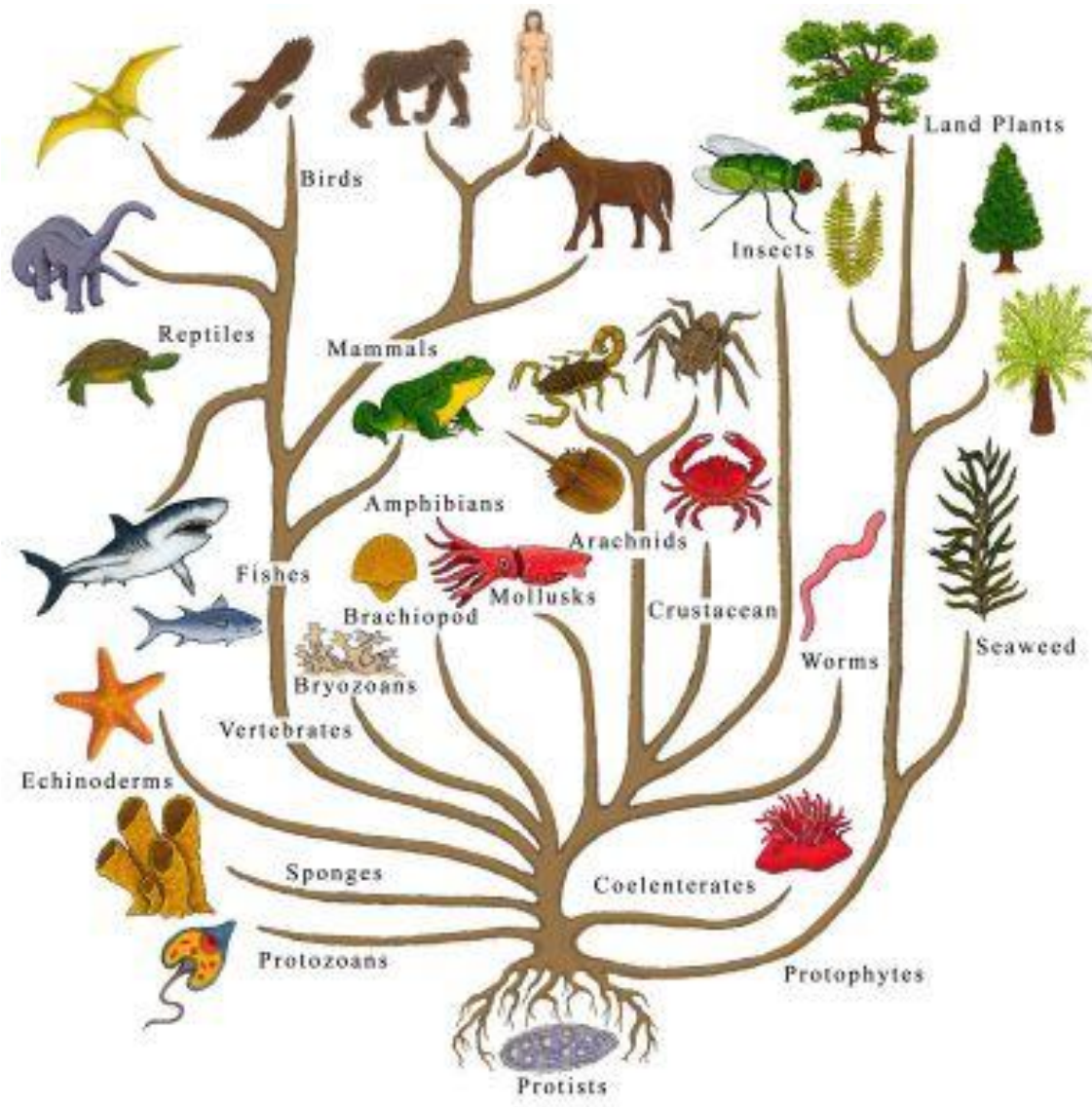
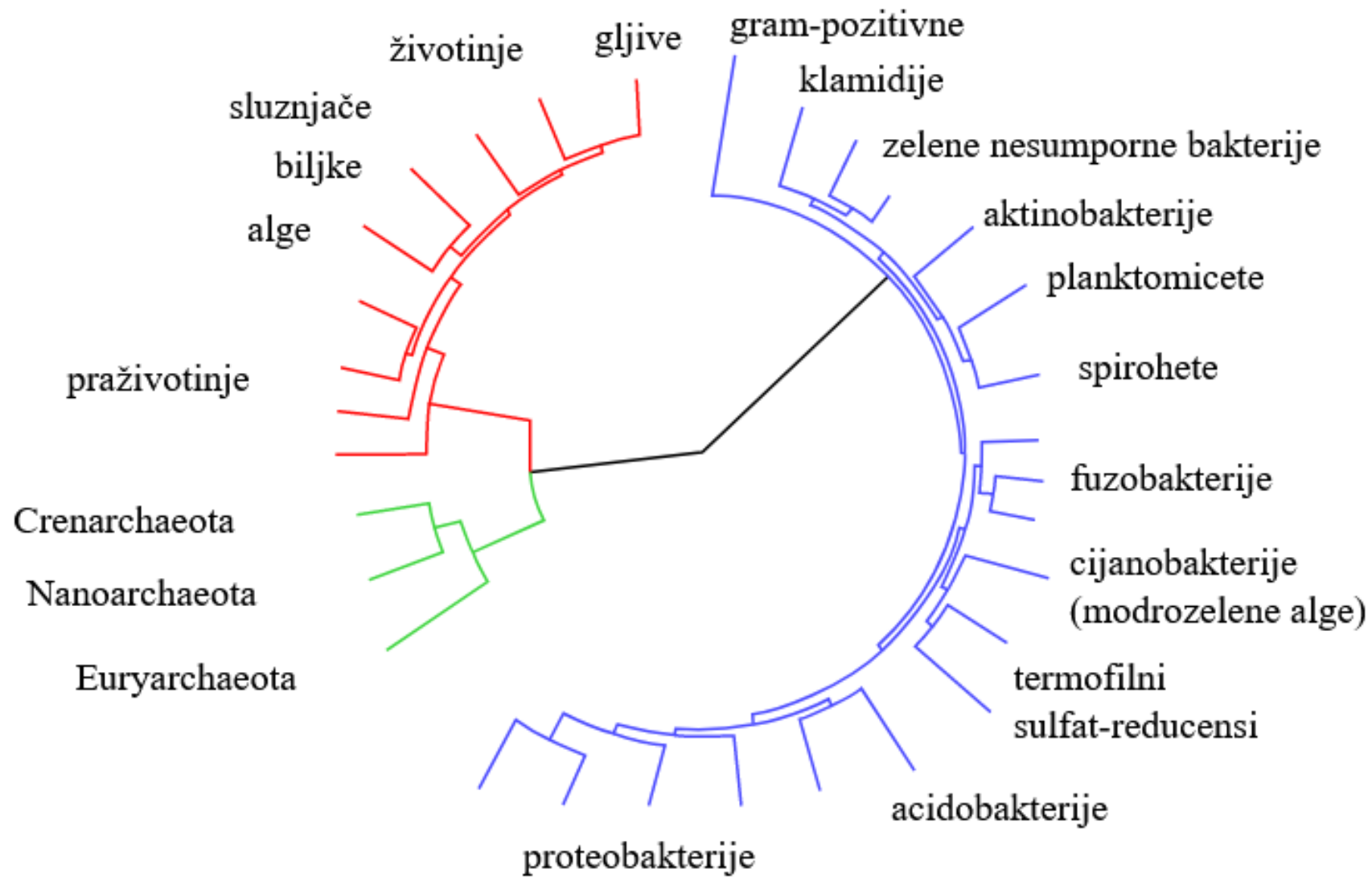




OPĆA PALEONTOLOGIJA

EVOLUCIJA i veza s paleontologijom

Nothing in Biology Makes Sense Except in Light of Evolution.
Theodosius Dobzhansky

