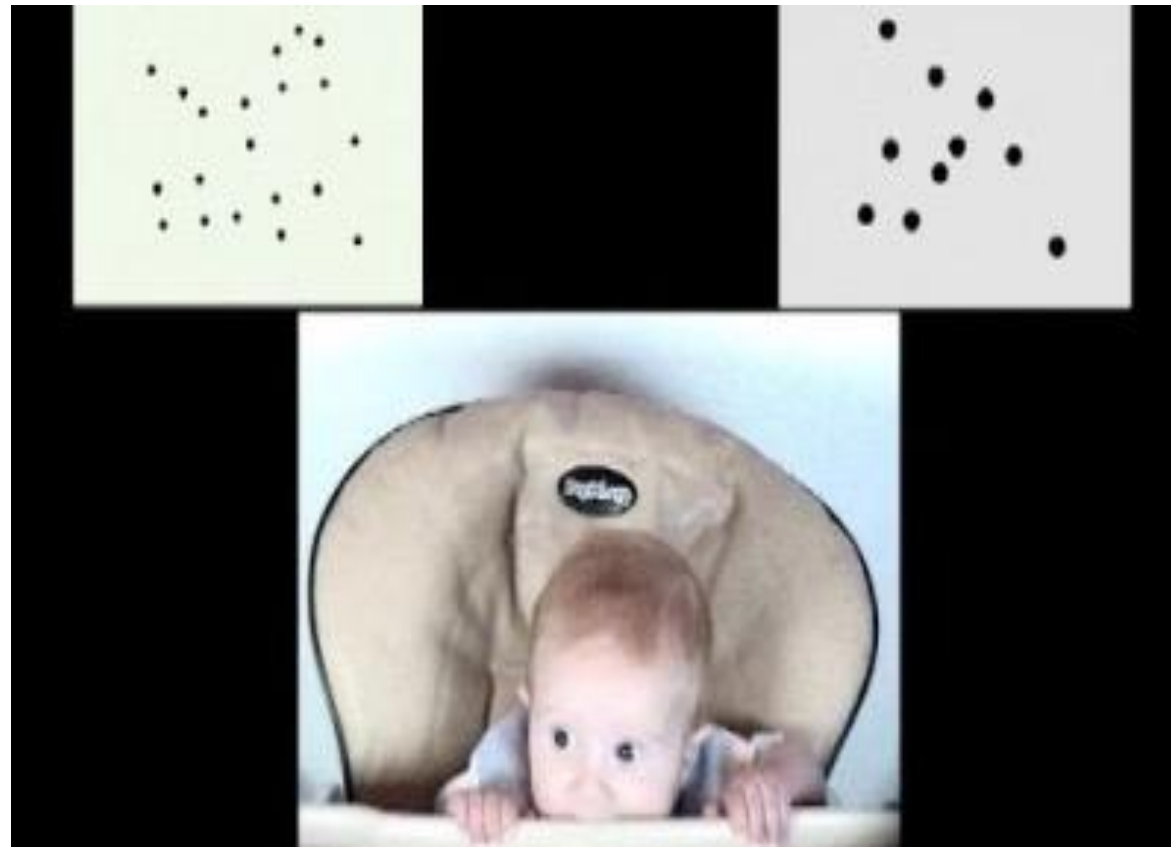


3 sistemi: pre-verbalni protonumerični, verbalni (besede za števila), simboli za števila (npr. arabska)

- pre-verbalni protonumerični sistem takoj po rojstvu
- Zaporedje števil: po 2 letu
- Poimenovanje števil in štetje: okoli 4 leta

PROTONUMERIČNI SISTEM

- https://www.youtube.com/watch?v=7uh8FkR_4OU



- I, II, III, IV

- 1, 2, 3, 4, 5

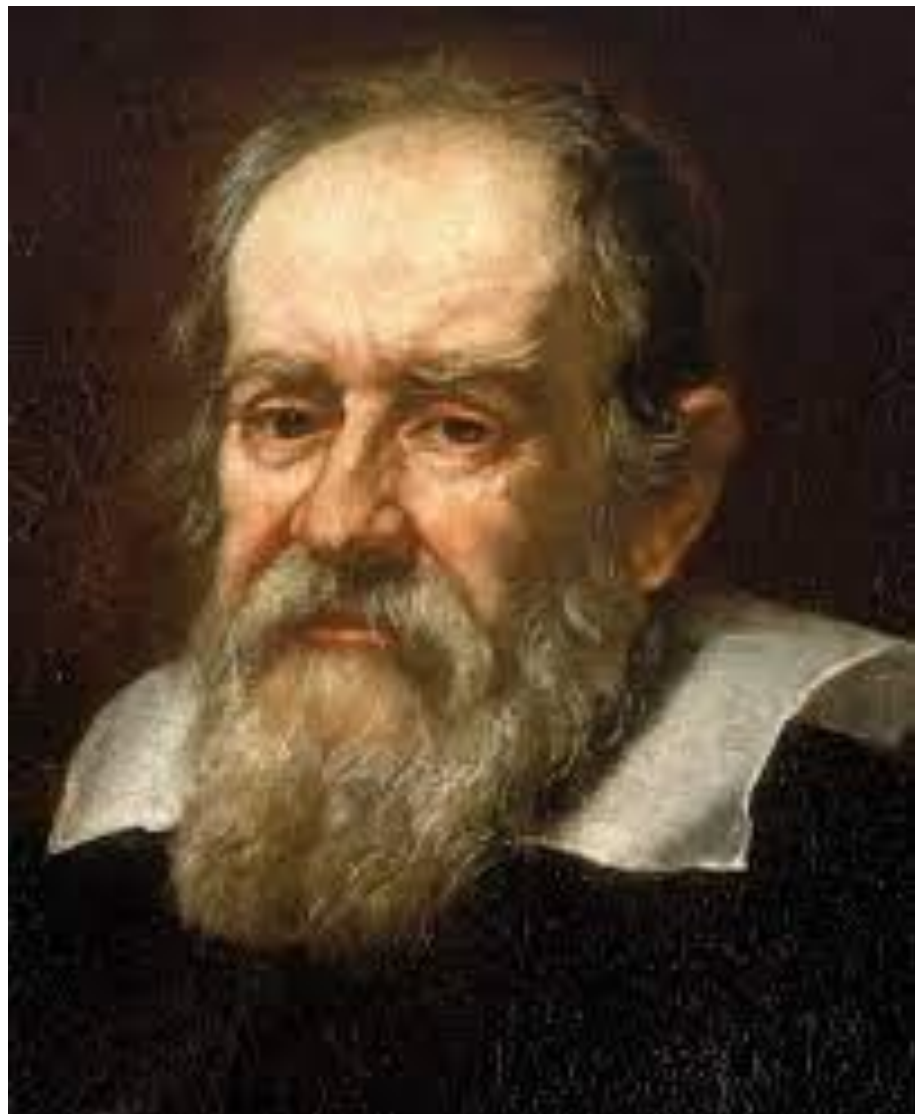
IZ AMBULANTE....

- Kap, demenca: ločeni sistemi motenj jezika in motenj računanja
- Nepismeni dobri matematiki
- Slepi dobri matematiki
- Prozopagnozija bolj pogosta pri matematikih
- Avtizem (Rain man)

CHOMSKY vs EINSTEIN



GALILEO GALILEI



"Matematika je jezik, v katerem je Bog napisal vesolje."