

# Evolucija kot osrednji koncept pri pouku biologije



**Barbara Vilhar**

**Univerza v Ljubljani  
Biotehniška fakulteta  
Oddelek za biologijo**



**[barbara.vilhar@bf.uni-lj.si](mailto:barbara.vilhar@bf.uni-lj.si)**

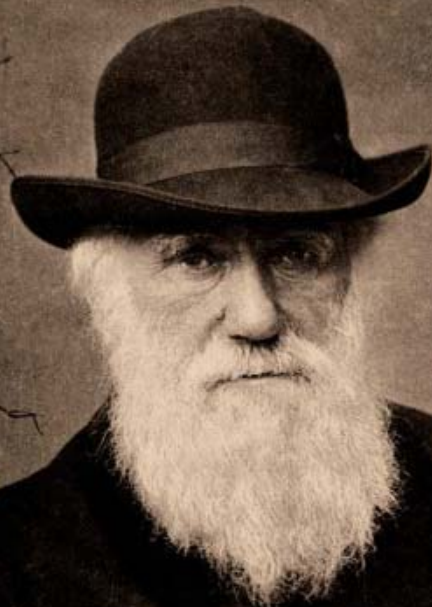


**Anna Zeligowski:  
Evolution 4**

[www.annatzeligowski.com](http://www.annatzeligowski.com)



**2009 Darwinovo leto**



*I think*

*"I think"*

Darwinov rokopis (1837)  
angl. mislim, razmišljam

**1809 200-letnica rojstva**

**1859 150-letnica izida knjige  
*O izvoru vrst z naravnim izborom***

<http://dbs.biologija.org/darwin/>

## Prispevek v zborniku

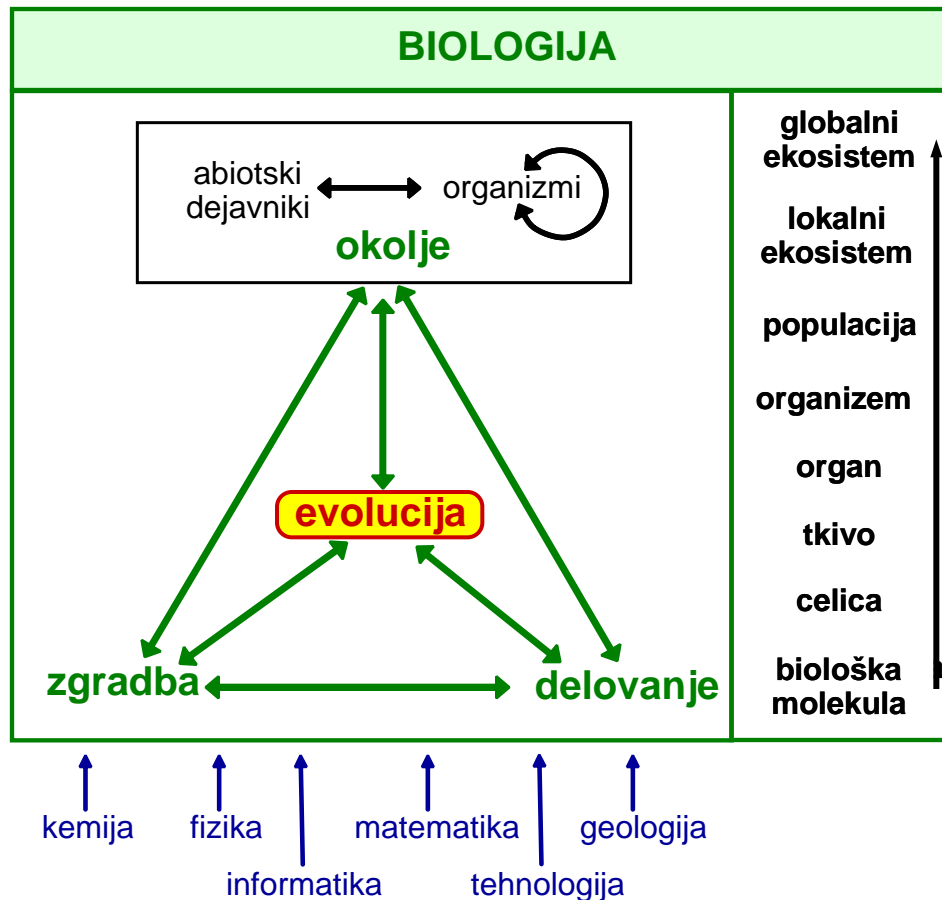
Umestitev evolucije  
v pouk biologije

Primer za šolo:  
“Darwinove” želve

## Predavanja

“Evolucija” evolucije  
v naši šoli

# Celostna biologija: Izhodišča za poučevanje biologije na vseh stopnjah izobraževanja



sprejeto spomladi 2006:

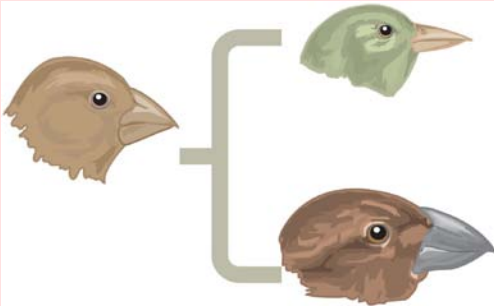
Sekcija za biološko izobraževanje  
Društva biologov Slovenije

senat Oddelka za biologijo  
Biotehniške fakultete Univerze v  
Ljubljani

Komisija za spremljanje in  
posodabljanje učnih načrtov za  
predmet biologija



# Evolucija



**Evolucija je osrednja tema v biologiji.**

**Tako enotnost kot raznolikost organizmov je posledica evolucije z naravnim izborom.**

pojmem  
**EVOLUCIJA**

**mehanizmi evolucije**

dedna raznolikost, čezmerno potomstvo,  
naravni izbor itd.



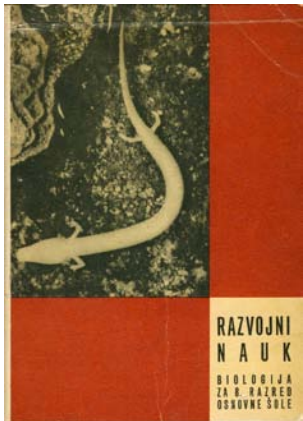
evolucijska zgodovina na planetu Zemlja  
opis enega konkretnega primera evolucije  
(glede na razmere v zgodovini našega planeta)

razumevanje  
konceptov

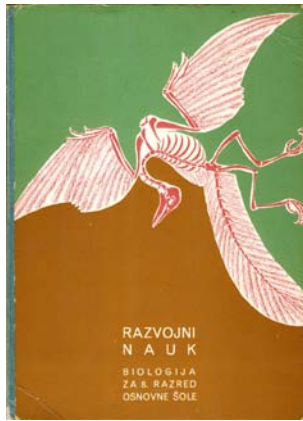
podatki

# Evolutcija evolucije v naši osnovni šoli

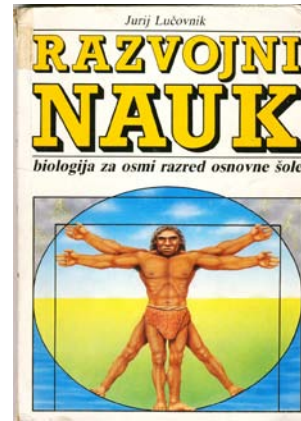
1965



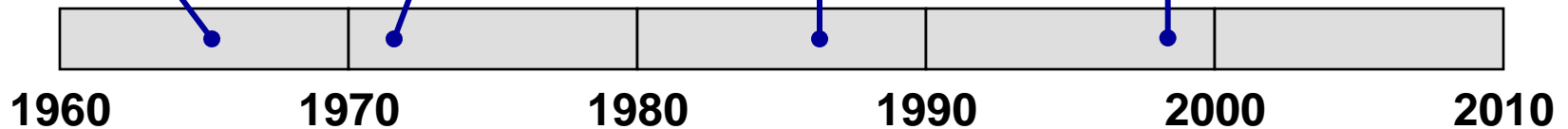
1972



1987



1998  
UN za  
devetletko

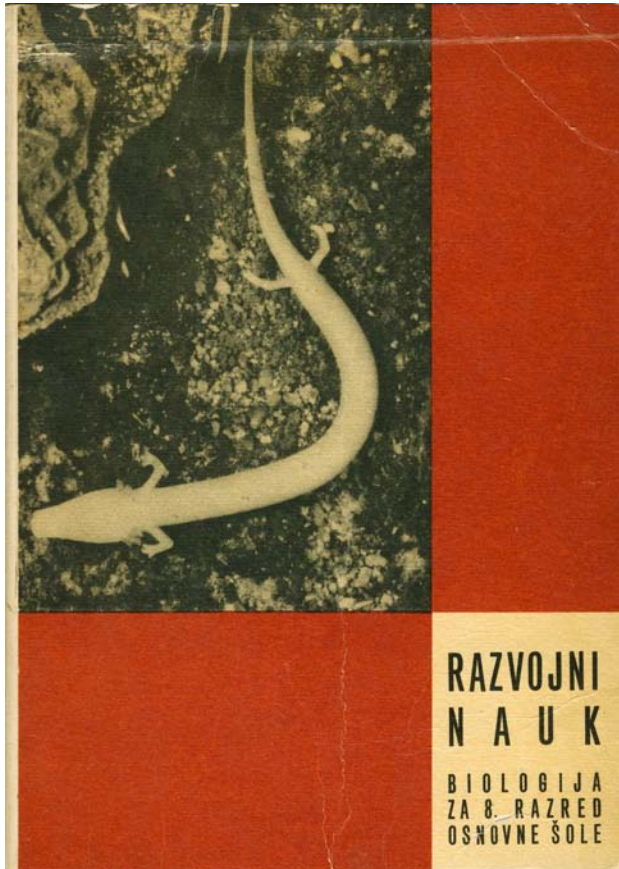


mehanizmi evolucije?

teorija o dedovanju?

Kaj sodi v SPLOŠNO IZOBRAZBO v določenem obdobju?

