

DARWINOVA REVOLUCIJA NA RAMENIH VELIKANOV

Predavanje za Mednarodni Darwinov dan 2019

dr. Petra Golja



Prirodoslovni muzej Slovenije

Ljubljana, 10.2.2019

EVOLUCIJA V SODOBNEM SVETU

Evolucijska misel: ideja, da se svet spreminja

- korenine v antiki
- Grki, Rimljani, Kitajci, srednjeveški islamski učenjaki

Grki

Heraklit (cca. 500 let B.C.)

- filozof fluksa, pretoka: sprememba je osnovna lastnost vesolja

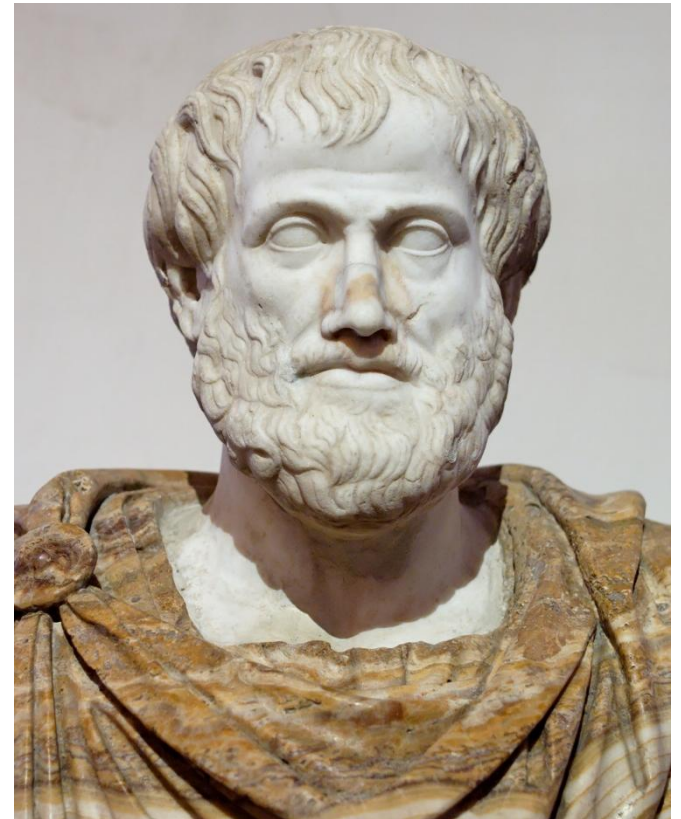
Empedokles (490 - 430 B.C.)

- razlog za spreminjanje: 4 osnovni elementi (ogenj, zrak, voda, zemlja)
- gradijo vse in se med seboj spajajo v različnih kombinacijah
 - raznolikost v vesolju

EVOLUCIJA V SODOBNEM SVETU

Aristotel (384–322 B.C.)

- verjame v statičnost vesolja
- verjame v stvarjenje nespremenljivih organizmov

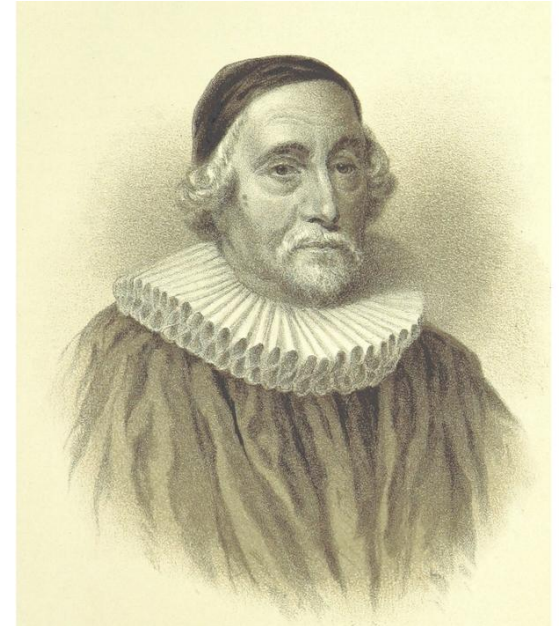


Dominanten pogled v zahodni filozofiji naslednjih 2000 let

James Ussher (1581 - 1656)

Anglikanski nadškof s severne Irske iz 17. stol

- preštel biblijske generacije
- upošteval sodobno zgodovino
- postavil datum stvarjenja
 - 23. oktober 4004 B.C. ob 9:00 zjutraj
 - starost Zemlje: cca. 6000 let



Ussherjeve trditve:

1. kreator je **ustvaril** kontinuirano serijo organizmov
 - od najpreprostejših, do najbolj kompleksnih
2. vsi organizmi so bili ustvarjeni v **obstoječi - popolni obliki**
 - relativno pred kratkim časom
3. vsi organizmi, vključno z ljudmi, **ostajamo nespremenjeni**

Te **tri premise** so temelj kreacionizma (inteligentnega načrta)

Zahodna filozofija do 18. stoletja:

- različna živa bitja imamo značilne lastnosti, ki so nespremenljive

Osnova:

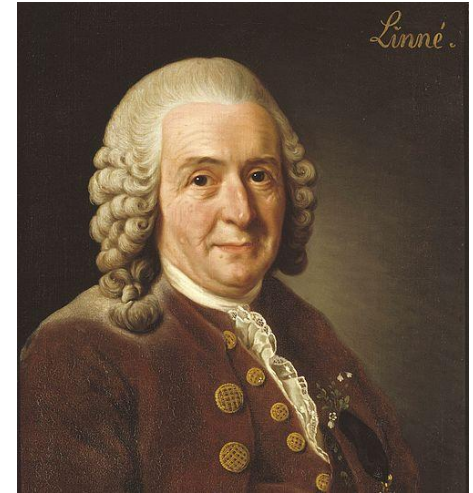
- v Aristotelovem in judovsko-krščanskem pojmovanju stvarjenja sveta

Carl von Linné (1707 - 1778)

Dokumentiral nespremenljiva dejstva v naravi, ki so delo kreatorja

Systema Naturae (1735)

- dvočlensko poimenovanje, malo analize
- naslovnica: “Deus creavit, Linneaus disposuit.” Bog ustvarja, Linné ureja.