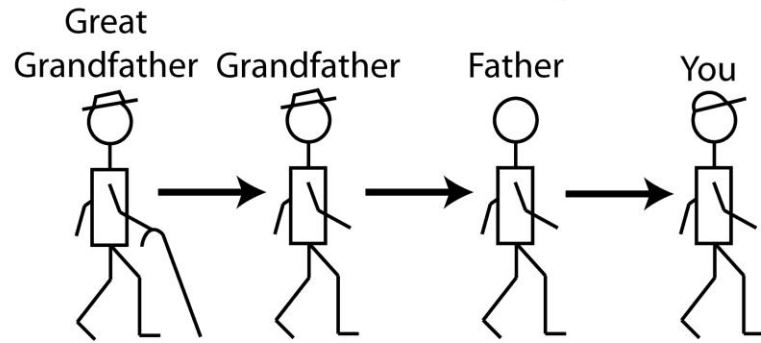


Evolucija

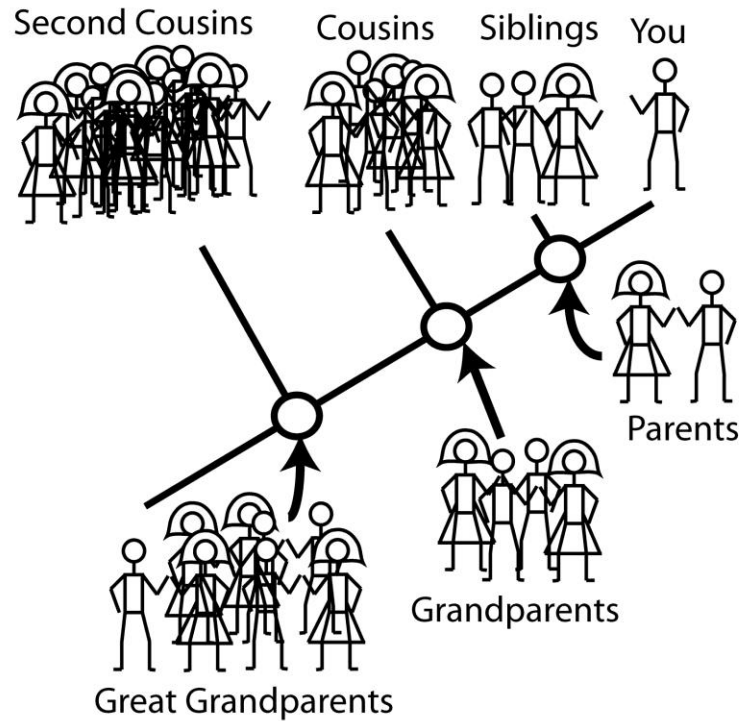
<https://enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=18721> – Evolucija u biologiji:

Skup znanstvenih teorija i hipoteza o nastanku života, o zakonima i **putovima postupnoga razvoja živoga svijeta; razvoj organizama od jednostavnih prema složenima**; razvoj vrste, populacije, ili koje druge više sistematske skupine – filogenija. **U najširem smislu, proces u kojem nizom promjena ili razvojnih stupnjeva živi organizam ili skupina organizama stječe karakteristične morfološke i fiziološke značajke**; teorija po kojoj različiti tipovi životinja i biljaka potječu od drugih preegzistentnih tipova. Ta teorija, prema kojoj se viši oblici života izvode iz nižih, temelji se na opsežnim promatranjima, osobito na područjima **paleontologije, embriologije, poredbene anatomije, genetike, molekularne biologije** (molekularna evolucija), **poredbene fiziologije i životinjskoga ponašanja**.

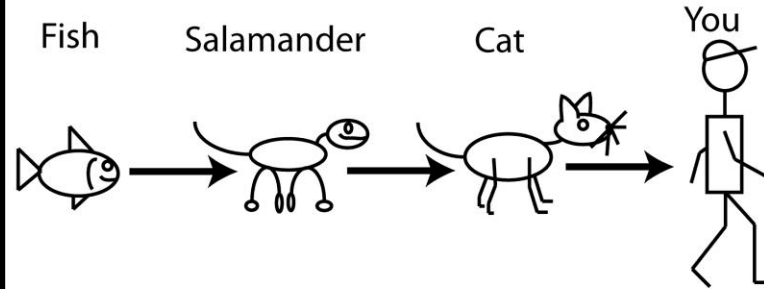
This is NOT Your Family Tree



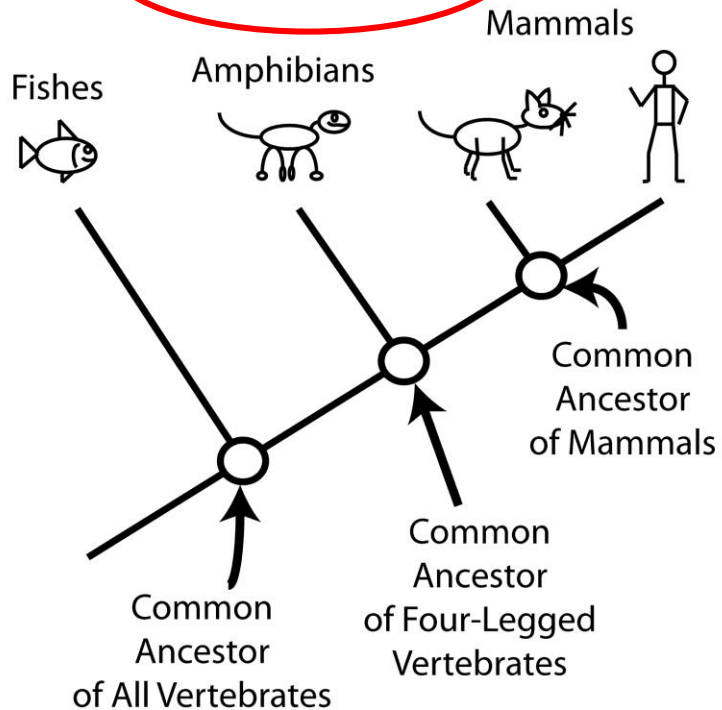
This is Your Family Tree



This is NOT Evolution



This is Evolution



Evolucija – ideje prije Darwina

Životinje i biljke mijenjale su se tijekom dugih vremenskih razdoblja, uz pojavu novih „vrsta”

→ ideje na temelju taksonomije, komparativne anatomije, geografskog rasprostiranja pojedinih vrsta, domestikacije životinja, fosilnog zapisa (nepotpunost!)

- Ideje u staroj Grčkoj (~ 6. – 2. st. pr. n. e.): Aristotel, Arhimed, Empedoklo
- Carl **Linné** (1735.): *Systema naturae*; **kategorizirao** dotad poznate biljke i životinje po načelu „vrsta ima onoliko koliko ih je od početka stvoreno”
- G. L. L. **de Buffon** (1749. – 1788.): *Histoire naturelle*; ideja o **promjeni** vrsta, „sve životinje proizišle od jednoga pretka, koji se tijekom vremena mijenjao i usavršavao te proizveo sve životinjske rodove”
- Jean-Baptiste **Lamarck** (1774. – 1829.): sva živa bića razvila su se **iz primitivnog pretka** te su se tijekom dugog vremena mijenjala i **prilagođavala** fizičkim i biološkim preduvjetima određenog okoliša; ideje o promjenama organa/dijelova tijela temeljem (ne)korištenja
- Darwin i sam ukazuje na prethodna saznanja temeljem geoloških, paleontoloških i bioloških dokaza

Evolucija



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

||i

<https://www.youtube.com/watch?v=GhHOjC4oxh8>



<https://www.youtube.com/watch?v=dyiZaHIRM6w>

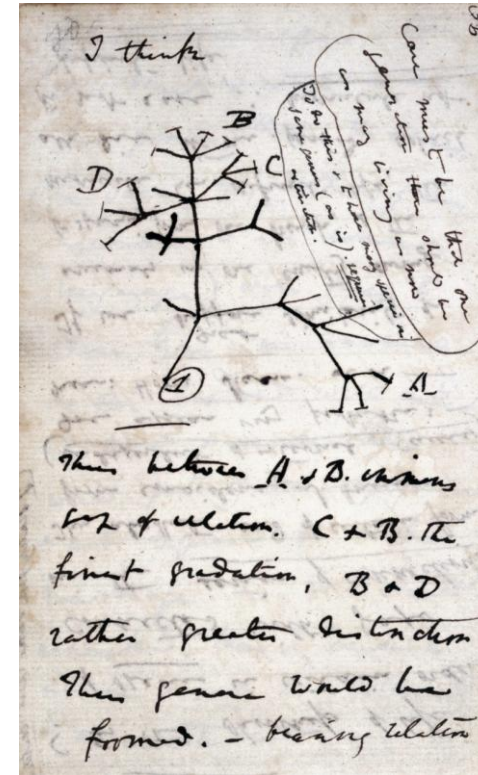
Evolucija na makro- i mikroskali

- **MAKROEVOLUCIJA** – odnosi se na značajnije promjene koje se događaju tijekom dužeg vremenskog razdoblja; npr. nastanak nove vrste
- **MIKROEVOLUCIJA** – odnosi se na manje promjene koje utječu na npr. jedan ili više gena i na taj utječu na određenu populaciju u kraćem vremenskom razdoblju
 - Mutacije
 - Protok gena
 - Genetski pomak
 - Prirodna selekcija
- Povezanost procesa: iako se radi o različitim vremenskim periodima, ponavljajuće mikroevolucijske promjene (kroz tisuće ili milijune godina) mogu dovesti do makroevolucijskih promjena