Učbenik za 8. razred:  
**1965**



## Uvod

Iz zgodovine razvojnega nauka

Dokazi za razvojni nauk

Temelji razvojnega nauka

Spremenljivost živih bitij

Čezmerno potomstvo

Umetni izbor ali selekcija

Naravni izbor in boj za obstanek

Zakaj so današnja bitja prilagojena okolju,  
v katerem živijo

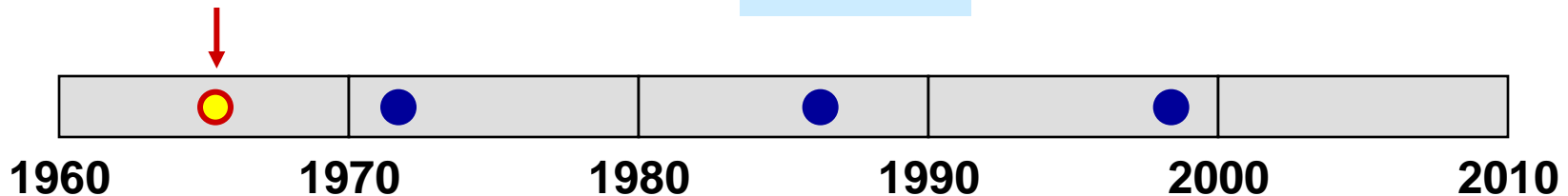
Postopen razvoj rastlin in živali  
od enoceličarjev do človeka

## Poreklo človeka

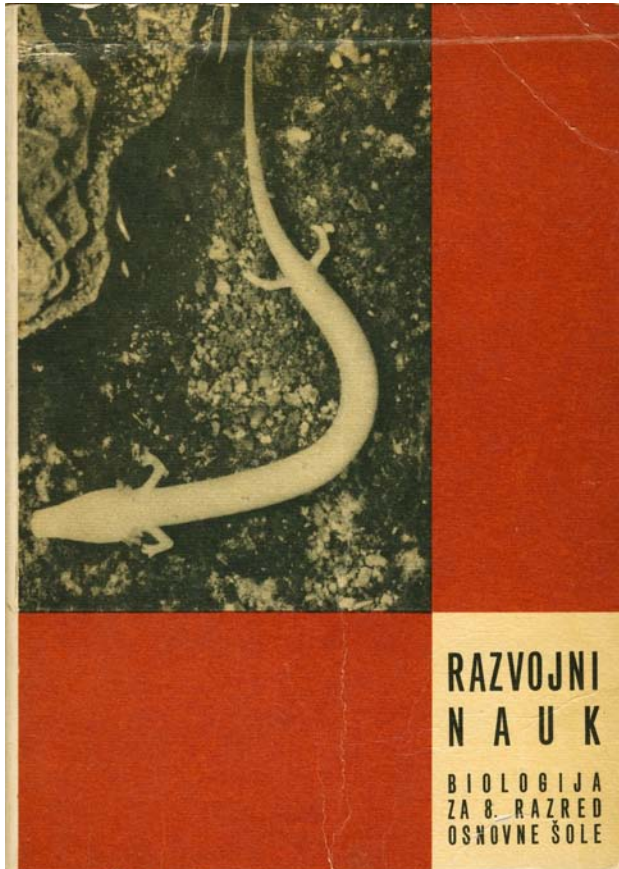
### Človek spreminja naravo

Človekov vpliv na življenjske združbe

Dednost



# Učbenik za 8. razred: **1965**



**Geni** so majhni delci, razvrščeni vzdolž kromosoma, in predstavljajo dedne osnove za posamezne lastnosti.

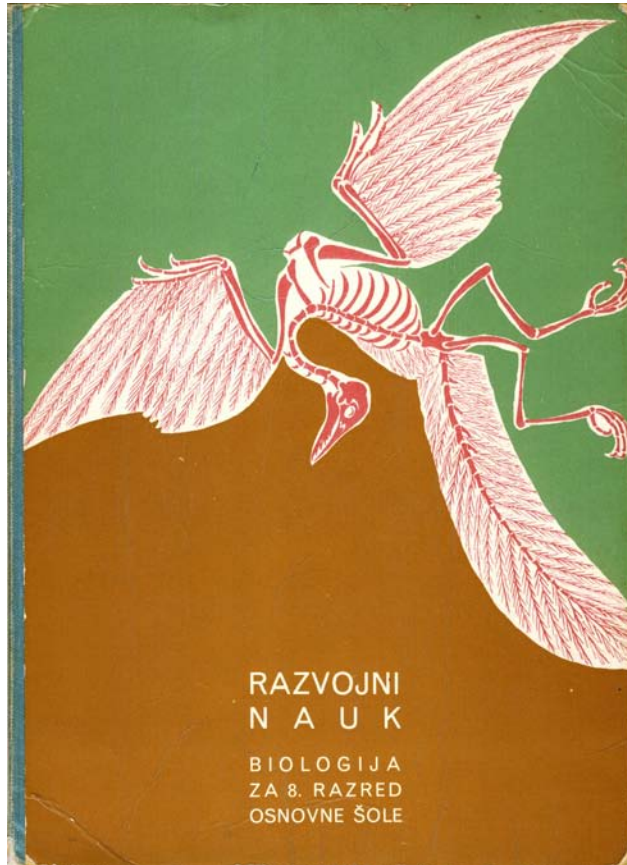
Vsak gen je nosivec določene lastnosti, npr. za barvo, za velikost organizma idr. V zvezi z drugimi geni prenaša tudi po več lastnosti hkrati.

**Mendelska genetika (teorija o dedovanju)**

pravila dedovanja opisana v besedilu (brez slik) med drugim: dominantna in recesivna lastnost



Učbenik za 8. razred:  
**1972**



## Uvod

Iz zgodovine razvojnega nauka

Dokazi, da se živa bitja spreminjajo

Vzroki in pota razvoja

Dednost

Spremenljivost

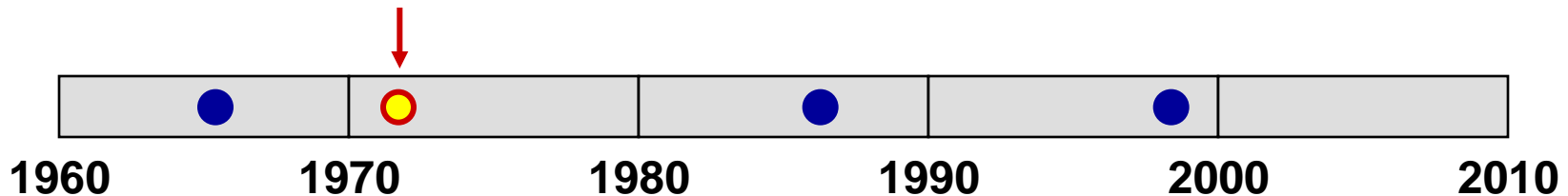
Hiperprodukcija potomcev

Naravni izbor in boj za obstanek

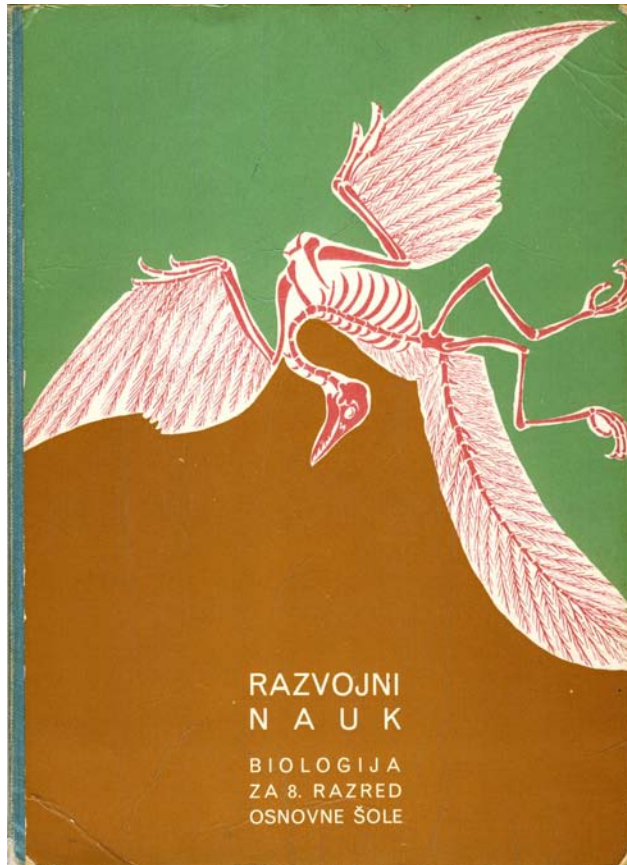
Izolacija ali osamitev – Prilagojenost kot posledica naravnega izbora – Umetni izbor

Izvor in razvoj človeka

Človek spreminja naravo



# Učbenik za 8. razred: 1972



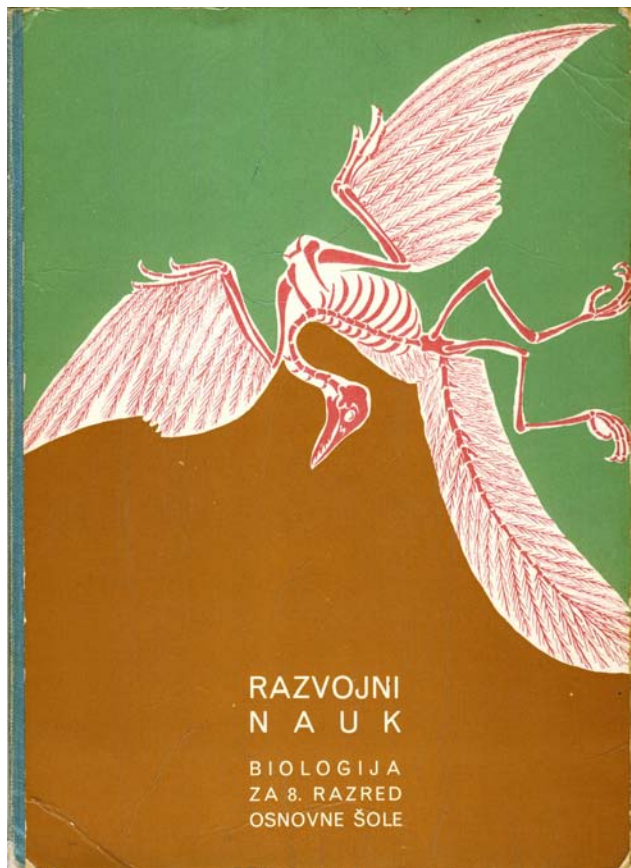
Sleherni dedni znak (lastnost) mora imeti že v plazmi oplojenega jajčeca določeno materialno zasnovo. Imenujemo jo dedna zasnova ali **gen**.

Geni, nosilci dednih znakov, so razvrščeni v kromosomih linearno, v smeri kromosomove osi.