Težava: z navzkrižnim opraševanjem je bilo mogoče “ustvariti” rastlinske hibride

Človeka poimenoval Homo sapiens in nas uvrstil med ostale živali

- v red prvaki (primati):
 - človek je del narave
 - človek je bolj podoben prvaku, kot drugim živalim

George-Louis Leclerc Comte de Buffon (1707 - 1788)

Francoski učenjak, zagovornik Linnejevega sistema:

- organizmi niso nespremenljivi,
- organizmi se v času spreminjajo,
- vrste se ne morejo razviti v nove vrste,
- spremembe so posledica vplivov okolja ali celo naključja,
- ljudje smo povezani z opicami,
- Zemlja je stara vsaj 75.000 let.

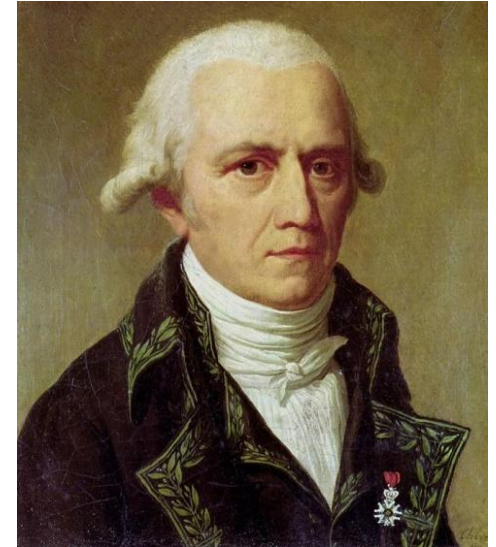


Misli objavil v seriji knjig z zelo omejeno naklado - izogne se javni kritiki

- inkvizicija ne več tako aktivna, kot v srednjem veku, a še vedno prisotna
- njegov varovanec je bil Jean-Baptiste Chevalier de Lamarck

Jean-Baptiste Chevalier de Lamarck (1744-1829)

Prvi, ki si je drznil javno zagovarjati idejo, da v naravi obstajajo procesi, ki vodijo v biološke razlike.



Predlaga:

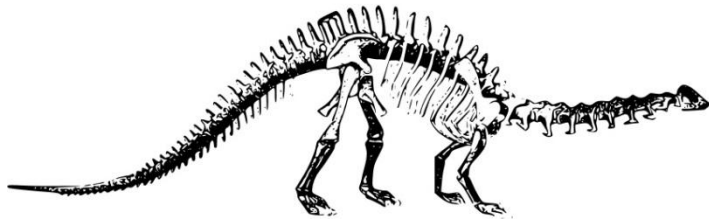
- spontan nastanek mikroorganizmov iz neživega materiala
- **postopen razvoj** organizmov v vedno bolj napredne organizme, s končnim **ciljem - razvojem v človeka**
- razvoj pripisuje **dedovanju pridobljenih lastnosti**
(spremembe telesnih delov v času življenja organizma zaradi rabe/nerabe)



George Cuvier (1769 - 1832)

Močan kritik Lamarcka:

- če bi Lamarckovi zaključki držali, bi otroci kavbojev imeli krive noge, otroci dvigovalcev uteži pa močnejše mišice



Ni zavrnil ideje, da so obstajale starejše, že izumrle oblike organizmov

- bil je strokovnjak za dinozavre

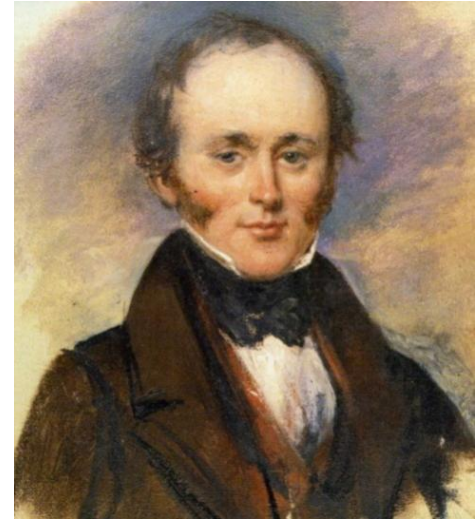
Zavrnil je idejo, da bi obstoj fosilnih vrst dokazoval spreminjanje

- verjame v nespremenljivost organizmov
- spremembe, ki jih vidi v neživi naravi, pripiše **katastrofam**, ki naj bi sprožile tudi izumrtje vrst

Charles Lyell (1797 - 1875)

Angleški geolog

- natančno študiral geološke plasti
 - Cuvierjeva katastrofična razlaga je napačna
 - v neživi naravi obstajajo tudi **postopne spremembe**



Njegovi zaključki so utemeljeni na znanstvenih dokazih (opazovanjih)

Zagovarja ugotovitev, da je Zemlja zelo stara in da so v preteklosti nanjo delovala podobne naravne sile, kot danes - **uniformitarianizem**

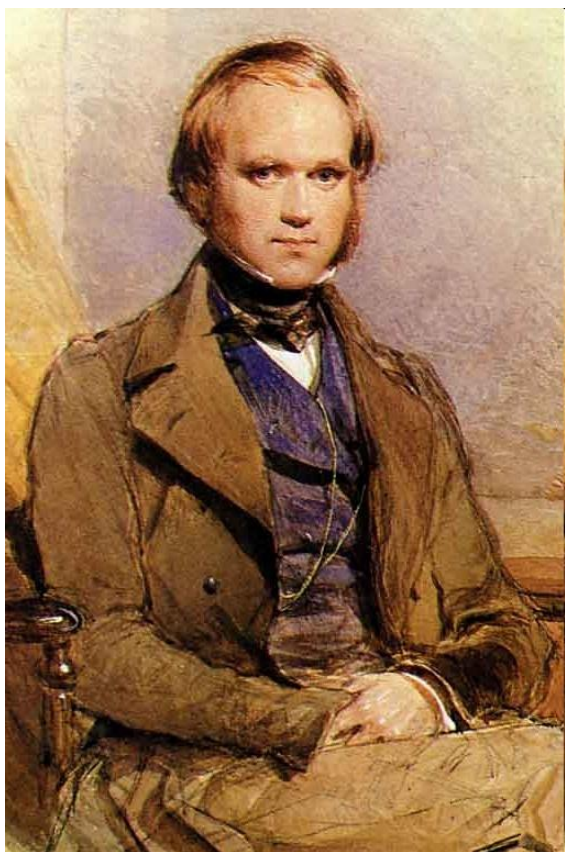
- védenje o sedanjosti je ključ za razumevanje preteklosti

Cuvier in Lyell oba verjameta v nespremenljivost živega sveta.