Evolucija – Charles Darwin

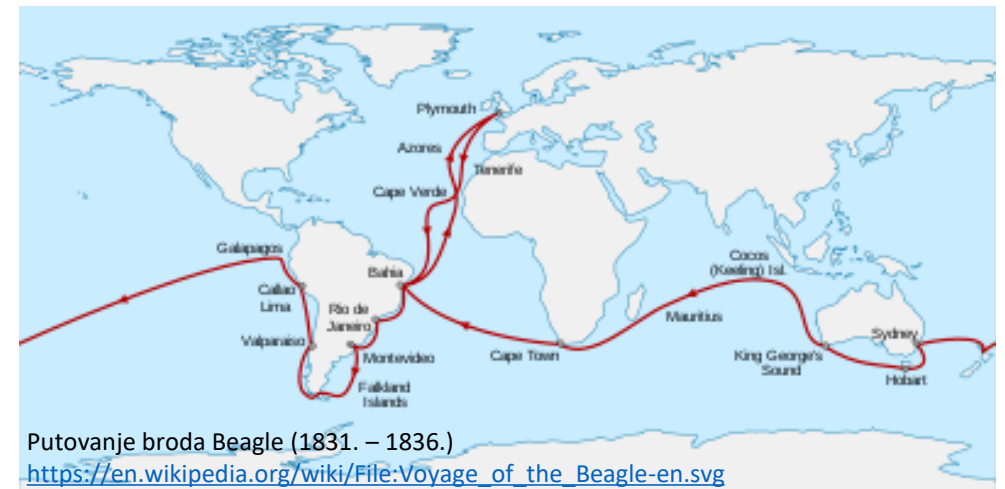
- Darwin kao prirodoslovac, geolog i biolog
- Putovanje brodom Beagle; istraživanja na Galapagosu
- Svi oblici života podrijetlom od **zajedničkog pretka** → razgranati slijed kao rezultat prirodne selekcije, u kojoj borba za opstanak ima sličan učinak kao i umjetna selekcija uključena u selektivni uzgoj
- **Prirodni odabir** kao neslučajni proces kojim određene biološke značajke nestaju iz populacije tijekom vremena kao posljedica slabije **prilagođenosti** uvjetima života nositelja tih značajki
- **Kompeticija** između jedinki iste vrste kako bi preživjeli i razmnožavali se
- **Charles Darwin (1859):** *Postanak vrsta (On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life)*

ISTRAŽITE! 😊



Charles Darwin (1809. – 1882.)

https://en.wikipedia.org/wiki/File:Darwin_Tree_1837.png



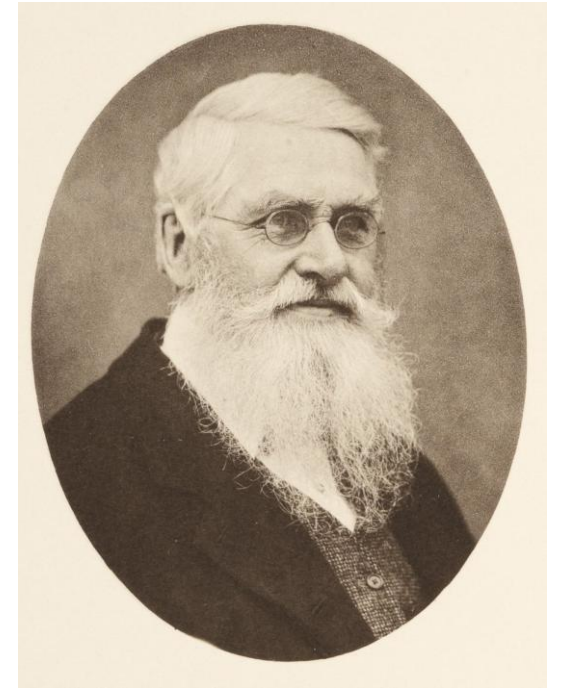
Putovanje broda Beagle (1831. – 1836.)

https://en.wikipedia.org/wiki/File:Voyage_of_the_Beagle-en.svg

Evolucija – Alfred Russel Wallace

- Došao do sličnih zaključaka o prirodnoj selekciji kao i Darwin
- Zaključci o promjeni vrsta tijekom vremena – evoluciji, još 1855. g., ali bez objašnjenja kako; 1858. g. objasnio prilagođavanje vrsta okolišu u kojem žive te o svojim razmišljanjima o evoluciji obavijestio Darwina → često zaboravljen doprinos Wallacea teoriji evolucije
- Naglašavao utjecaj okoliša na vrste da se prilagode lokalnim uvjetima – razlike između populacija na različitim lokacijama → geografske barijere
- Istraživanja na području Amazone i Indo-australskog arhipelaga
- Wallace-ova linija → odvaja australsku i južnoazijsku faunu

ISTRAŽITE! 😊



Alfred Russel Wallace
(1823. – 1913.)



Evolucija – Charles Darwin i Alfred Russel Wallace

- Teorija evolucije ne objašnjava kako je život nastao, ali objašnjava raznolikost života na Zemlji
- Iz teorije evolucije proizlazi i Darwinova teorija o postojanju univerzalnog **zajedničkog pretka** svih živih organizama, oblika koji je živio prije 3,5 – 3,8 mlrd. g.
- Vrste se **razmnožavaju** brže nego što je to potrebno kako bi održale brojnost; unatoč tome populacije održavaju stabilnost
- Među jedinkama i vrstama mora postojati **kompeticija**, borba za opstanak (za hranu, životni prostor, partnera), da bi se svojstva prenosila dalje na potomke
- Unutar vrsta postoje mnogobrojne **varijacije**, koje se nasljeđuju
- Najbolje prilagođeni u određenom okolišu su oni koji će preživjeti i razmnožavati se. Dobre se karakteristike tako prenose na potomstvo
→ teorija evolucije putem **prirodnog odabira**, varijacije pod utjecajem vanjskih i unutarnjih čimbenika



DARWIN-WALLACE MEDAL
1st July, 1908.

Dokazi evolucije:

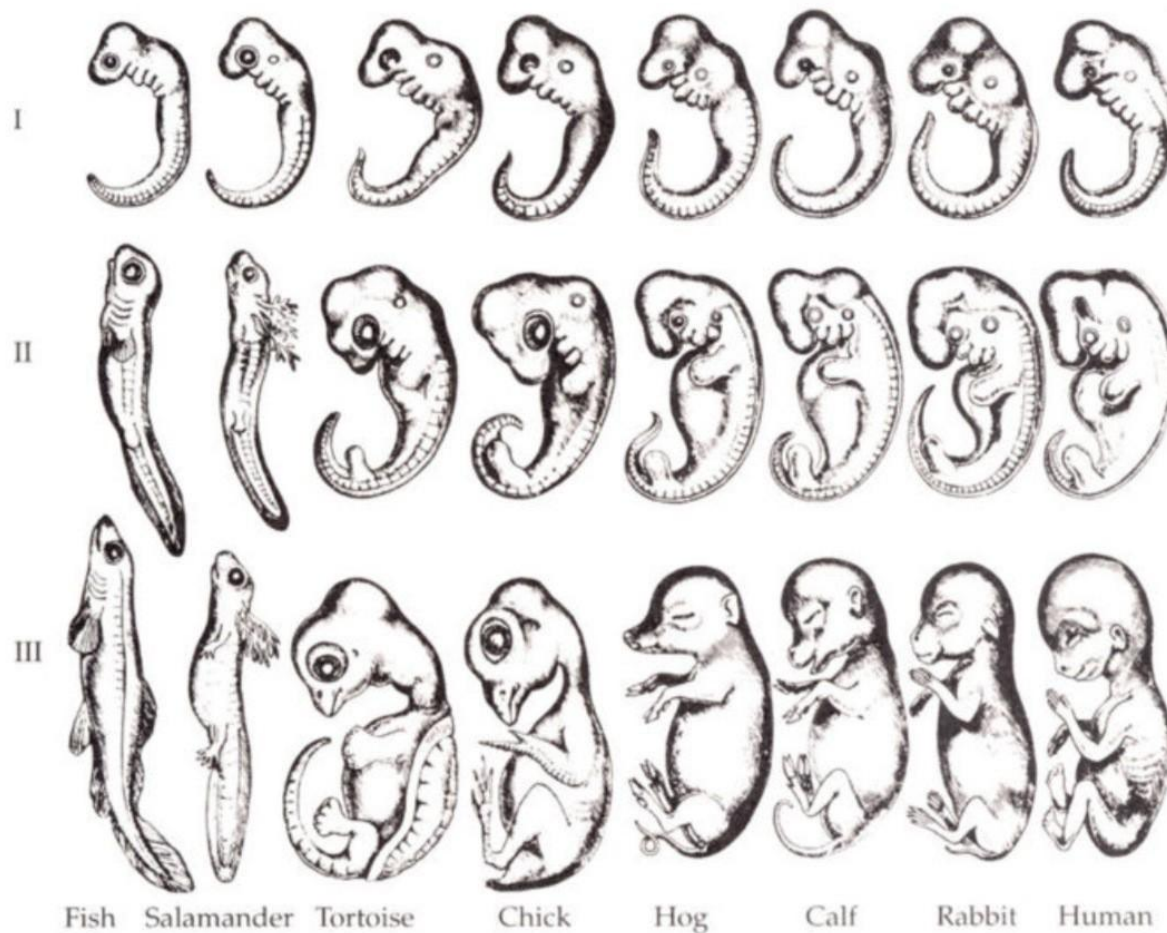
Komparativna embriologija

Haeckelov osnovni biogenetski zakon

- Tijekom ontogenetskog razvoja jedinka ponavlja filogenetski razvoj skupine
- Vidljivo i kod nekih jednostaničnih organizama (foraminifere)
- Svi kralježnjaci u fazi embrija imaju škrge!