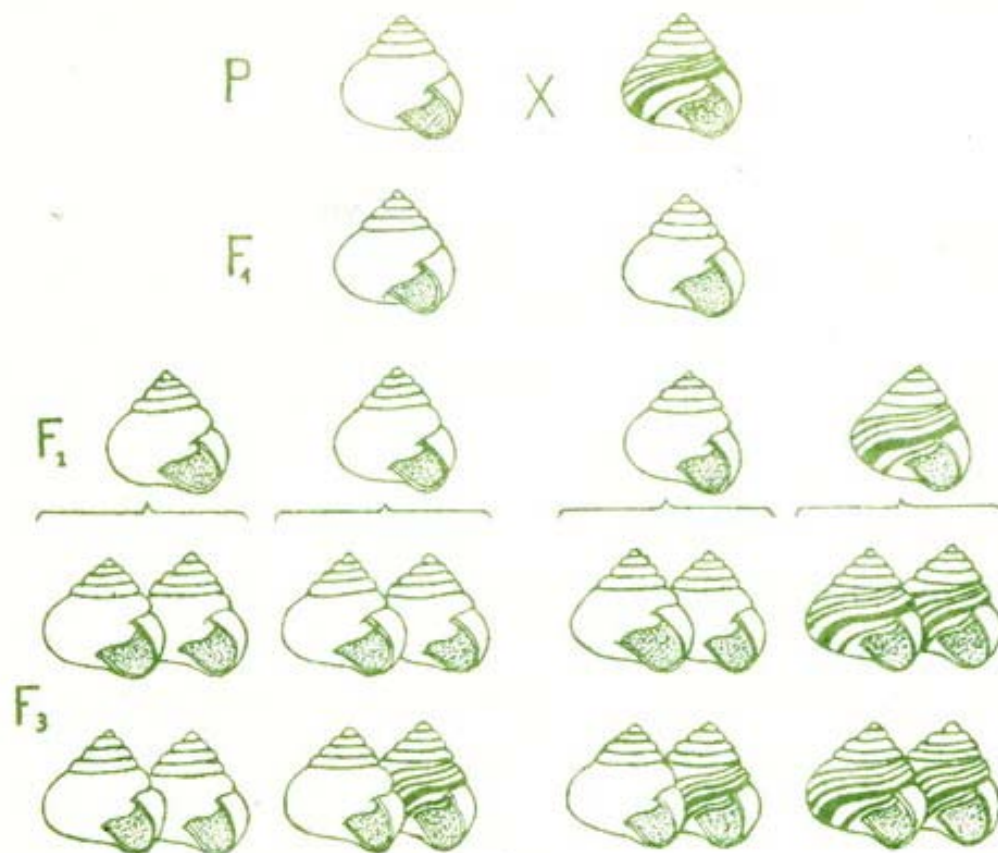
Drobni tisk:

Sodobna genetika je ugotovila, da je **dezoksiribonukleinska kislina** tista snov, ki omogoča dedovanje in določa genotip organizma.

# Učbenik za 8. razred: 1972



## Mendelska genetika

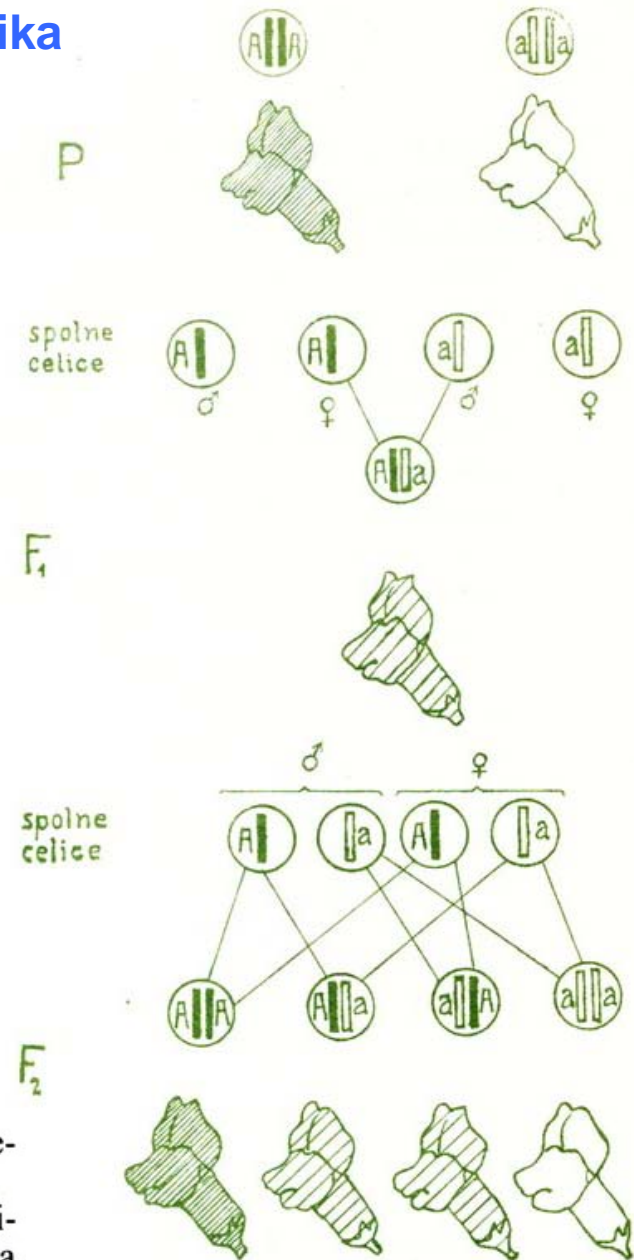
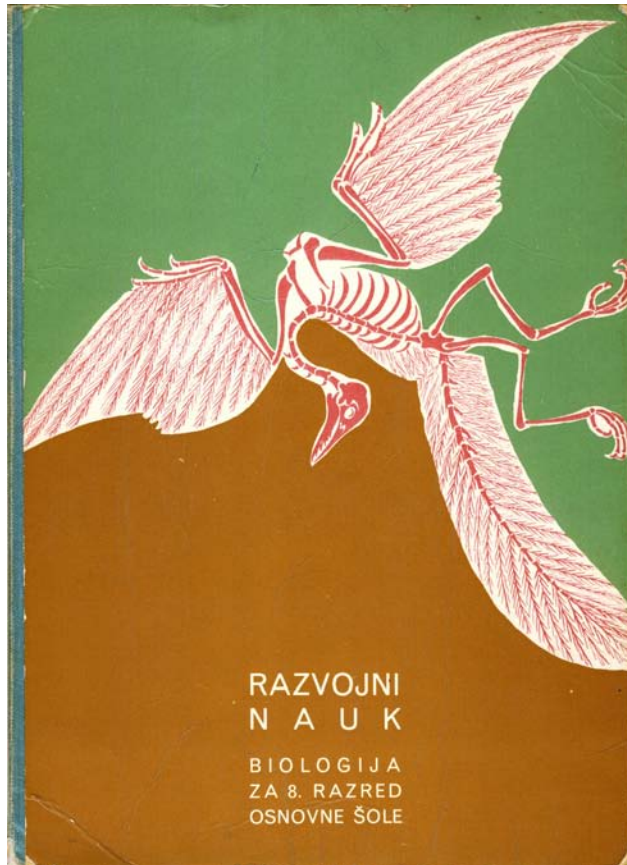


Križanje dveh zvrsti drevesnega polža z rumeno in progasto hišico. P roditelji (levi polž z rumeno, desni s progasto hišico). F<sub>1</sub> prva generacija križancev, vsi imajo rumene hišice. F<sub>2</sub> druga generacija; F<sub>3</sub> tretja generacija.



# Učbenik za 8. razred: 1972

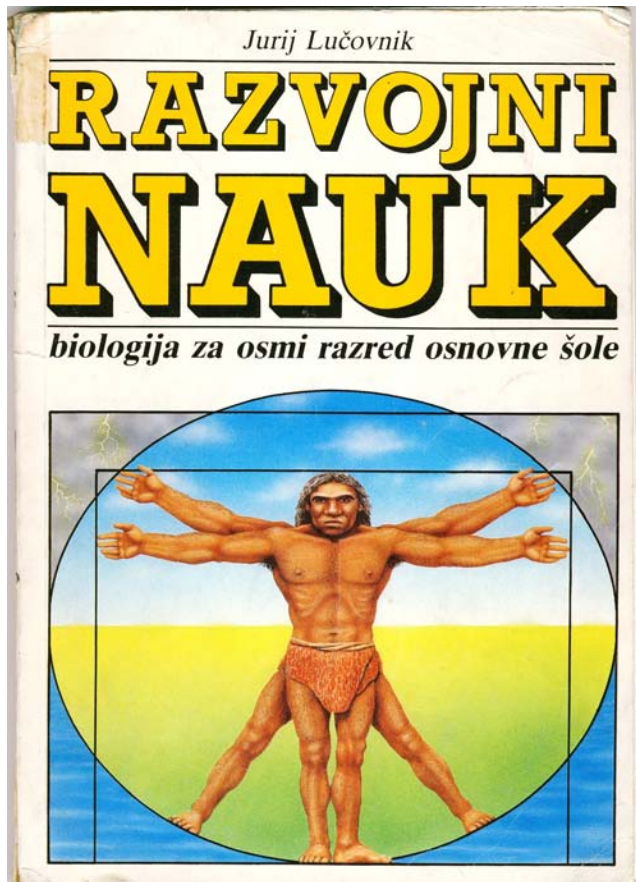
## Mendelska genetika



Dedovanje rdeče in bele barve cve-  
ta velikega odolina:  
P roditelji, F<sub>1</sub> prva generacija kri-  
žancev je rožnate barve, F<sub>2</sub> druga  
generacija križancev je barvno v  
razmerju 1:2:1; spolne celice.