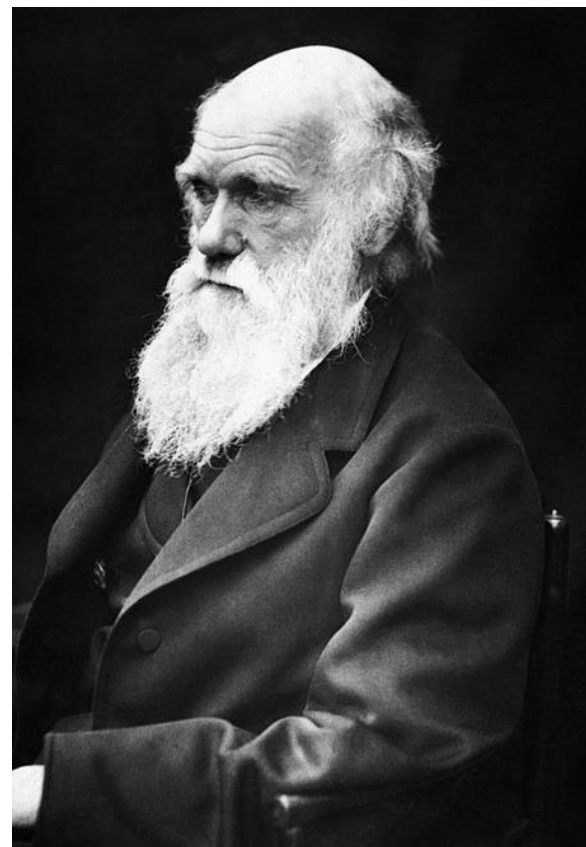
Oba, Cuvier in Lyell, svoje (različne) zaključke utemeljujeta le na znanstvenih dokazih, ne več na bibličnem pogledu na stvarjenje sveta.

“Če sem videl dlje, je bilo to le zato, ker sem stal na ramenih velikanov.”

(Sir Isaac Newton)



Charles Darwin
(1809 - 1882)



Charles Darwin:

- ni bil prvi: - “spomnil” evolucije
 - spremenljivost
- prvi: - izvedel potrebne raziskave
 - dokumentiral: proces spreminjanja v živem svetu
 - podatki o spreminjanju - evoluciji (v živem svetu)
tako natančni: odmev v širši javnosti

Osebno ozadje:

- od malega kazal zanimanje za naravoslovje
- sin zdravnika - študiral ~~medicino~~

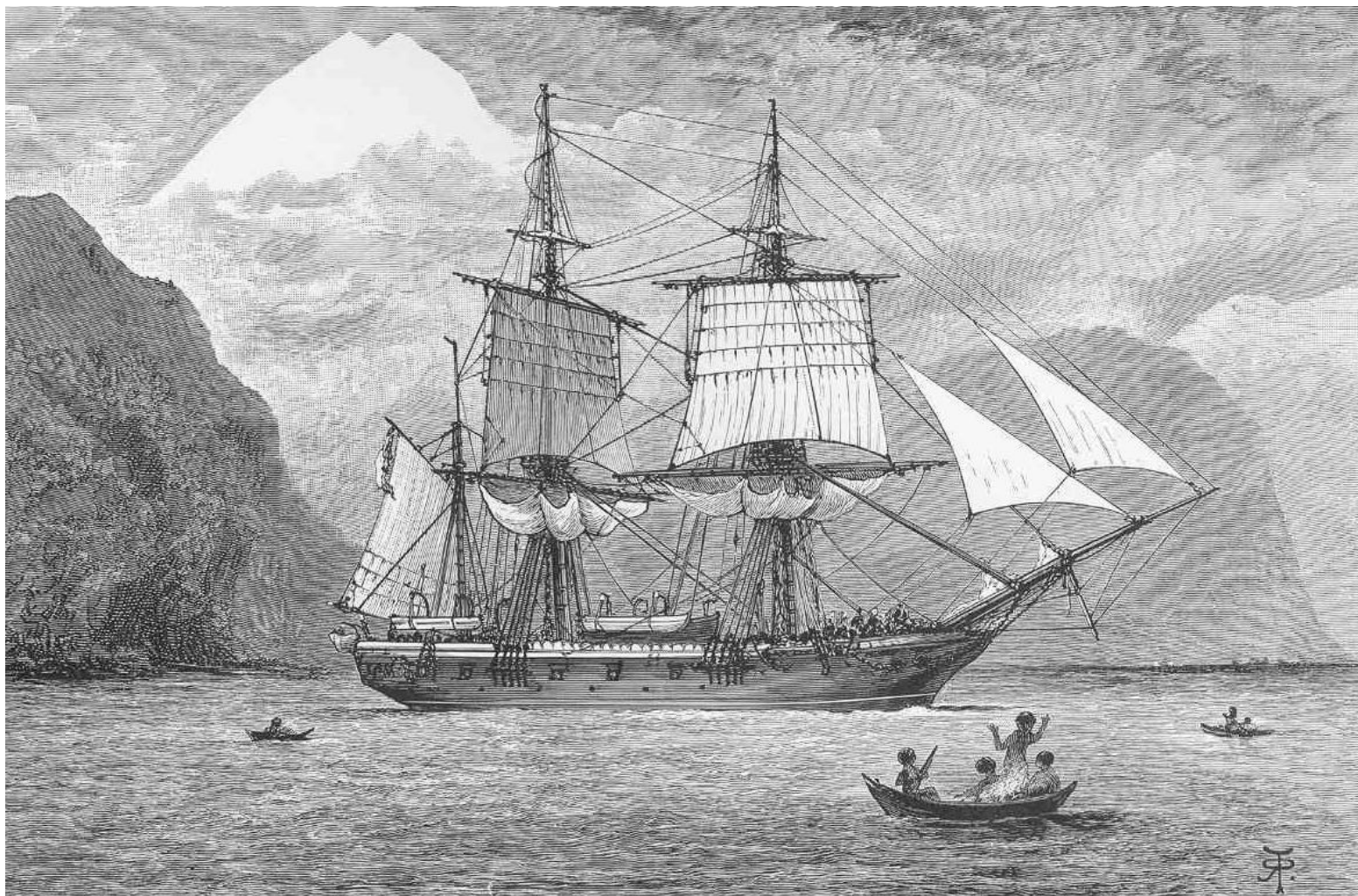
Darwinov oče:

“Zanimajo te samo streljanje, psi in lov podgan.
Sebi in družini boš nakopal sramoto.”

teologija v Cambridgeu

Starost: 22

- podeželski župnik ?