Van Baer-ov zakon o embrionalnom razvoju

- Generalne osobine organizama razvijaju se još u embrionalnoj fazi, kasnije dolazi do specijalizacije

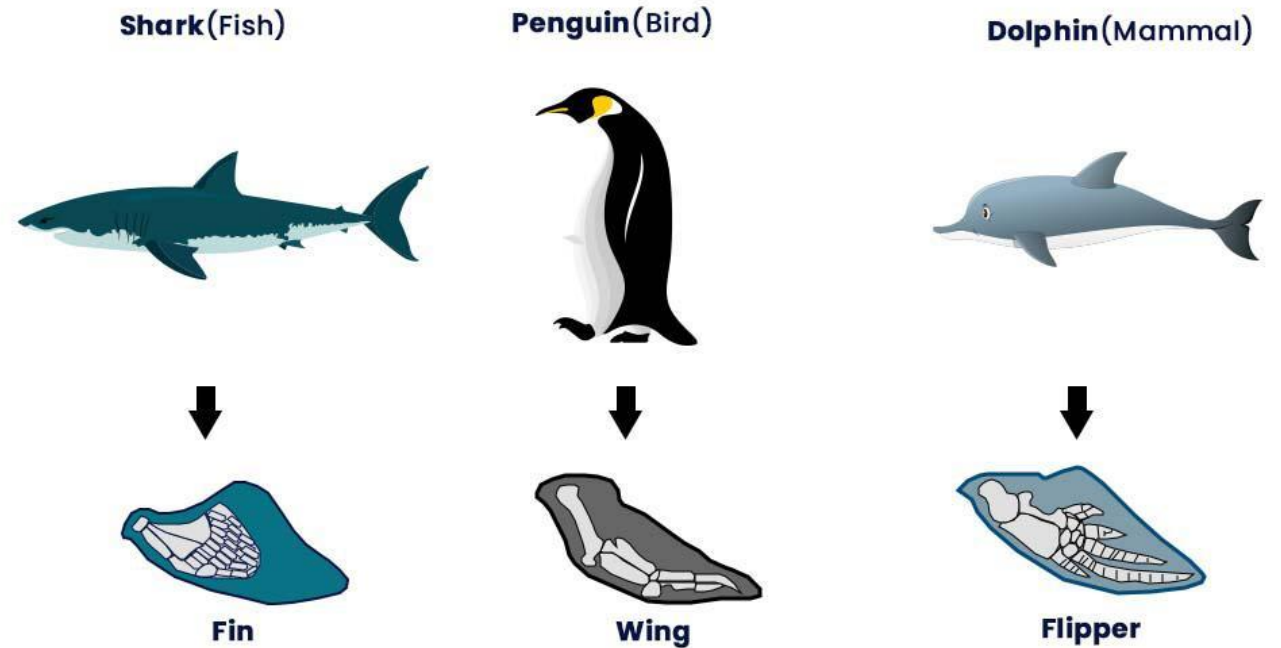


Ernest Haeckel: ontogenija prikazuje filogeniju; <https://medium.com/hackernoon/phylogeny-ontogeny-and-blockchain-34147540cbfc>

Dokazi evolucije:

Analogne strukture

- Strukture/dijelovi tijela različitih organizama koji nisu podrijetlom od zajedničkog pretka, već su se razvile kao odgovor na okolišne uvjete i promjene
- Konvergentna evolucija (npr. dupini, morski psi i izumrli morski gmazovi)

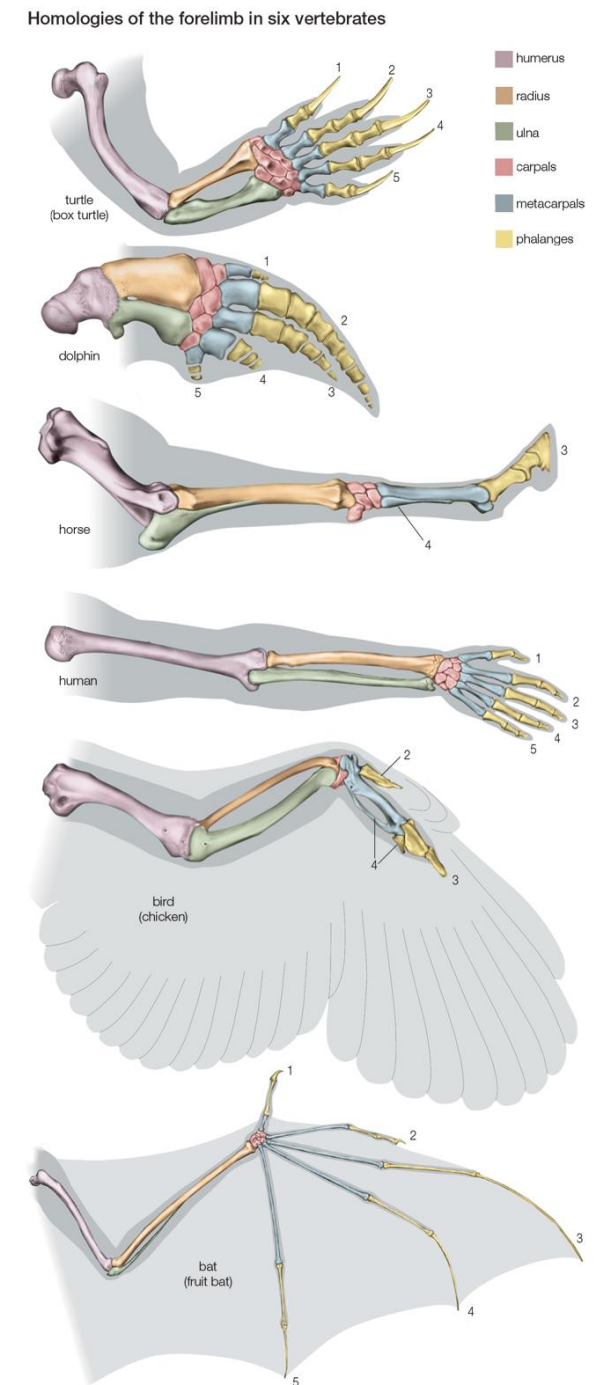


<https://www.geeksforgeeks.org/what-are-analogous-structures/>

Dokazi evolucije:

Anatomija – Homologne strukture

- Iste kosti sačinjavaju ekstremitete kod kralježnjaka
- Strukturno slični, ali s različitim funkcijama
- Divergentna evolucija – dokaz zajedničkog pretka



Dokazi evolucije:

Rudimentarni organi (*vestigial organs*)

- Organi koji su izgubili funkciju i značaj tijekom evolucije
- Npr. zakrčljala krila – gubitak mogućnosti leta nekih ptica na otocima; udovi zmija i kitova(?), „rep” čovjeka

(prema novijim istraživanjima kitovi nemaju zakrčljale udove već su to zdjelične kosti za potporu reproduktivnim organima – <https://www.icr.org/article/8363/>)



Dollov zakon o ireverzibilitetu

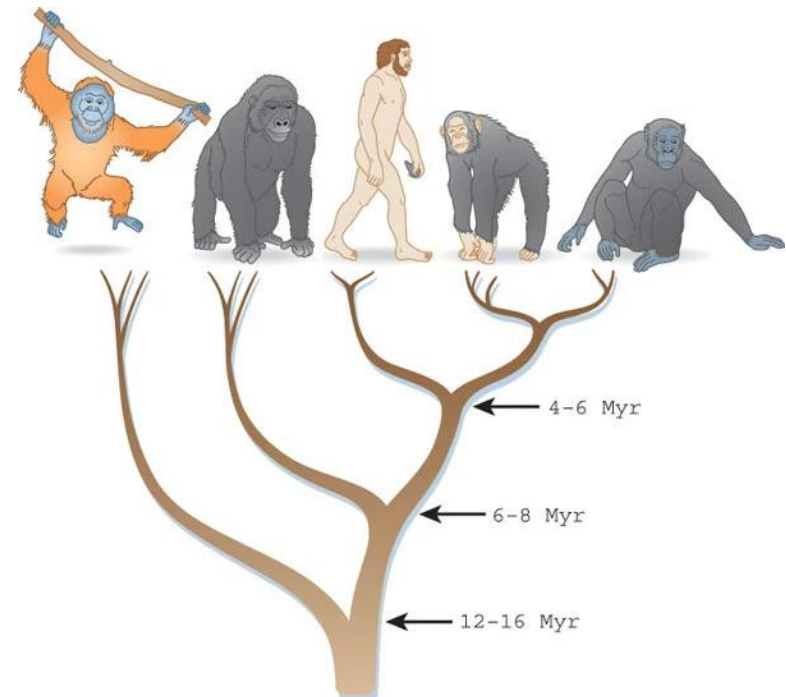
- Ukoliko zakrčlja neki od organa u tijelu, ne može mu se vratiti prvotna funkcija
- Slijepo crijevo kod čovjeka?