Učbenik za 8. razred:  
**1987**



Uvod

Zgodovina razvojnega nauka

Spoznanja, na katerih temelji razvojni nauk

Vzroki in pota razvoja

Splošna spremenljivost živih bitij

Osebni razvoj živih bitij

Dednost

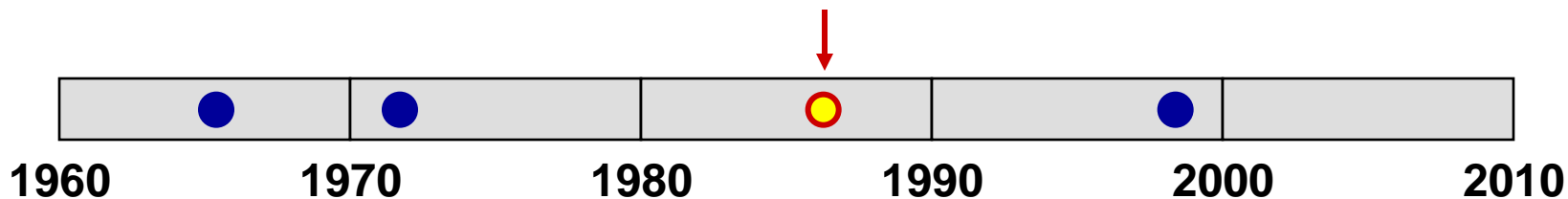
Čezmerno potomstvo in boj za obstanek

Naravni izbor

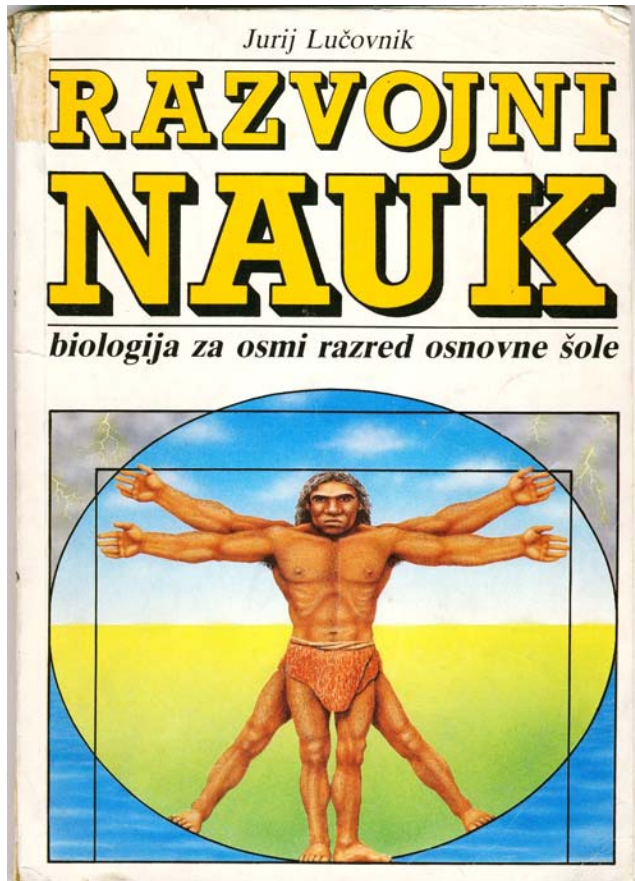
Kako nastajajo vrste

Tudi človek spreminja naravo

Izvor in razvoj človeka



Učbenik za 8. razred:  
**1987**

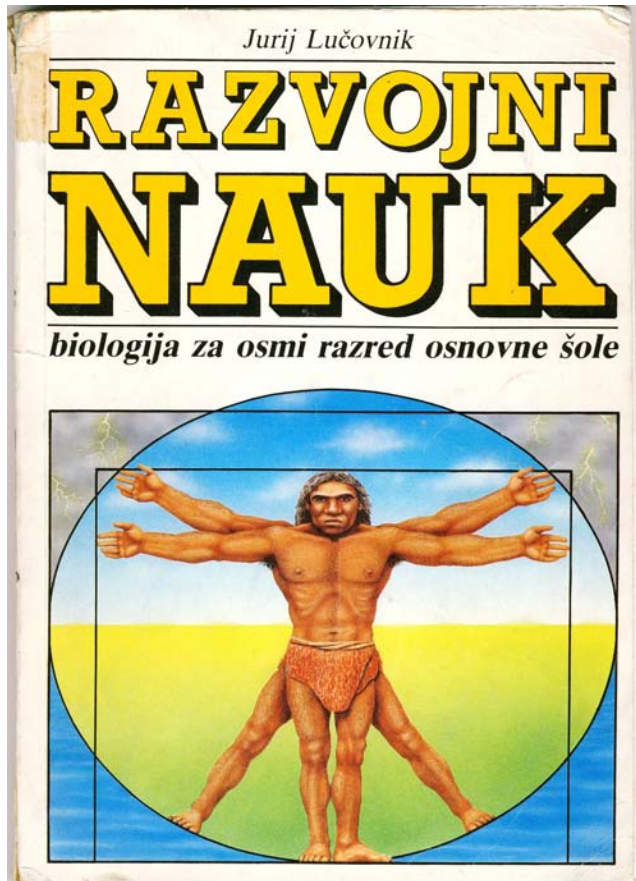


V šoli približno 20-30 let  
zaostanka za znanostjo?

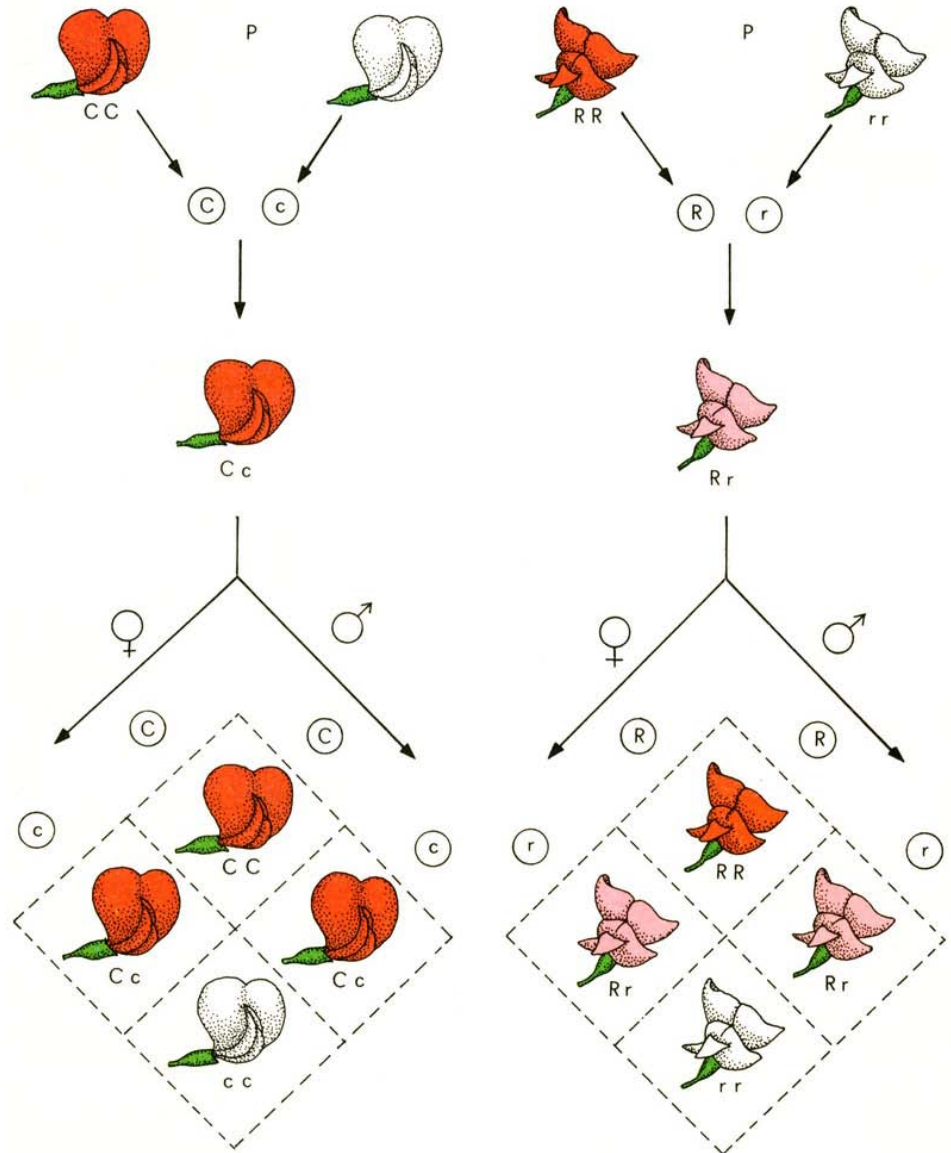
Dosedanje raziskave so pokazale, da so **molekule nukleinskih kislin** tiste osnovne enote, ki skupaj sestavljajo vzorec, po katerem naj bi se razvijal osebek, saj vsebujejo nekakšen “zapis”, ki daje “**informacijo**”, kako naj se izoblikuje vsaka posamezna lastnost osebk. Te osnovne enote imenujemo **geni**.

Molekule nukleinskih kislin v kromosomih vsebujejo v nekakšni “skrivni pisavi” (**šifri**) informacijo, kakšna **beljakovinska molekula** bo nastala v živi celici, če bo določena molekula nukleinske kisline (gen) aktivna. Beljakovinska molekula pa lahko deluje kot **encim** (katalizator v živi celici) in omogoči izoblikovanje neke lastnosti.

Učbenik za 8. razred:  
**1987**

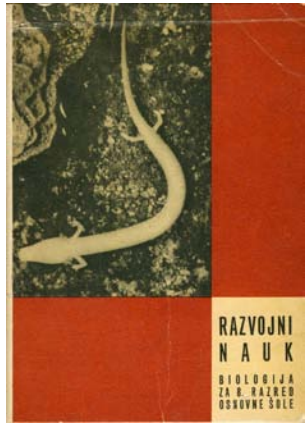


**Mendelska genetika**

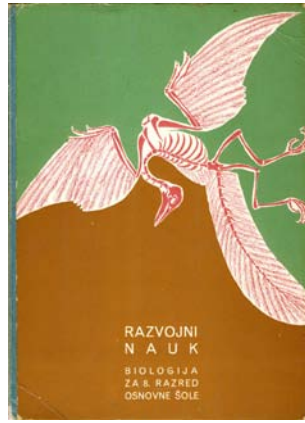


Križanje rdečecvetnega in belocvetnega graha (levo) ter rdečecvetnega in belocvetnega odolina (desno)

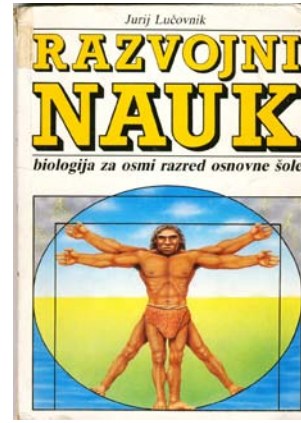
1965



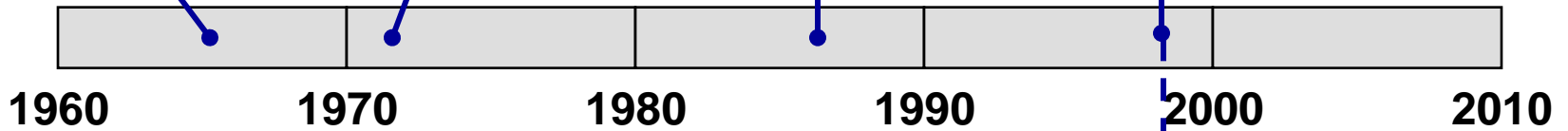
1972



1987



1998  
UN za  
devetletko



**Evolucija**



**ves 8. razred**

**vkjučuje teorijo o dedovanju  
poleg tega nekateri cilji v 5. do 7. razredu  
evolucijsko naravnani**

**krčenje predmeta biologija  
s treh let na dve leti**

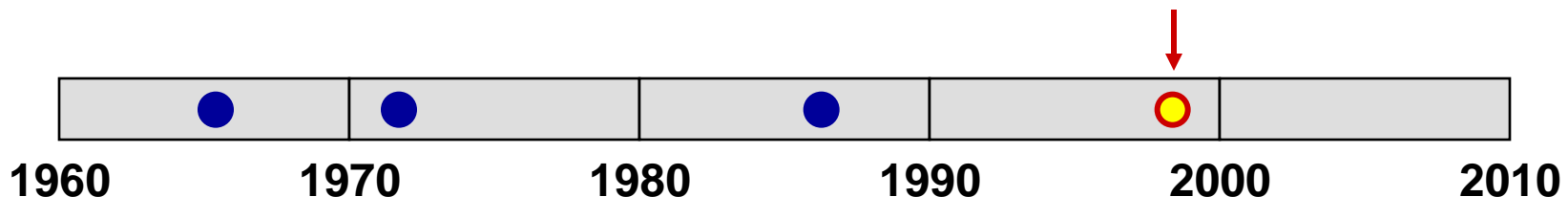


# Učni načrti za devetletko (1998)

Zadnji 4 razredi OŠ (Naravoslovje 6 in 7, Biologija 8 in 9)

## 8. razred (bivši 7. razred) – vsebinski sklopi:

1. Biologija kot veda o življenju
2. Temelji ekologije
3. Življenjska pestrost
4. Sistematika **z evolucijo**
5. Sistematika **in evolucija**