HMS Beagle

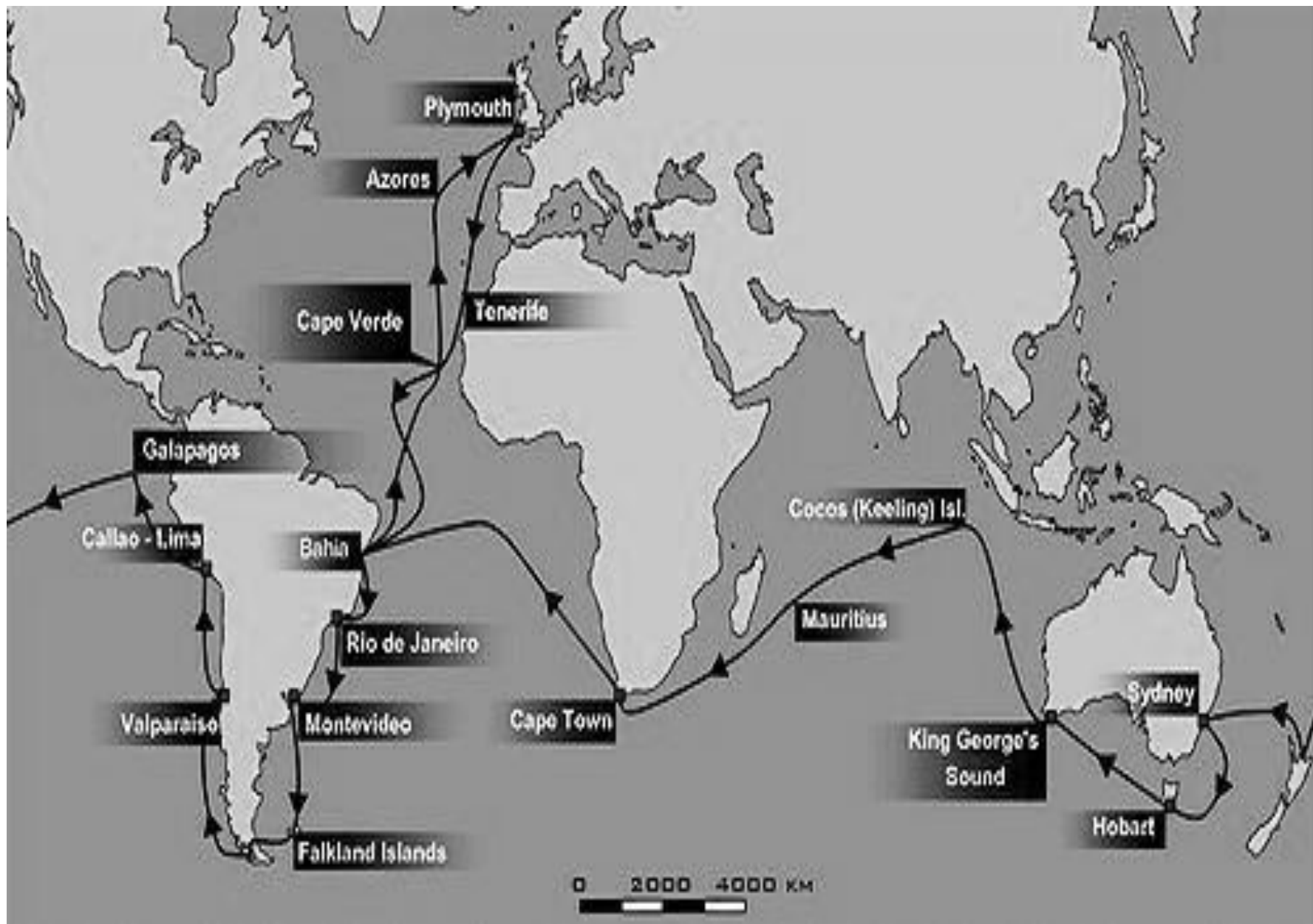
Robert FitzRoy

- kapitan HMS Beagle
- potovanje okoli sveta



- naloga: kartirati obale
- strast: zbrati dokaze za biblično razlago stvarjenja sveta

Darwin: idealen sopotnik za potovanje



HMS Beagle, 1831–1836

Darwin: veren mladenič

Dokazi v prid spreminjanja živih bitij, ki jih je zbral:

- tako trdni, da jih ni mogel ignorirati



Trikratne težave:

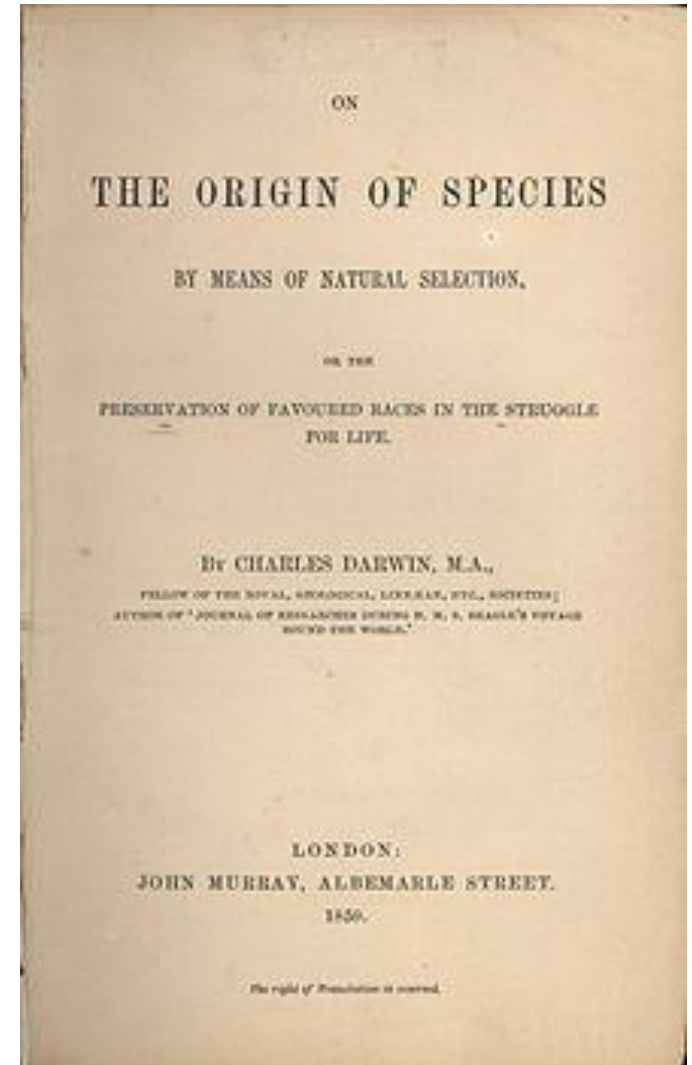
1. sam s seboj

- “osnutek” na 230 straneh
- pospravil v predal - za 15 let!