Dokazi evolucije: Molekularna biologija

- Nasljeđivanje DNA i genetskog koda
- Određivanje srodnosti organizama temeljem usporedbe DNA
- Moguće manje promjene prilikom kopiranja DNA

Usporedba sličnosti ljudske DNA s DNA	% odstupanja u odabranom slijedu DNA
Čimpanze	1,7
Gorile	1,8
Orangutana	3,3
Gibona	4,3

https://faculty.uca.edu/johnc/introduction_to_darwinian_evolut.htm



<https://www.nature.com/articles/nature01400>

Dokazi evolucije: Biogeografija

- Rasprostranjenost pojedinih vrsta
 - Posebne karakteristike prostorno izdvojenih vrsta
- Utjecaj evolucije i promjena kroz geološku prošlost

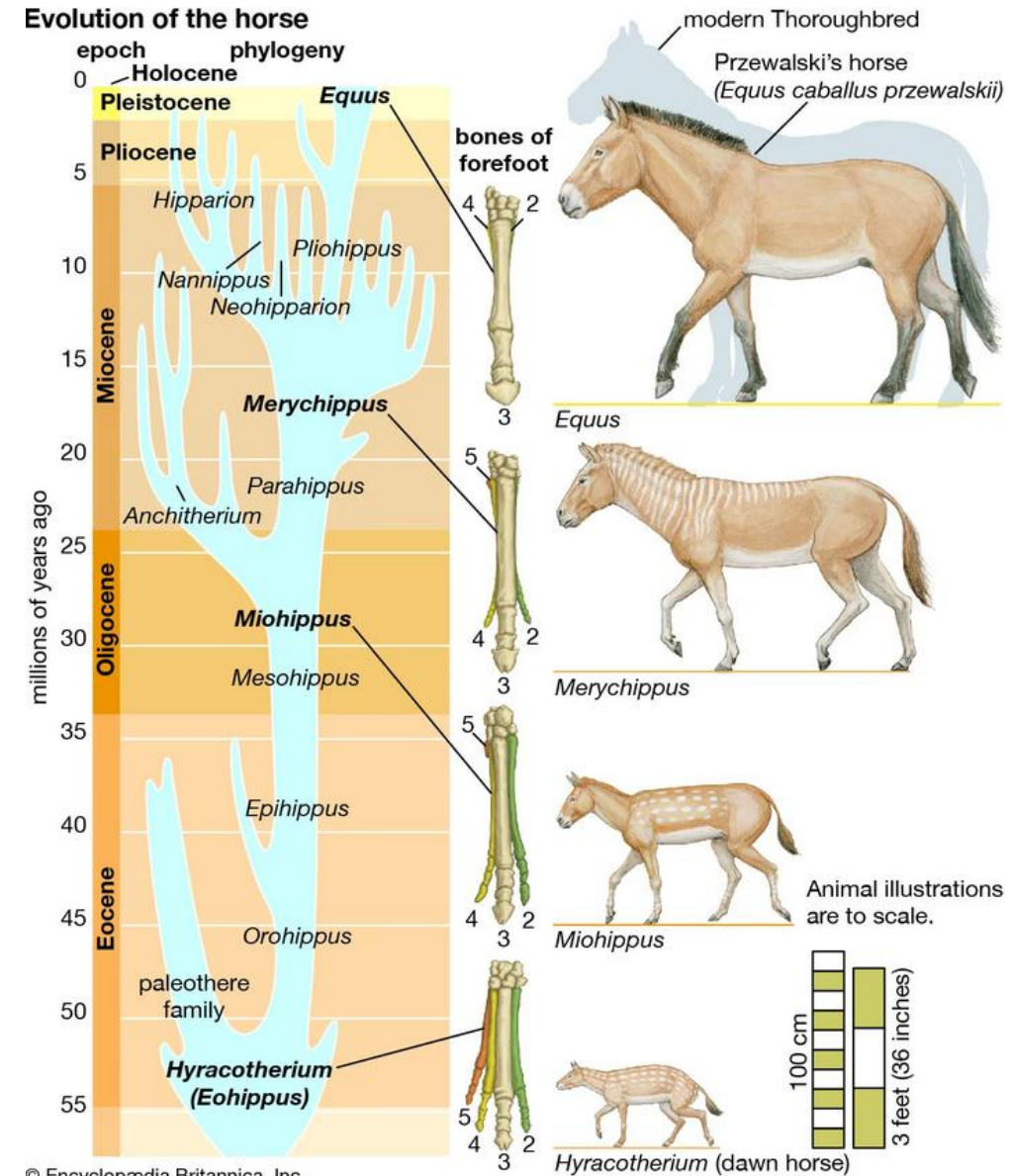


Dokazi evolucije: Fosili

- Direktni „zapis” prethodno postojećih vrsta i usporedba s današnjim životnim oblicima

Deperetova teorija o povećanju rasta tijekom filogenije

- Mnogi organizmi tijekom filogenije postaju postupno veći
- Razvojni niz konja
- Dosta iznimaka



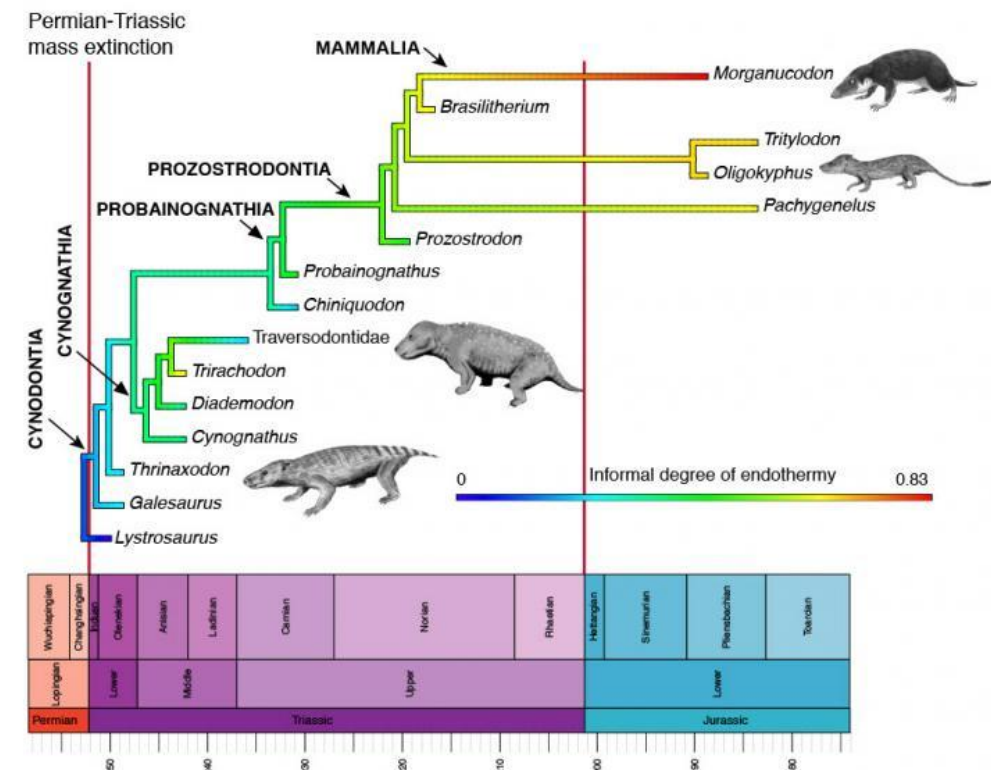
Dokazi evolucije: Fosili

Cuvierov zakon o korelaciji organa

- Iako su organi međusobno neovisni, opstanak vrste ovisi o međudjelovanju organa
- Ukoliko dođe do promjene jednog organa ista izaziva reakciju na cijelom organizmu
- Npr. probavni sustav mesojeda, a tijelo biljojeda +