# **Učni načrti za devetletko (1998)**

**Zadnji 4 razredi OŠ (Naravoslovje 6 in 7, Biologija 8 in 9)**

## **Mehanizmi evolucije?**

**8. razred: 1 od 52 ciljev v UN (pogojno !!!)**

### **Sklop “Biologija kot veda o življenju”**

**spoznajo Darwinovo razvojno teorijo**

(pojmi: **razvojni nauk, Darwin**)

### **Sklop “Sistematika z evolucijo”**

**4 cilji, nobeden se ne nanaša neposredno na evolucijo**

# **Učni načrti za devetletko (1998)**

## **Zadnji 4 razredi OŠ (Naravoslovje 6 in 7, Biologija 8 in 9)**

### **Mehanizmi evolucije?**

#### **8. razred**

#### **Sklop “Sistematika in evolucija”**

**dobijo predstavo o nastanku življenja na Zemlji in temeljno časovno predstavo o evolucionem razvoju živih bitij**  
(pojmi: evolucija, fosili, živi fosili)

**se poučijo o pojavu prvih rastlin na Zemlji**

**spoznajo evolucionski razvoj pomembnejših rastlinskih skupin**  
(pojmi: rastlinski fosili)

**poučijo se o pojavu prvih živali na Zemlji**

**spoznajo evolucionski razvoj pomembnejših živalskih skupin**  
(pojmi: živalski fosili)

# Učni načrti za devetletko (1998)

Zadnji 4 razredi OŠ (Naravoslovje 6 in 7, Biologija 8 in 9)

## Mehanizmi evolucije?

Nikjer niso omenjeni:

čezmerno potomstvo

dedna raznolikost in spremenljivost

omejeni naravni viri

boj za obstanek

naravni izbor

umetni izbor - Naravoslovje 6, sklop "Njiva in polje":

spoznajo, da je poljščine vzgojil človek z umetnim izborom

→ izključno evolucijska zgodovina  
(NE mehanizmi evolucije)



# Učni načrti za devetletko (1998)

## Zadnji 4 razredi OŠ (Naravoslovje 6 in 7, Biologija 8 in 9)

### Dedovanje?

**Nikjer ni omenjeno !!!** (v zadnjih 4 razredih OŠ)

**Gen** – NI omenjen

### Sklop “Celice – tkiva – organi” (9. razred)

**DNK** – samo med pojmi – zgradba in delitev celice  
(ni ustreznega cilja)

### Didaktična priporočila

Učitelj seznanj učence z molekulo DNK v povezavi s kromosomi.  
**Znanja o molekuli DNK učitelj naj ne preverja in ocenjuje.**

**Principov dedovanja NI.**

# Kaj se leta 2009 učijo učenci v slovenskih osnovnih šolah?

**Mehanizmi evolucije**



Darwin 1859: *O nastanku vrst*  
(pred 150 leti)

Evolucijska zgodovina



Lamarck 1809:  
objava hipoteze o postopnem spreminjanju vrst skozi dolga časovna obdobja (fosili)  
(pred 200 leti)

**Dedovanje**



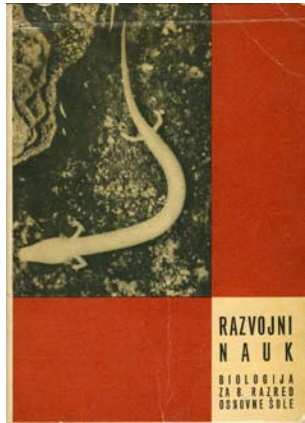
Mendel 1866  
(pred ~140 leti)  
1900: ponovno odkritje Mendla  
(pred ~110 leti)

**Ali se je 19. in 20. stoletje sploh zgodilo?**

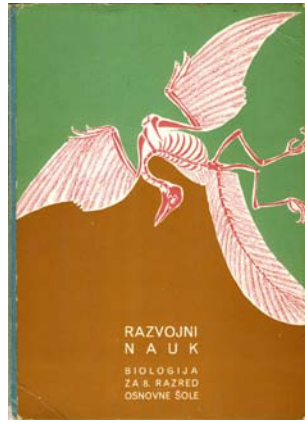
Darwin  
celična teorija

genetika

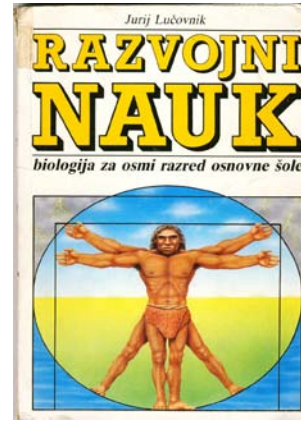
1965



1972

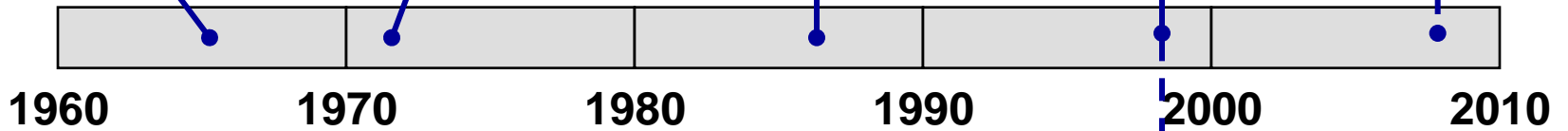


1987



1998  
UN za  
devetletko

2008  
Posodobljeni  
UN



Mehanizmi  
evolucije



Evolucijska  
zgodovina



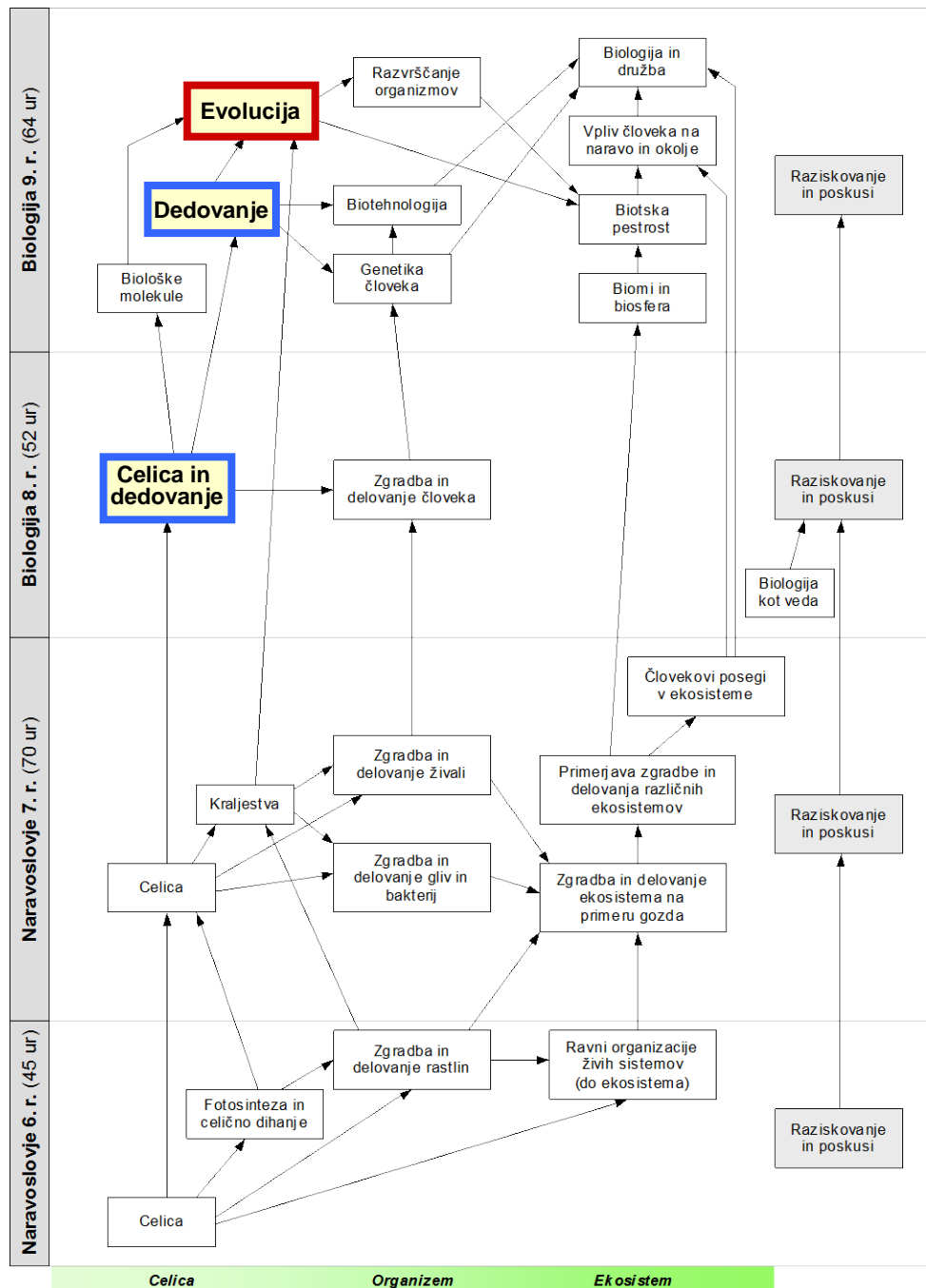
Dedovanje



# Osnovna šola (6. do 9. razred): Posodobljeni UN

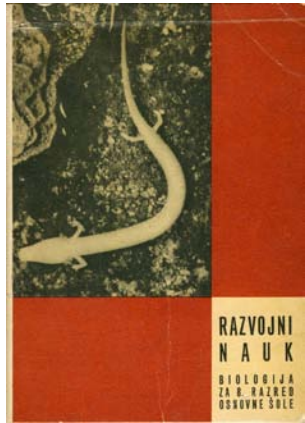
Vsako leto zaključi  
osnovnošolsko  
izobraževanje  
20 do 25 tisoč državljanov  
(> 1% prebivalstva).

pripravljeni, **nevedeni**  
("v predalu" na MŠŠ)

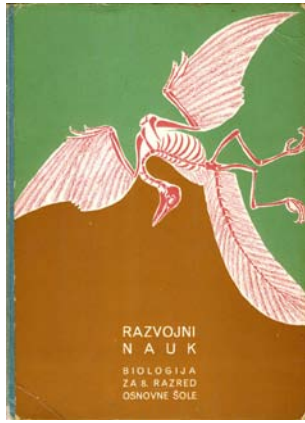




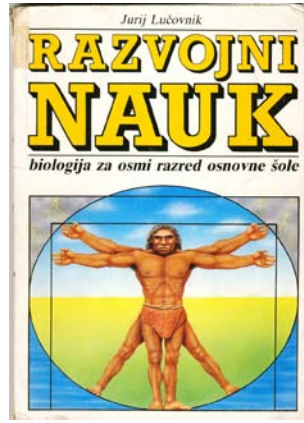
1965



1972

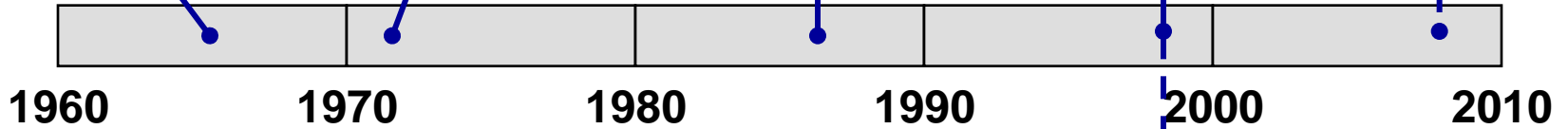


1987



1998  
UN za  
devetletko

2008  
Posodobljeni  
UN



Mehanizmi  
evolucije



Evolucijska  
zgodovina



Dedovanje



**Darwinovo leto 2009:  
Evolucija se NI VRNILA v osnovno šolo.**

?