O izvoru vrst z naravnim izborom:

- objavljena 1859
- 23 let po vrnitvi

- 1250 kopij
- vse prodane v prvem dnevu

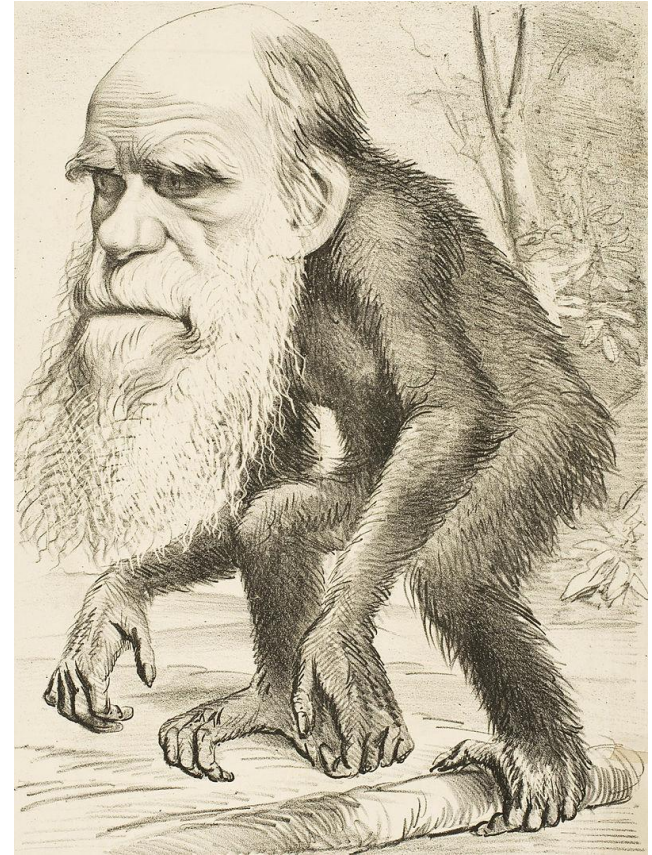


2. v družini

- strah pred javno sramoto

3. v javnosti

- sramotenje



“Nastali iz opic! Moj bog, upajmo, da to ni res - a če je, potem se nadejajmo, da se vest vsaj ne bo razširila!”

žena worcesterskega škofa, ko je izvedela za Darwinovo teorijo

Darwin javno nikoli ni glasno zagovarjal svojih misli

- ni se udeleževal javnih razprav
- celo življenje precej bolehen

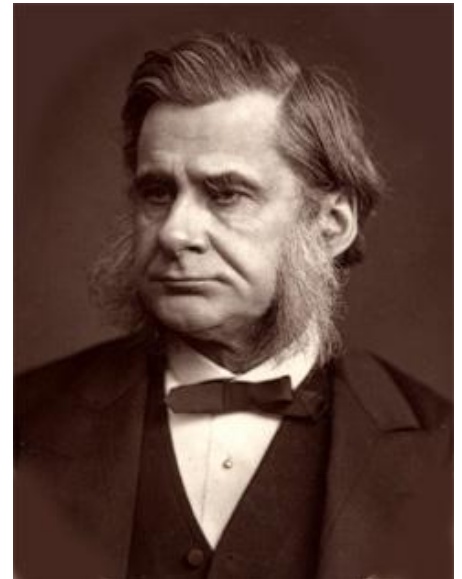
Thomas Henry Huxley (1825 - 1895)

Angleški biolog. “Darwinov buldog”.

Anekdota s srečanja Britanskega združenja za napredek znanosti v Oxfordu, 30. 6. 1860:

Oxfordski škof Samuel Wilberforce Huxleyu: “Ali preko svojega deda in babice občutite povezavo z opicami?”

Huxley: “Raje sem v sorodu z opicami, kot z nekom, ki svoj ugled uporablja za širjenje nepreverjenih traparij na resnem znanstvenem forumu.”



Darwin "O izvoru vrst":

tri opažanja:

1. vsi organizmi imajo več potomcev, kot jih lahko preživi - **hiperprodukcija**
2. posamezniki med seboj razlikujejo - **variacija**
3. lastnosti se dedujejo - **dednost**

trije logični zaključki:

1. življenje je nenehen boj, ker so viri za preživetje omejeni

- **boj za obstanek**

2. v procesu boja so uspešnejši organizmi, ki imajo neko prirojeno prednost

- **naravna selekcija**

3. posledično se bodo lastnosti vrste tekom generacij spremenile

- **o izvoru vrst**

Védenje o sedanjosti je ključ za razumevanje preteklosti

- spreminjanje neživega sveta zaradi razložljivih sil

- Darwin: preslikava v živi svet

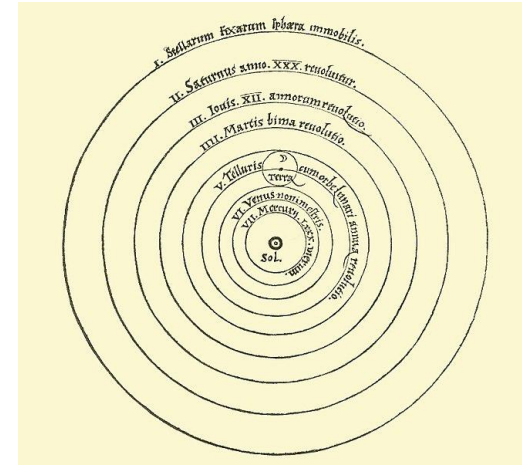
Zakaj je bila torej njegova teorija tako moteča?