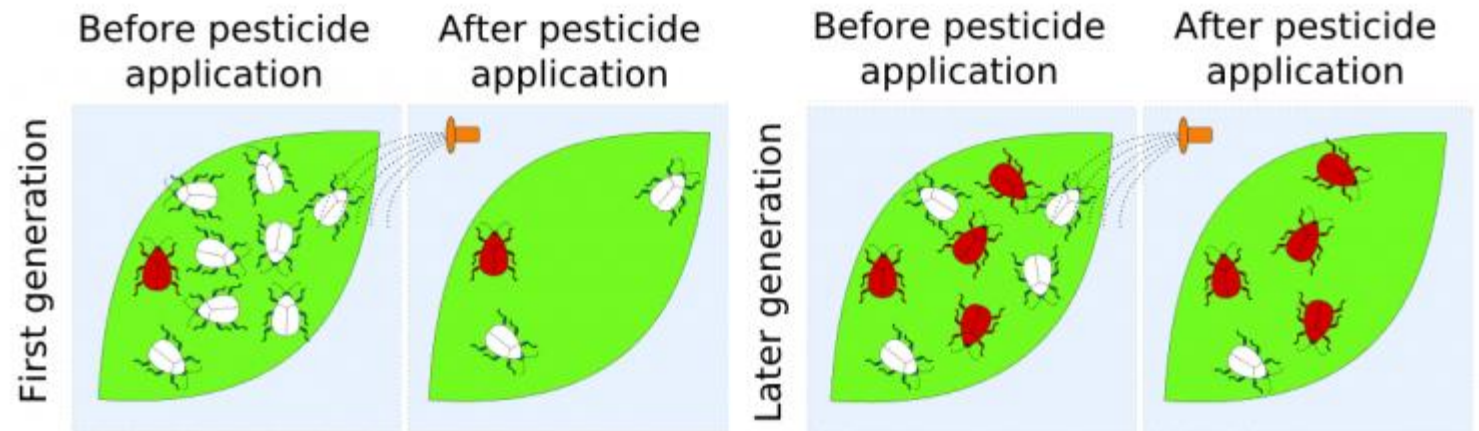
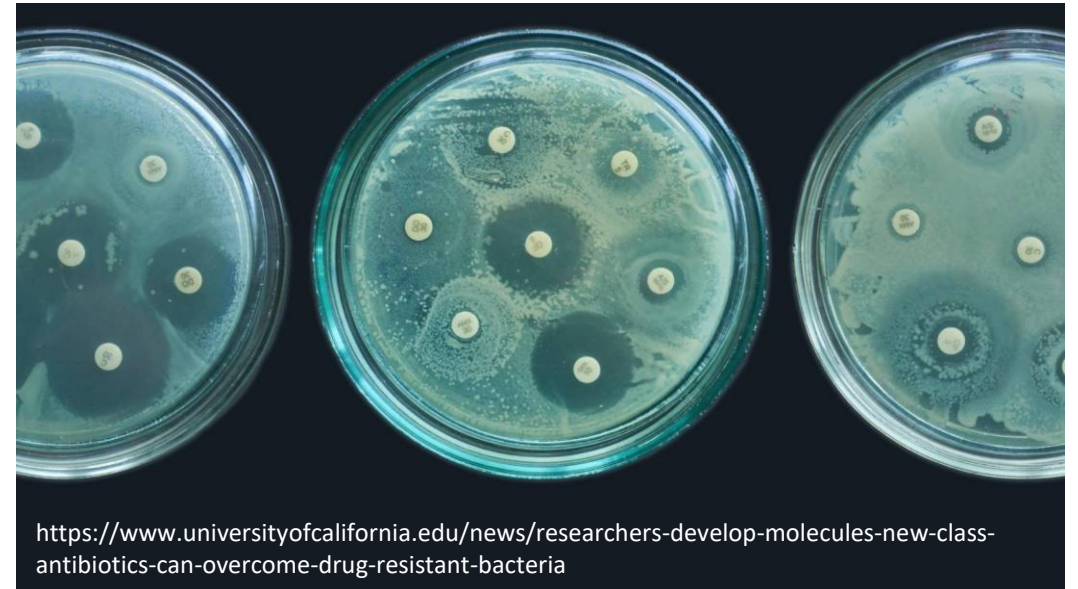
Copeov zakon o specijalizaciji

- Organi i organizmi koji su visoko specijalizirani teže se prilagođavaju promjenama okoliša
- Izumiranja i preživljavanje jednostavnijih oblika



Dokazi evolucije koja i dalje traje: Direktno promatranje

- Utjecajem na kratko živuće vrste možemo promatrati kako se prilagođavaju ili nestaju
- Npr. utjecaj pesticida na životinje
- Npr. otpornost bakterija na pojedine antibiotike

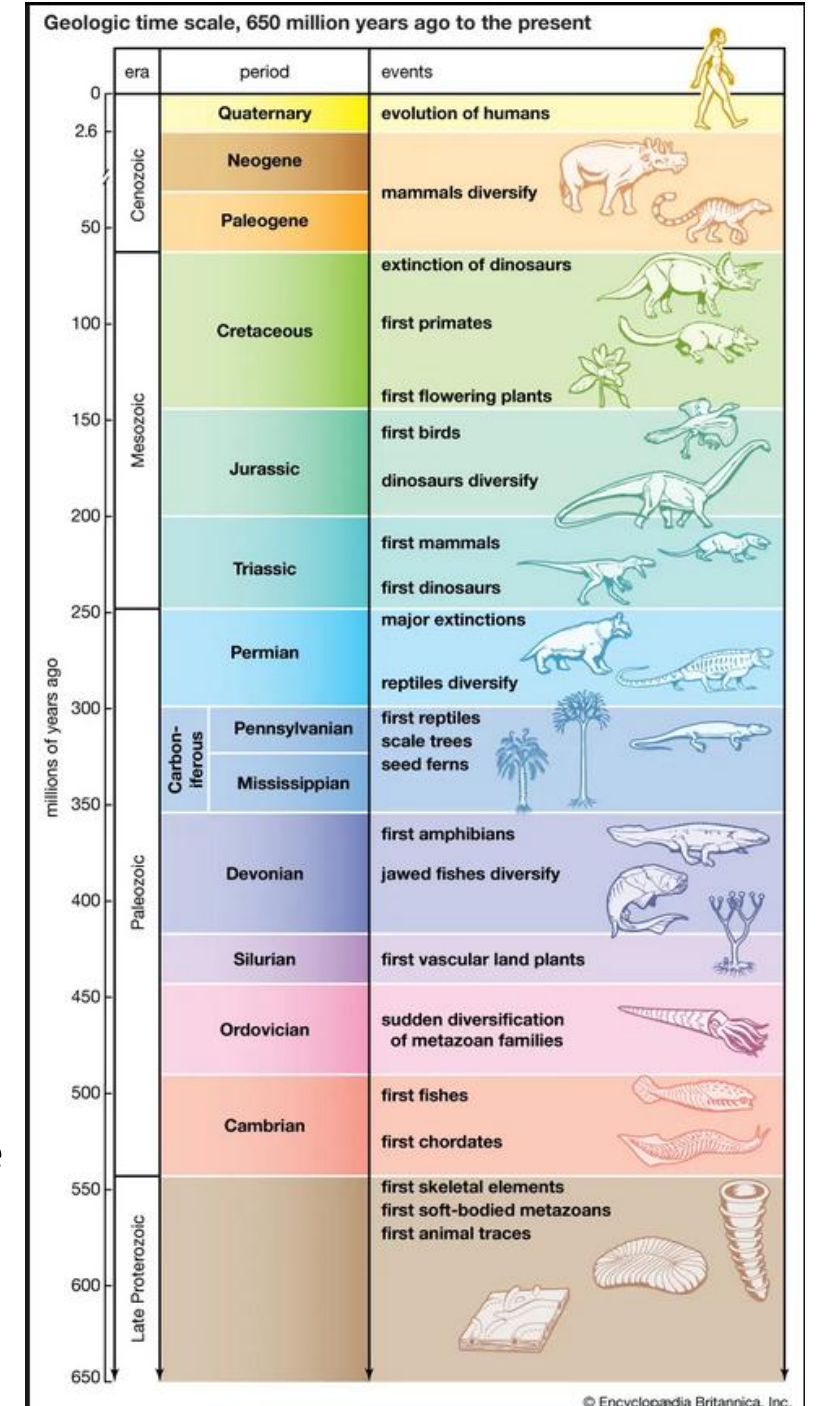


<https://blogs.ifas.ufl.edu/sumterco/2021/12/15/what-does-charles-darwin-have-to-do-with-pesticide-resistance/>