# Evolucija v gimnaziji

**1947:** v gimnaziji predmet *Temelji razvojnega nauka*

**naslednja obdobja:**

**velik poudarek na evolucijski teoriji in teoriji o dedovanju**

Primer: učbenik 1965 – 3. letnik gimnazije:

Osnove ekologije

Osnove genetike

Temelji razvojnega nauka

Naravni izvor in razvoj človeka

Nastanek življenja

**“stari” učni načrti (1998-2008):**

**Evolutija** je okrnjena (7 ur + evolucija človeka).

**Teorije o dedovanju** ± ni v obveznem programu.

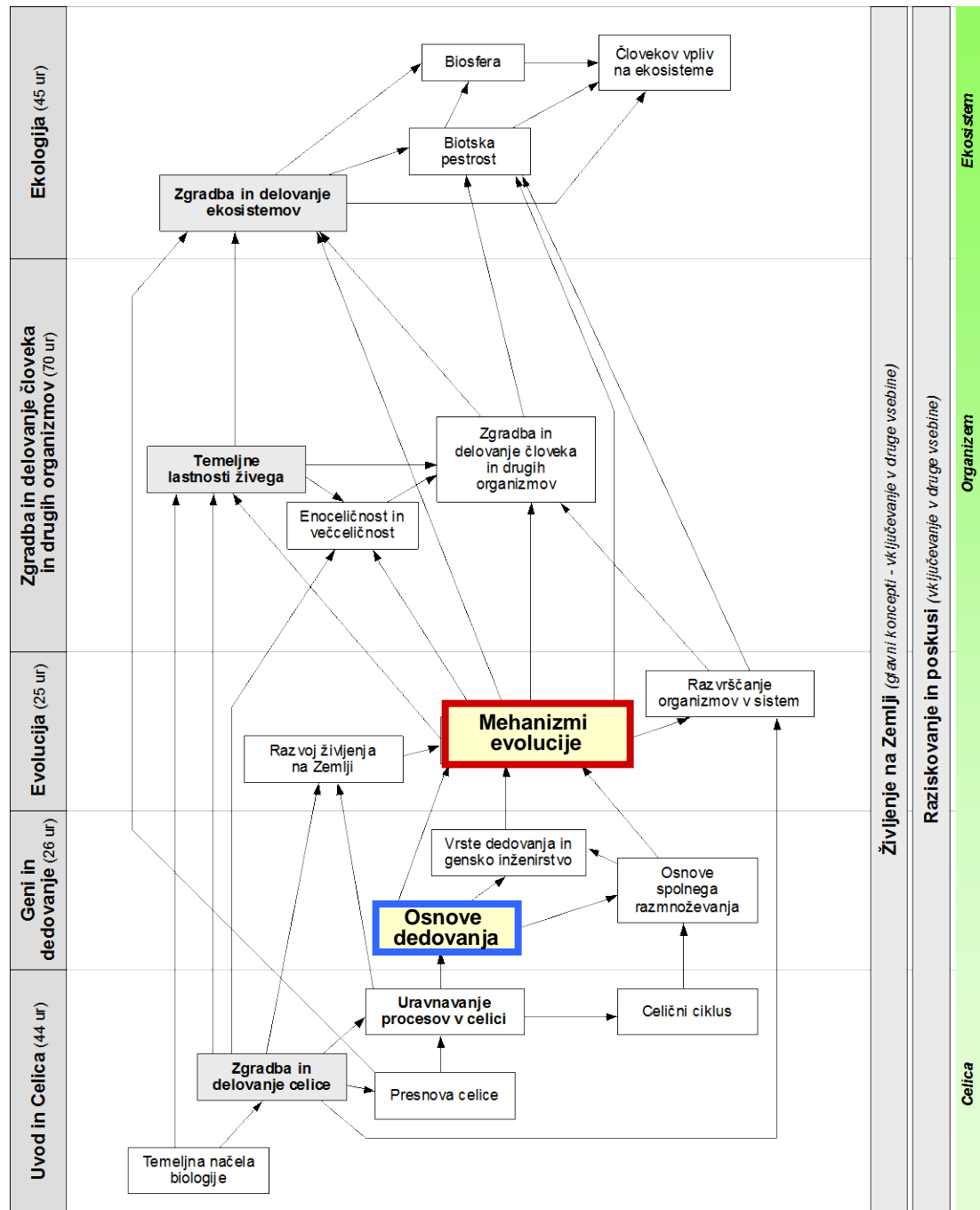
(samo humana genetika – 8 ur; ne kot splošni princip)

**Teorija o dedovanju** le za dijake, ki opravljajo maturo iz biologije

(4. letnik - izbirno)

# Gimnazija: Posodobljeni UN (obvezni program: 3 leta, 210 ur)

uvredba v 1. letnik  
v šolskem letu 2008/09





Anna Zeligowski: Darwin 1





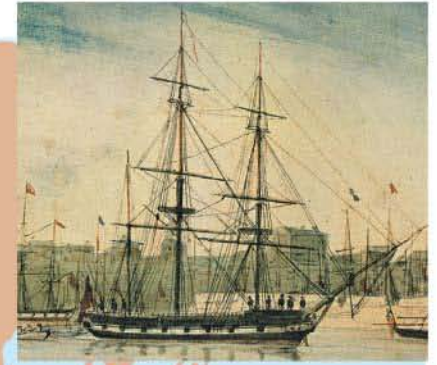




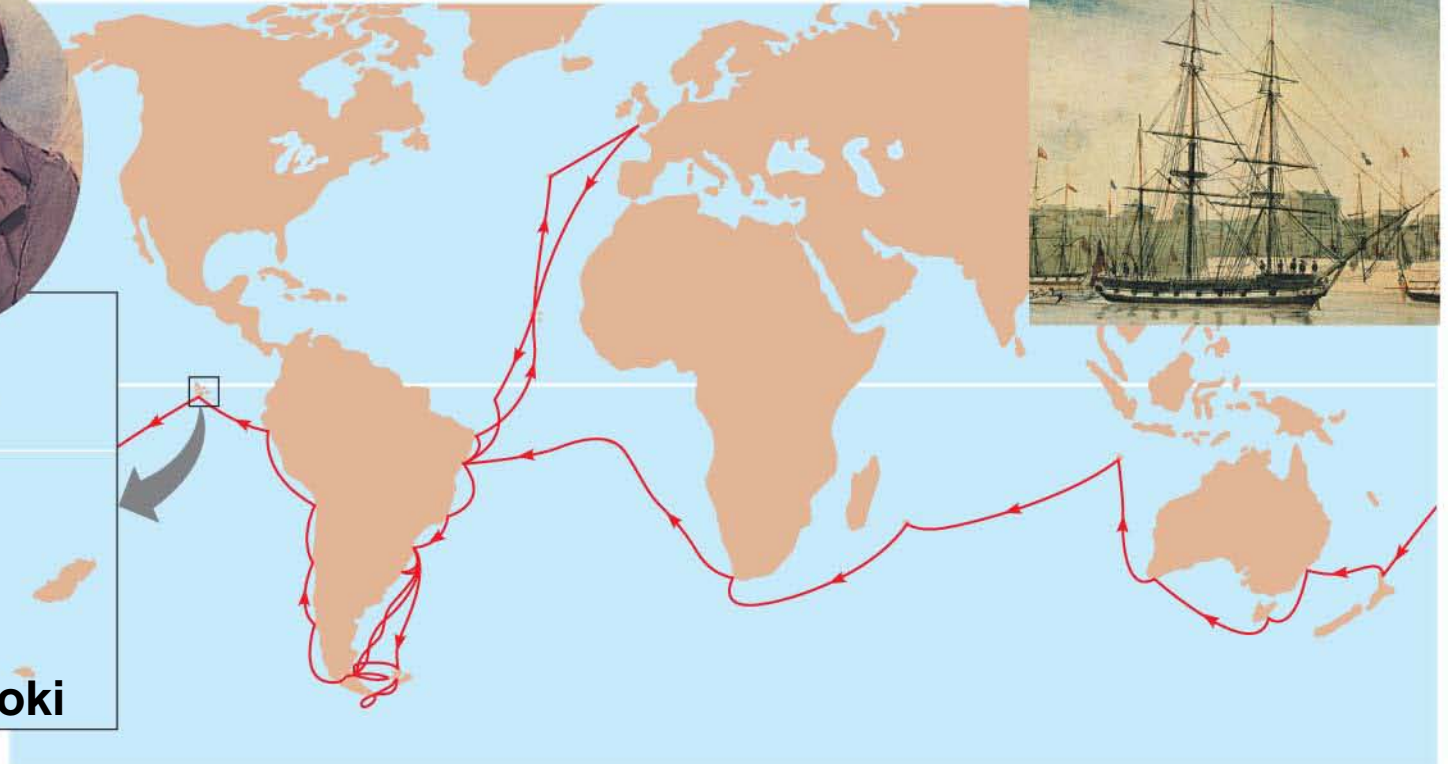
**Evolucija kot povezovalni  
biološki koncept v šoli – primer:**