- direktno nasprotje ideji o stvarjenju nespremenljivih vrst

- neposredno povezana z nami

Nikolaj Kopernik (1473 – 1543)

- središče vesolja: Sonce (ne Zemlja)
- vrgel Zemljo iz centra sončnega sistema

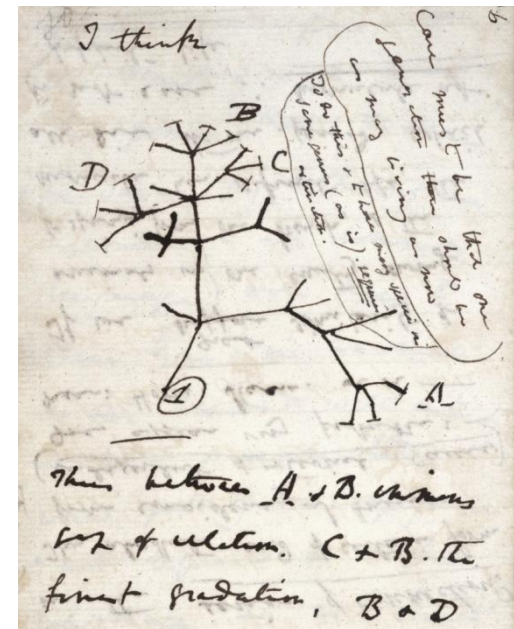


Isaac Newton (1642 – 1726)

- predlagal: vesolje neskončno (Giordano Bruno (1548 – 1600)!)>
- naše Sonce: nič več, kot ena od mnogih zvezd
- vrgel naš sončni sistem iz centra vesolja

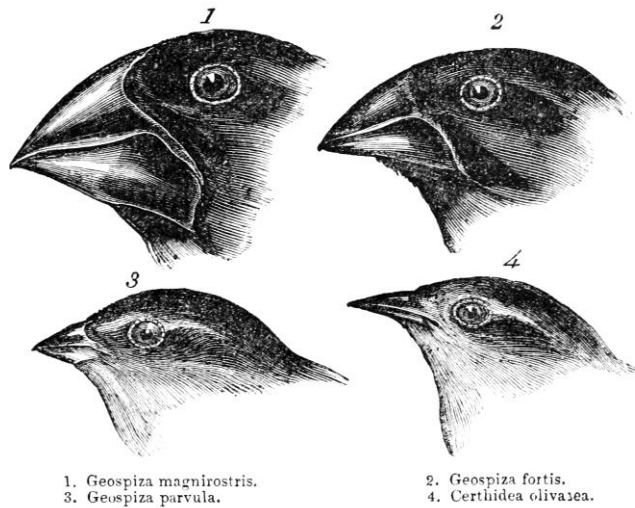
Charles Darwin (1809 - 1882)

- človek je ena od živalskih vrst
- vrgel človeško vrsto s prestola

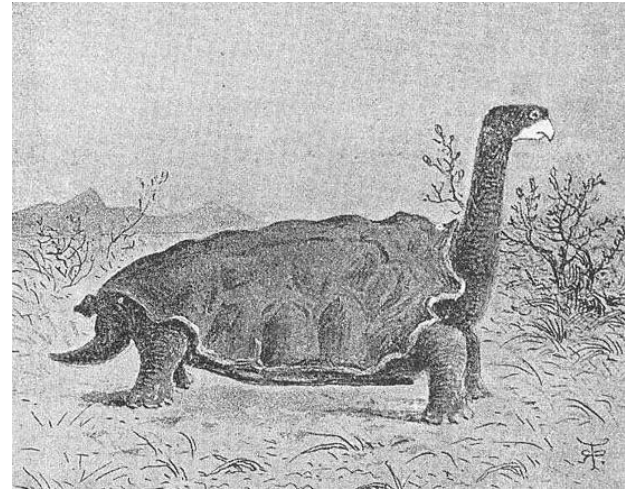


Darwinova opazovanja ptic, želv na Galapagosu:

- razlike v obliki kljuna, v obliki oklepa med otoki



Galapaški ščinkavci



Galapaške želve

Darwin: zakaj bi se bog ukvarjal s stvarjenjem vseh teh malih razlik?

Petletno potovanje:

- videl, da so preživele tiste živali, ki so bile najbolj prilagojene na razmere, v katerih so živele
 - so najboljše ubijale, so najboljše bežale, so se najboljše skrile, so najlažje preživele klimatske razmere

Darwin:

- ptice (ščinkavci) z Galapagosa imajo različne kljune, ker so preživele le tiste, s "primernim" kljunom za različne tipe hrane, razpoložljive na različnih otokih

Študiral je embriologijo:

- embriji kač: zametki nog, embriji kitov: zametki zob
 - sumil je, da so ti organizmi povezani z organizmi, ki so imeli noge, zobe
- embriji ljudi: zasnove na vratu (razvoj koščic srednjega ušesa)
 - podobne tistim, iz katerih se pri ribah razvijejo škrge