Glavni evolucijski događaji kroz geološku prošlost

- **kvartar** – evolucija hominida
- **paleogen** i **neogen** – raznolikost sisavaca
- **kreda** – prve kritosjemenjače, prvi primati, izumiranje
- **jura** – raznolikost dinosaura, prve ptice
- **trijas** – prvi sisavci, pojava dinosaura
- **perm** – razvoj gmazova, najveće izumiranje krajem perma
- **karbon** – prvi gmazovi, močvarne prašume
- **devon** – „doba riba”, prvi vodozemci
- **silur** – prve vaskularne biljke
- **ordovicij** – nastavak razvoja beskrležnjaka, prvi nautilidi
- **kambrij** – pojava različitih beskrležnjaka, prve ribe bezčeljusnice

*nisu korištene standardne boje za geološka razdoblja



Evolucija čovjeka

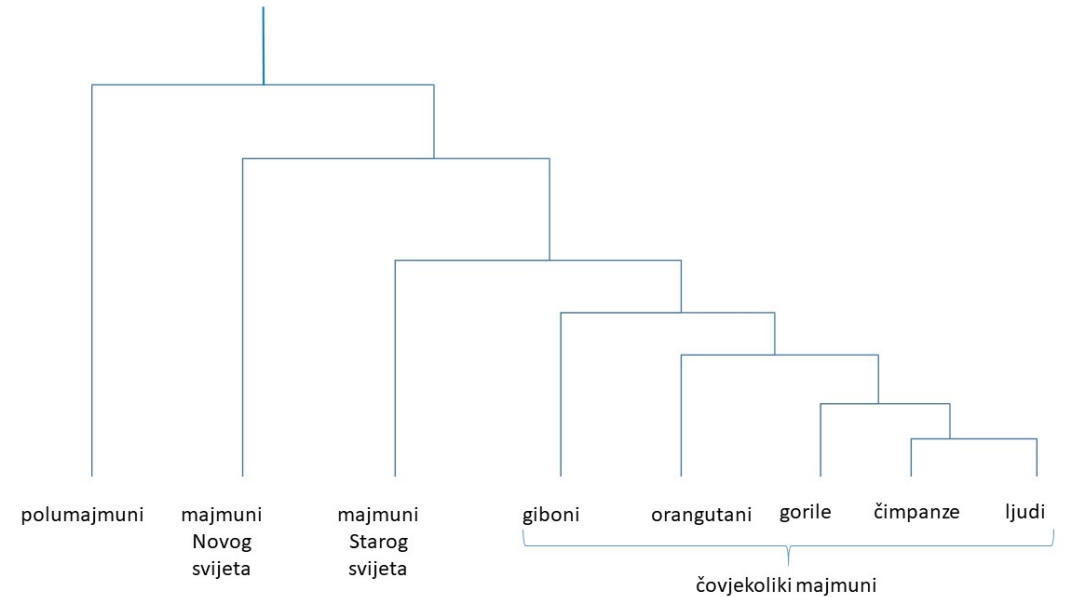
- Razvoj primata od ostalih sisavaca prije oko 50 milijuna godina
- Različite skupine primata
- Nalazi hominida u istočnoj Africi, stari 6–7 mil.g., npr.

Ardipithecus ramidus (oko 4,4 mil. g.)

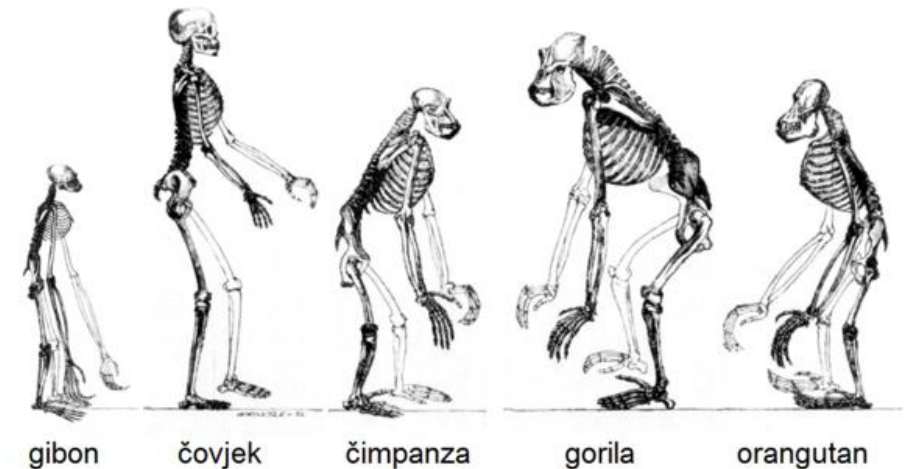
Ardipithecus kaddaba (oko 5,5 mil. g.)

Orrorin tugenensis (oko 6 mil. g.)

Sahelanthropus tchadensis (oko 7 mil. g.)