**“Darwinove” želve**

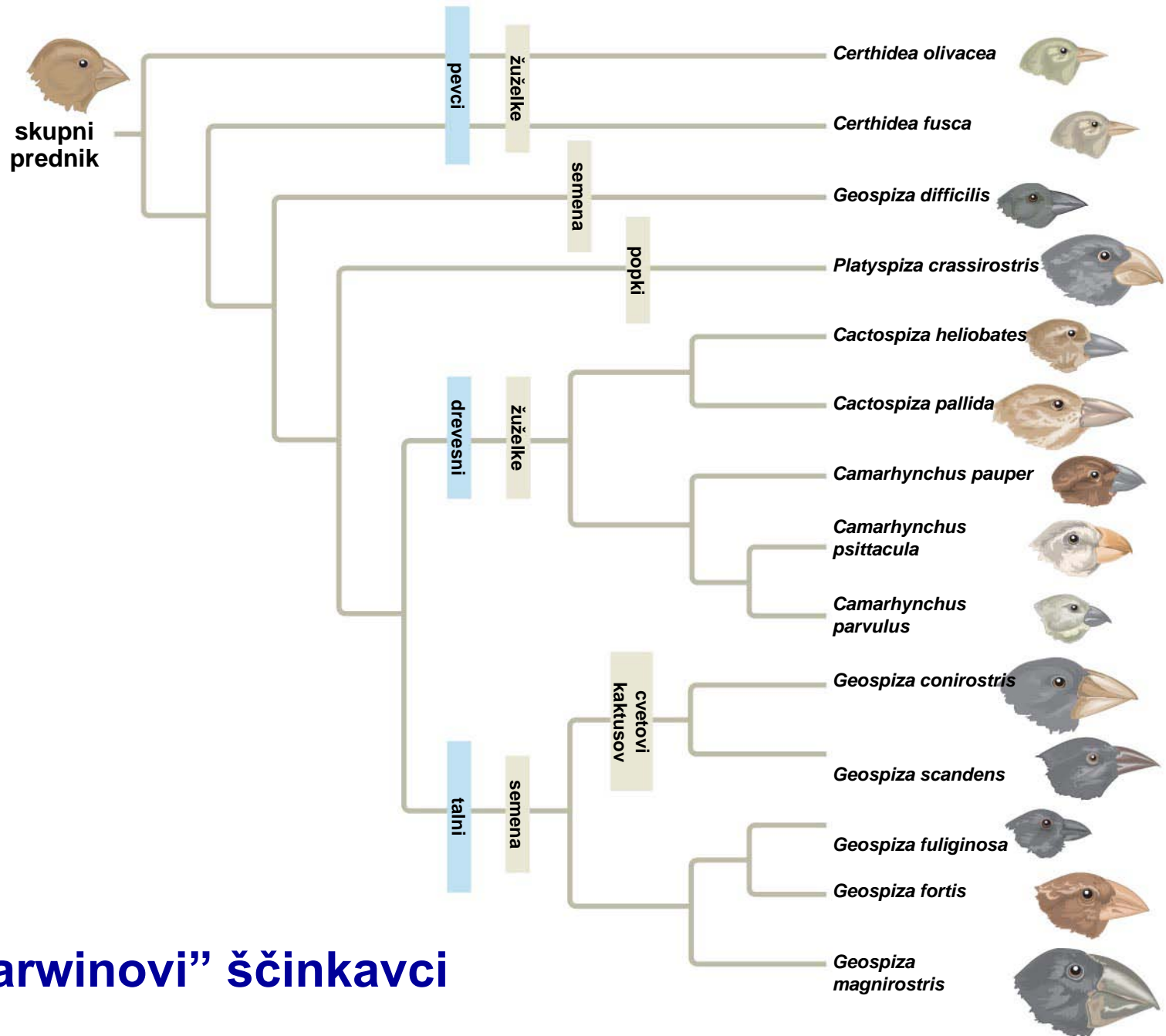
# Darwinovo potovanje



**Galapaški otoki**



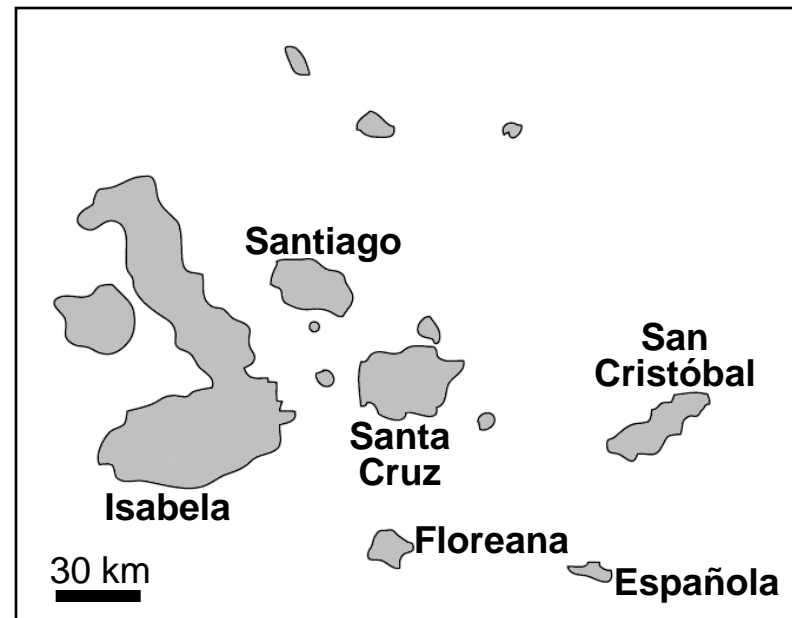
**Prihod na Galapaške otoke: 15. september 1835**



## “Darwinovi” ščinkavci

# “Darwinove” želve

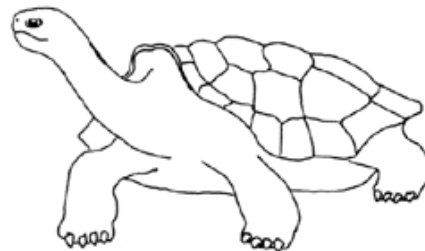
Prebivalci pravijo, da lahko **razlikujejo želve, ki prihajajo z različnih otokov**; in da se te ne razlikujejo samo po velikosti, ampak tudi po drugih značilnostih. Kapitan Porter je opisal, da imajo tiste z otoka Floreana in s temu bližnjega otoka Española oklepe spredaj debele in obrnjene navzgor kot špansko sedlo, medtem ko so želve z otoka Santiago bolj okrogle, bolj črne in kuhane boljšega okusa.



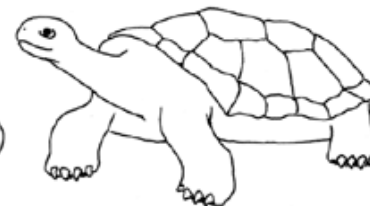
Charles Darwin (1845)



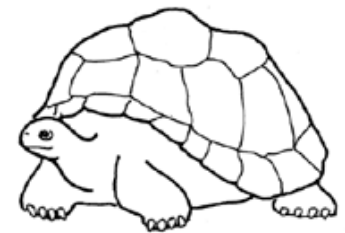
galapaška želva  
*Geochelone nigra*



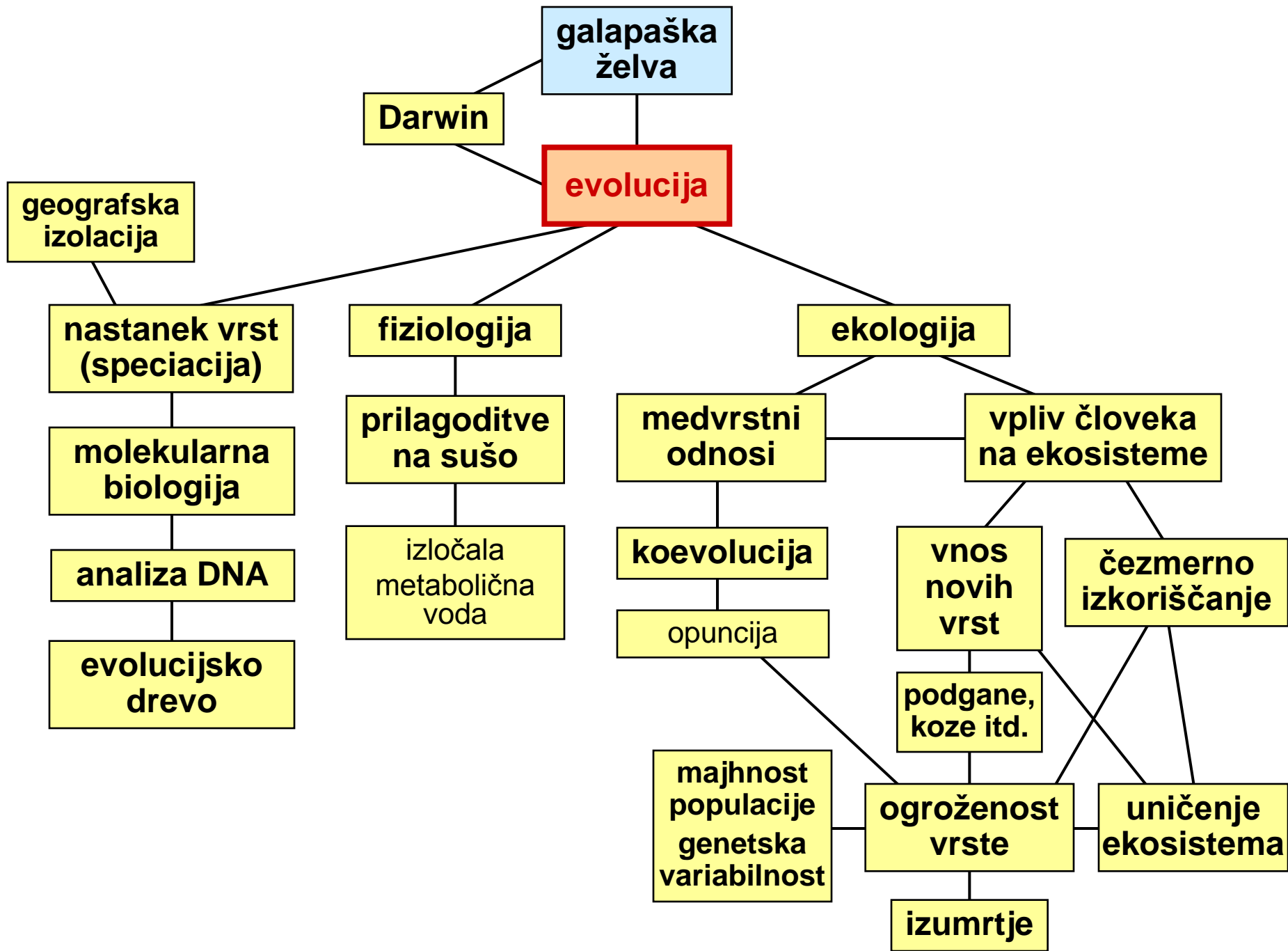
sedlasti oklep



vmesni oklep

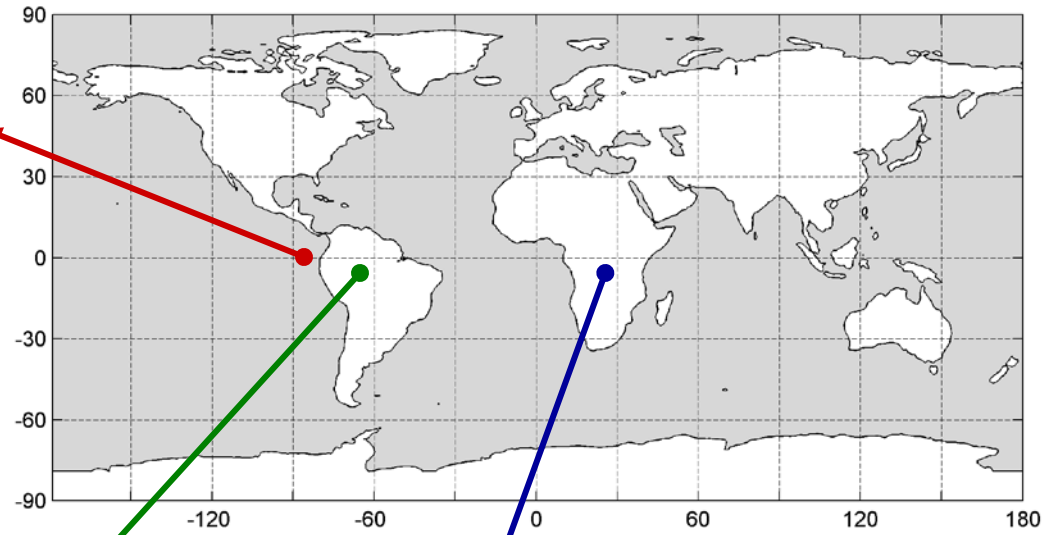
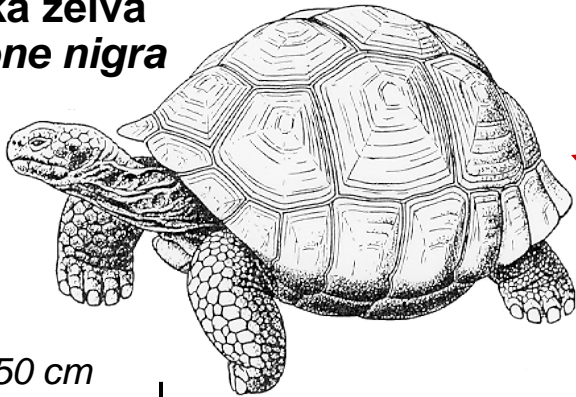