Nora ideja: ribe so v rodovniku človeka

- celo bitja, ki si navzven niso podobna,

so si sorodna

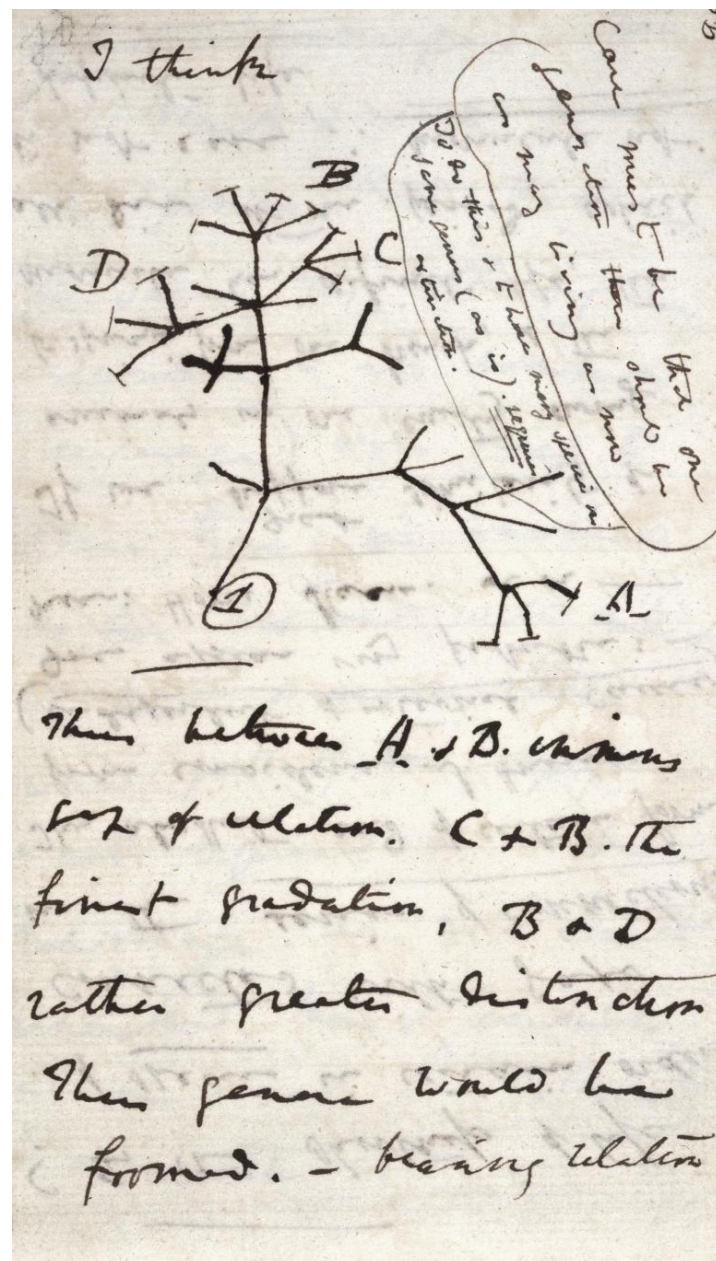
- "drevo življenja" - vsa živa bitja so med

seboj v sorodu



človek postane eno od mnogih

drugih živih bitij



(1837)

Viktorijanska Anglija: nora na pse

- rejci: križanje izbranih psov z izbranimi lastnostmi

- potomci z željenimi lastnostmi



selekcija



Darwin: se lahko isto dogaja v naravi?

Darwin je videl, da se njegovi otroci med seboj razlikujejo

- malo podobni njemu, malo ženi.

Genialna ideja: **variacija** mora biti osnova za spremembe v naravi

- v nobeni generaciji posamezniki niso nikoli enaki
- majhne variacije v ekstremnih razmerah: razlika med življenjem in smrtjo



naravni izbor (naravna selekcija)

Darwinov pogled na svet:

- teorija, osnovana na opazovanju in preverljivih dejstvih
 - elegantna, ker je čudovito preprosta
 - Huxley: “Kako da se tega nisem jaz spomnil?”

Darwin sam je priznaval, da ne ve:

- zakaj pride do spreminjanja?
- kakšni so mehanizmi, sile, ki to spreminjanje poganjajo?

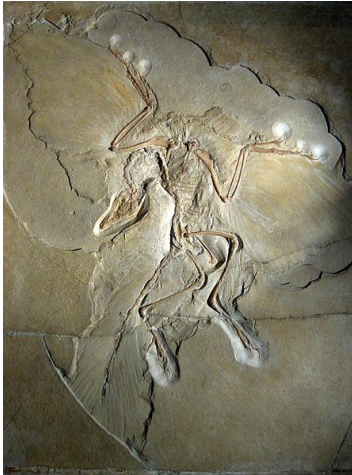


glavna ~~pomanjkljivost~~ teorije

molekularna genetika

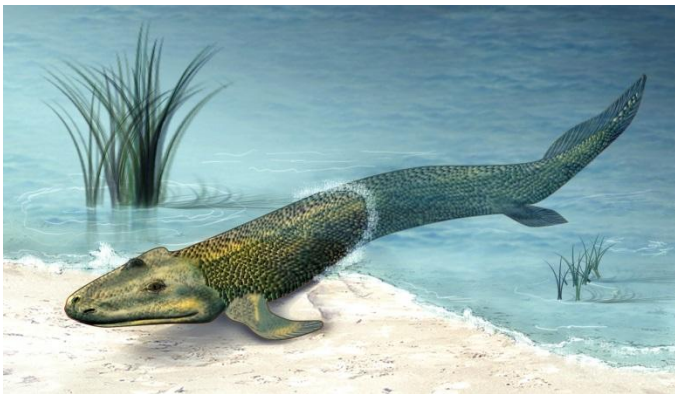
Ključne fosilne najdbe

- Archaeopteryx (1861)



- kaže na povezavo med plazilci (dinozavri) in ptiči
- zobje, dolg koščen rep / zraščeni ključnici, peresa
- odkrit dve leti po Darwinovi objavi "O izvoru vrst"

- Tiktaalik (2004)



Plavut s strukturo okončin kopenskih živali

Foto: Eduard Solà, Field museum, Chicago

Molekularna genetika

Zgradba DNK

Vpliv sprememb - mutacij

Vpliv zaporedja aktivacije / deaktivacije genov

- galapaški ščinkavci: skupina genov, ki nadzoruje razvoj obraza ptic
- za končni rezultat (obliko kljuna) ne potrebujemo novih zaporedij

Hierarhičnost zaporedij

- seti in aktivacija HOX genov
 - ribe: nadzorujejo razvoj plavuti
 - človek: nadzorujejo razvoj okončin



Ameriški veslokljun (Polyodon)

EVOLUCIJA V SODOBNEM SVETU

Zakaj se evolucijo uči kot dejstvo, če je le teorija?

- vprašanje je v nasprotju s temeljnim konceptom znanosti
 - teorija v znanosti ima veliko večjo težo, kot posamezno dejstvo
 - teorija ni nekaj, česar se “spomnimo”, to je ideja
 - teorija v znanosti je zajeten skupek informacij, ki so bile vsaka posebej testirane, vedno znova preizkušane. Teorijo sestavlja veliko preverjenih hipotez in več različnih linij dokazovanja. Teorijo se neprestano dopolnjuje, izboljšuje.
 - Newtonova gravitacija je teorija
 - vzdržala bi celo, če bi videli, da nekaj “pade navzgor” - zdelo bi se nam čudno, a poiskali bi razloge za “padec navzgor”, ne bi pa takoj zavrnilo gravitacije

Teorije v znanosti niso “absolutna resnica”

V znanstvene teorije ne verjamemo, jih preizkušamo, testiramo, dopolnjujemo, izboljšujemo.