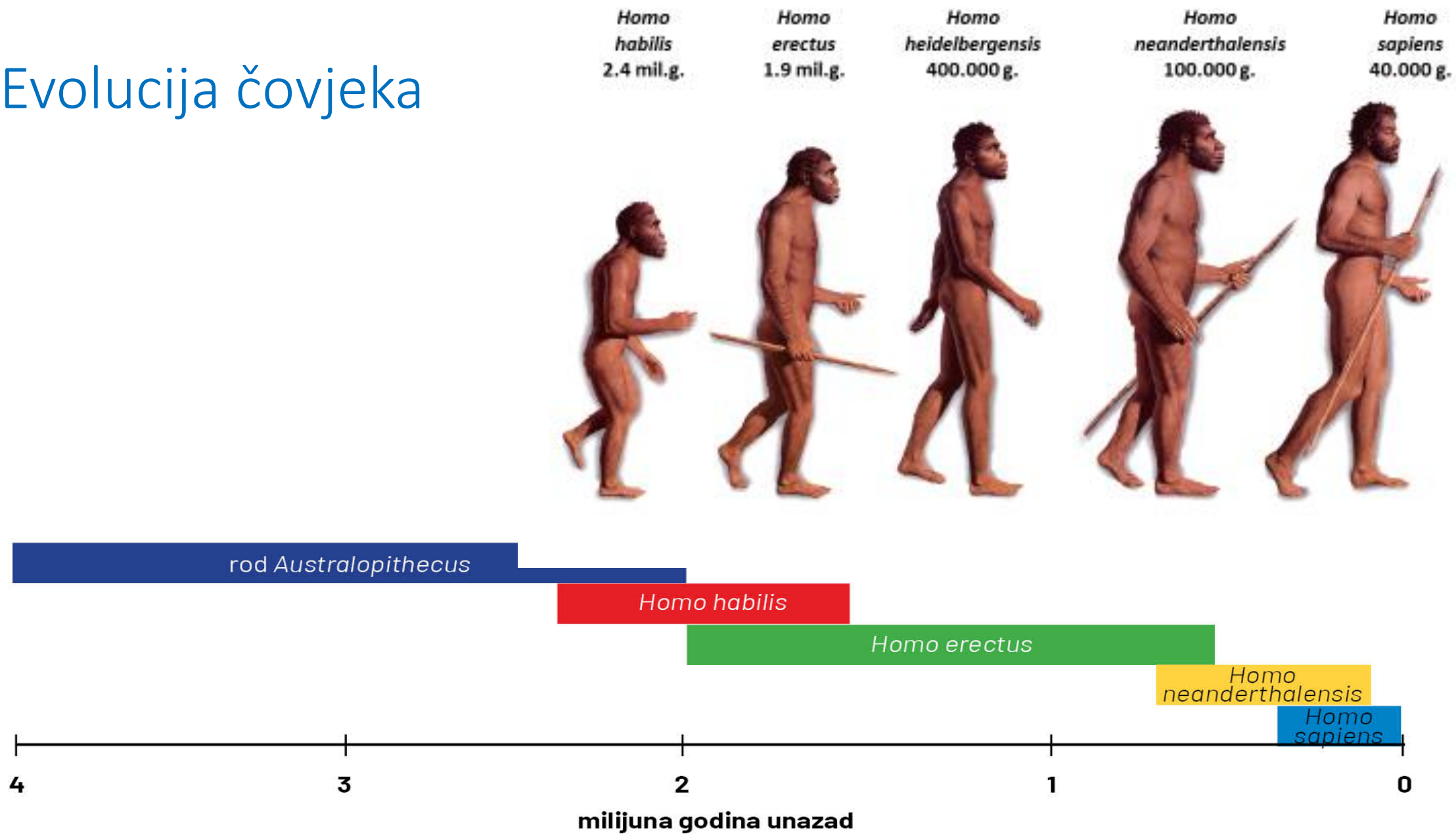


https://edutorij-admin-api.carnet.hr/storage/extracted/2438610/j_4.html

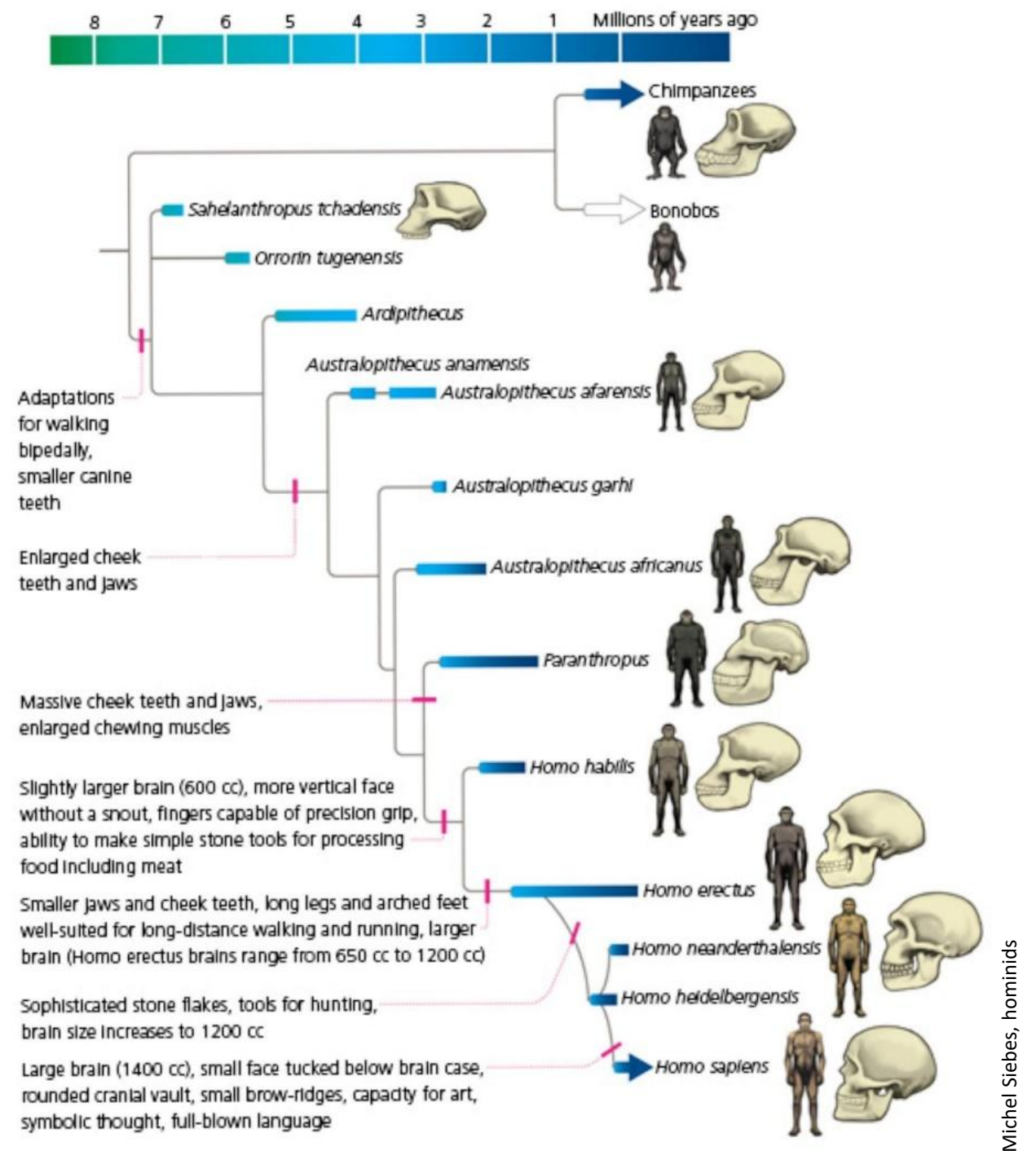


https://hr.wikipedia.org/wiki/Evolucija_%C4%8Dovjeka

Evolucija čovjeka



Evolucija čovjeka



Evolucija čovjeka

Nalazi neandertalaca u Hrvatskoj?

- **HUŠNЈAKOVO**, Krapina
- Dragutin Gorjanović Kramberger, od 1899. g.

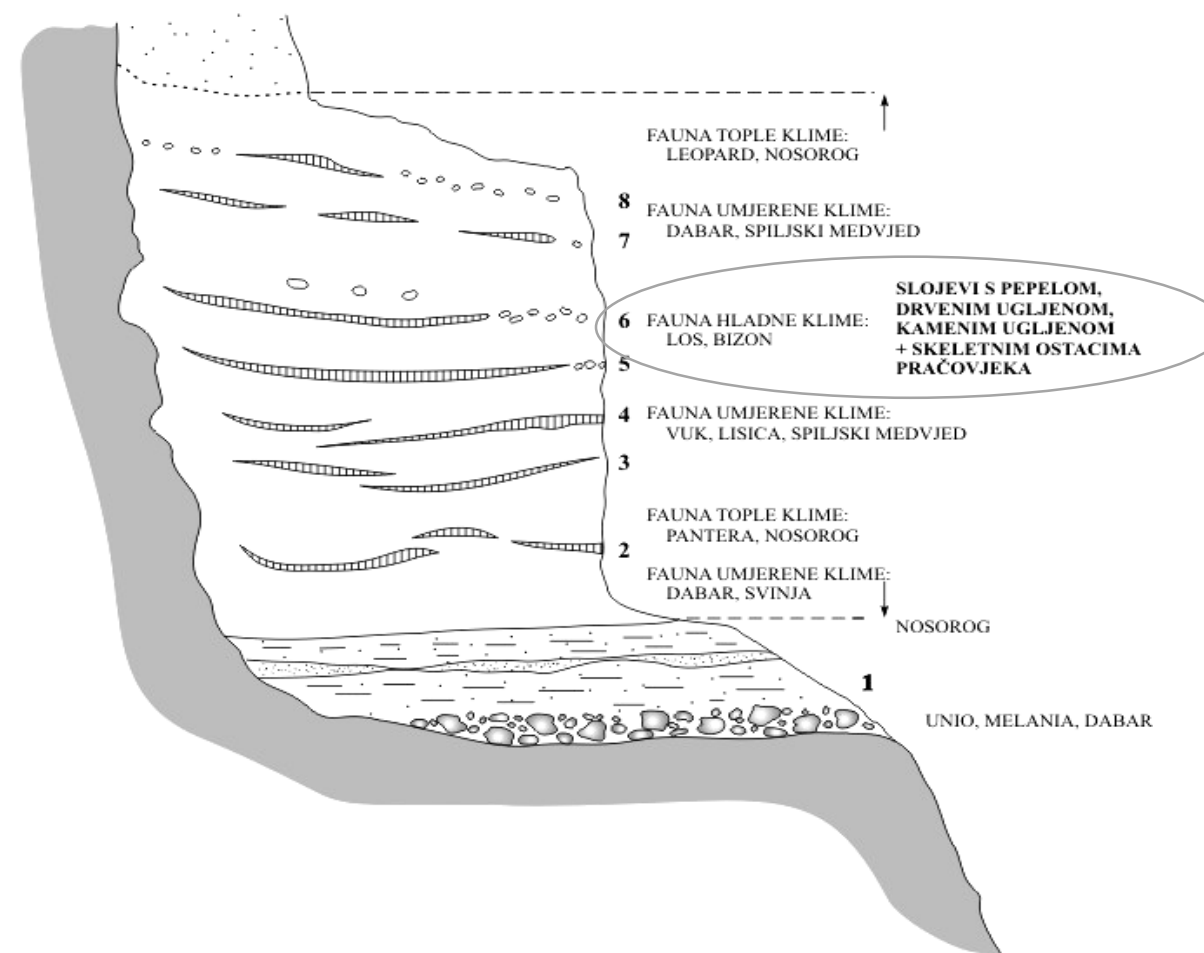


Muzej krapinskih neandertalaca, Krapina

KRAPINA - HUŠNЈAKOVO

D. Gorjanović - Kramberger 1899.

Polupećina izdubljena u vrijeme glacijacije (RISS) erozionim djelovanjem potoka Krapine u miocenskim pješčenjacima



UKUPNO JE NAĐENO: 43 ŽIVOTINJSKE VRSTE (OD TOGA 9 IZUMRLIH)
80 LJUDSKIH INDIVIDUA ŽIVOTNE DOBI 2 - 40 GOD.

STAROST 125 000 - 140 000 GODINA

Evolucija čovjeka

ŠPILJA VINDIJA

- Nalazi najmlađih neandertalaca (45 000 do 28 000 g. prije današnjice)
- Različita istraživanja: Ivan Kukuljević Sakcinski (1873.), Dragutin Gorjanović-Kramberger (1904.), Stjepan Vuković (od 1928. g.), Mirko Malez (1974. – 1967.)
- Na temelju nalaza iz špilje dekodiran genom neandertalca (danas nosimo 1 – 4 % gena neandertalaca)



Evolucija čovjeka, *Homo sapiens* – migracije