Teorije v znanosti so preverljive, z dejstvi podprte logične razlage, ki omogočajo razlago naravnih fenomenov.

- teorija o atomski zgradbi snovi
- teorija o nastanku bolezni zaradi bakterijskih infekcij
- teorija trenja
- teorija gravitacije

Posamezno dejstvo je le majhen del teorije, njegova interpretacija sama po sebi je lahko pravilna ali napačna.

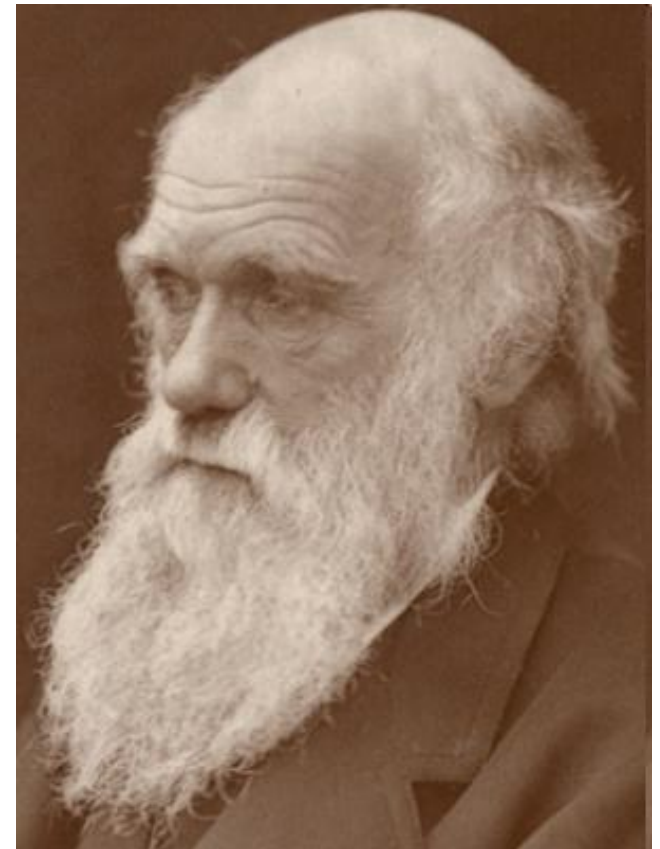
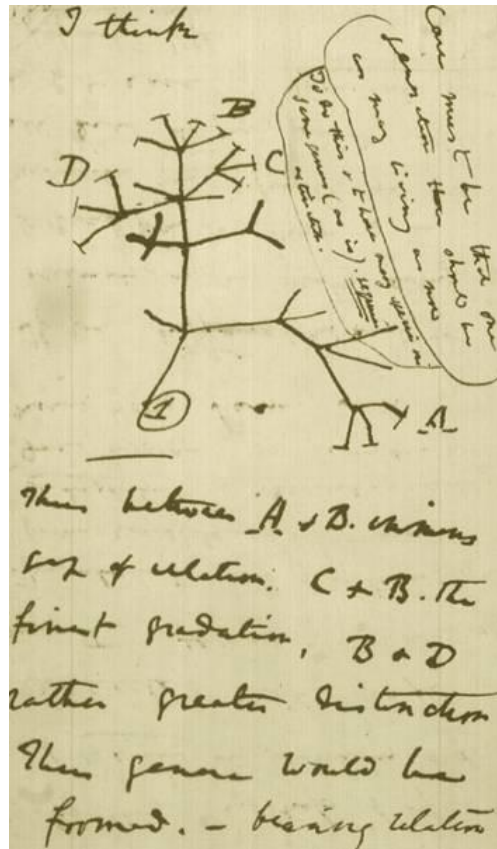
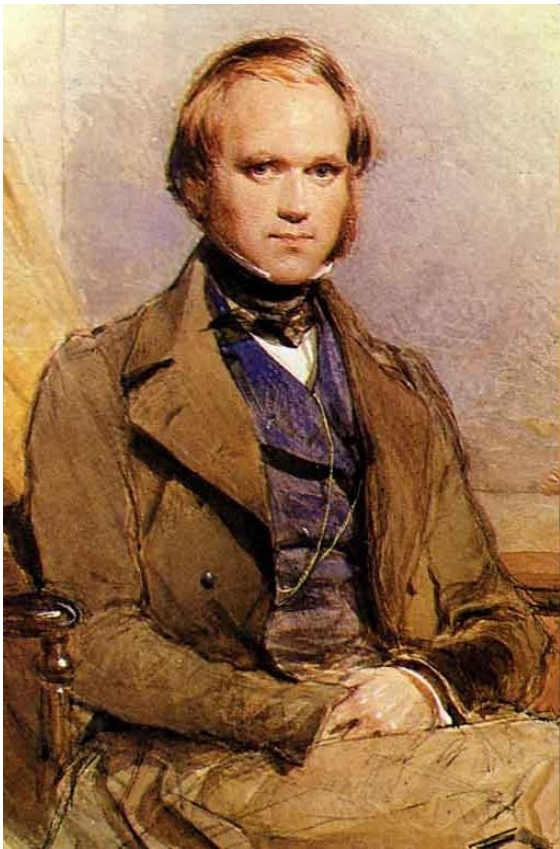
Darwinova teorija in napovedi:

- 160 let testiranja
- metode in tehnike popolnoma neznane Darwinu

- niti enega opazovanja
- niti enega eksperimentalnega rezultata,
ki bi nasprotoval temeljnemu zaključku
evolucijske teorije



Kako dobra je teorija, ki preživi 160 let intenzivnega testiranja?



1837

ZAKAJ JE POMEMBNO, DA RAZUMEMO EVOLUCIJO?

Biologija brez evolucije: kup nametanih dejstev

Teorija evolucije: - ogrodje

- razumevanje sveta okoli nas

Proces evolucije: - kontinuiran proces

- danes, tako kot v pradavnini.

Nove vrste nastajajo tudi danes, sprememba je naša edina stalnica

Pomembno je, da to razumemo:

- zdravnik, ki dozira antibiotike

- kmetovalec, ki uporablja pesticide

- znanstvenik, ki razvija novo zdravilo

- človek, ki skuša razložiti svoje mesto v svetu

HVALA!



NASA, ESA, and The Hubble Heritage Team (AURA/STScI)