kupolasti oklep





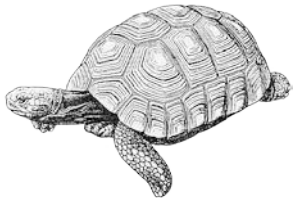
galapaška želva  
*Geochelone nigra*



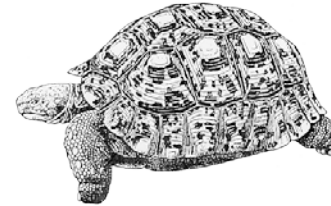
argentinska želva  
*Geochelone chilensis*



rdečenoga želva  
*Geochelone carbonaria*



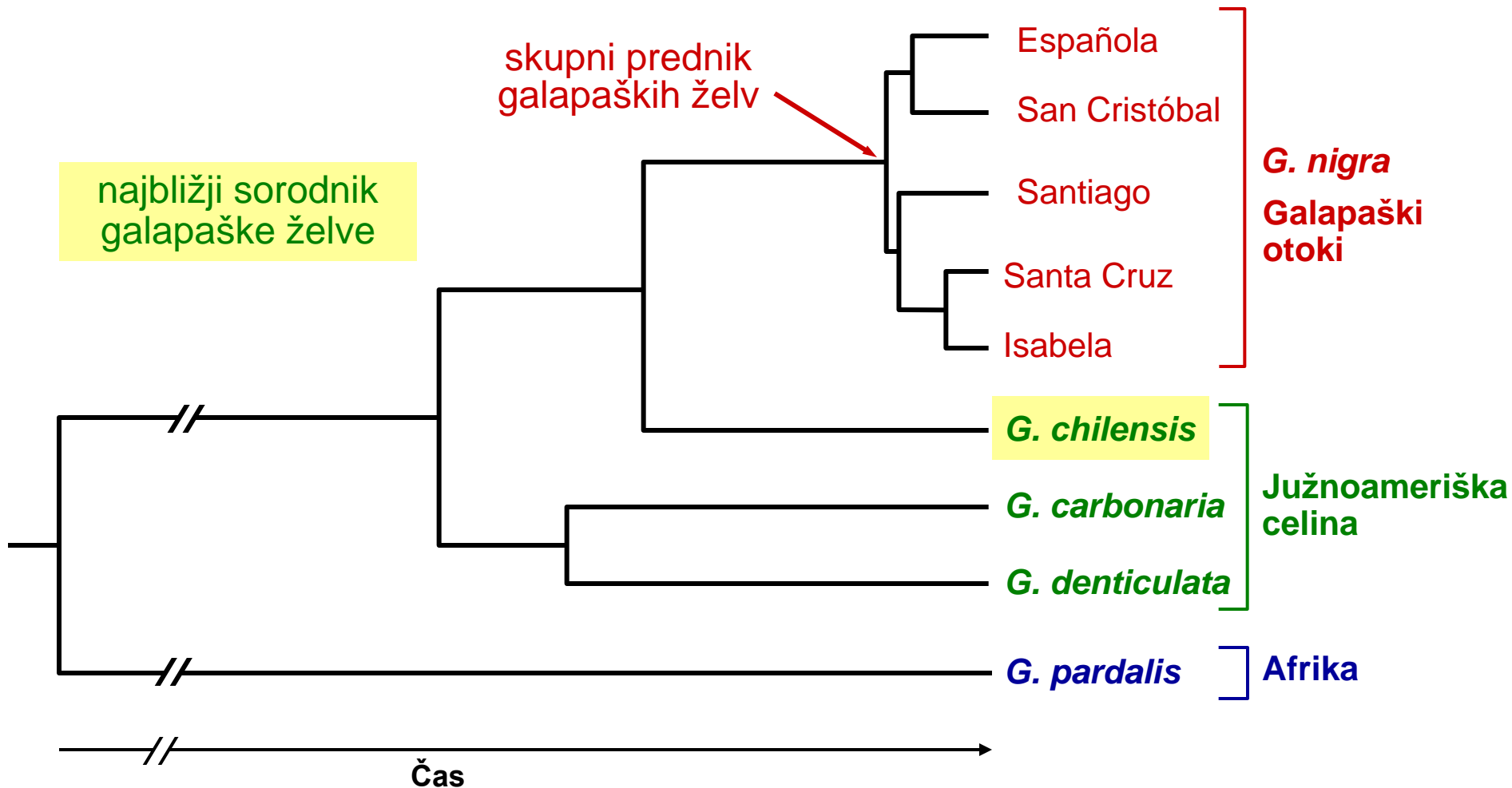
južnoameriška rumenonoga želva  
*Geochelone denticulata*

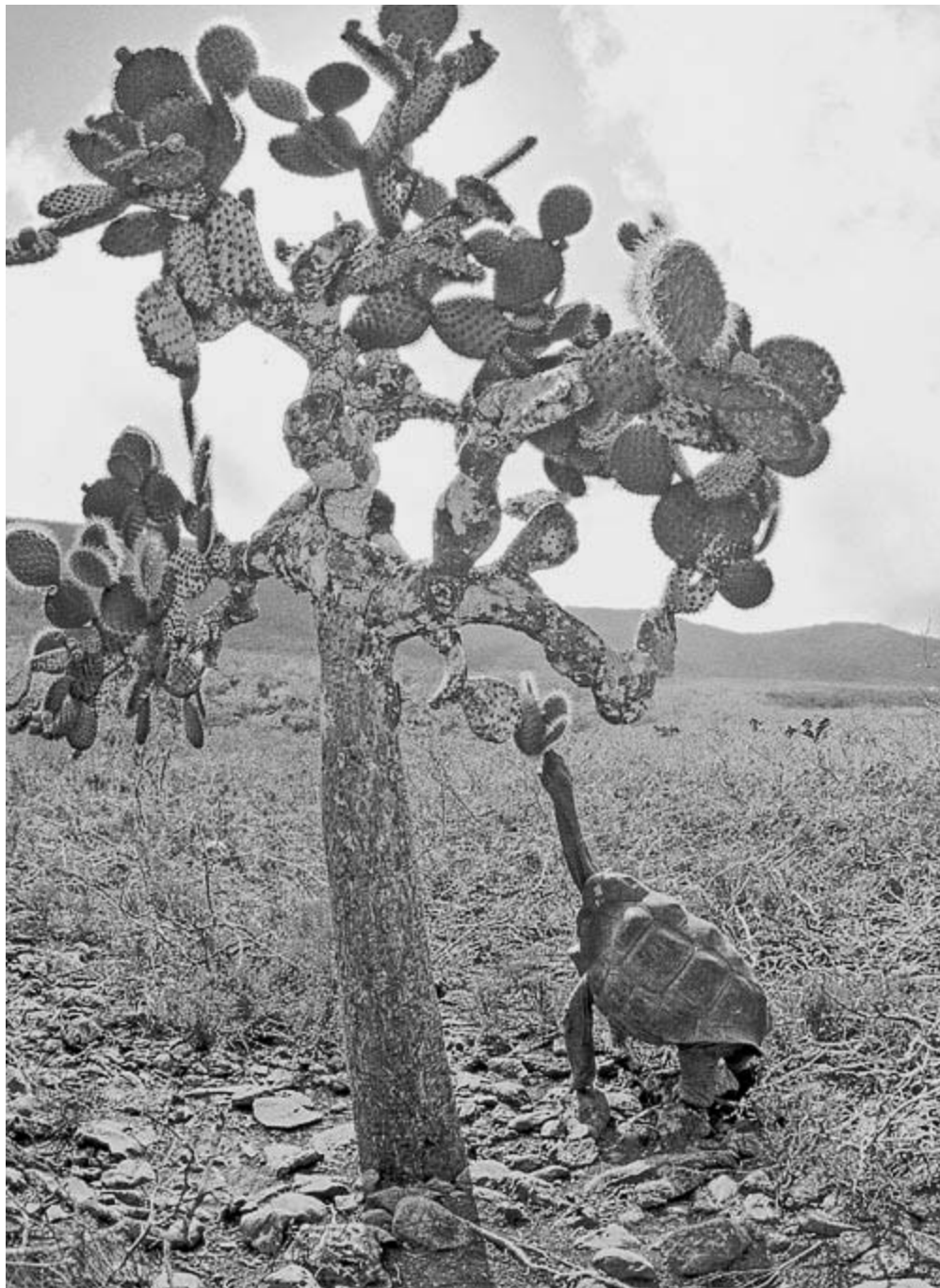


leopardja želva  
*Geochelone pardalis*

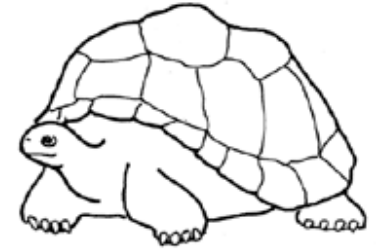
# Evolucijsko drevo želv

primerjava zaporedja nukleotidov v DNA



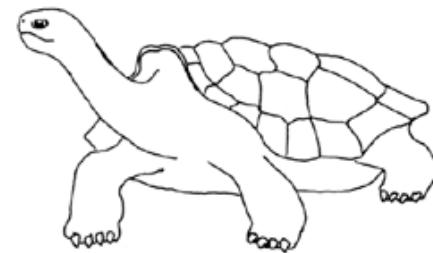


**kupolasti oklep**



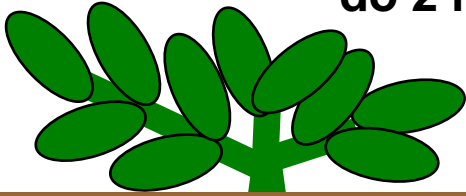
**kaktus opuncija**

**sedlasti oklep**

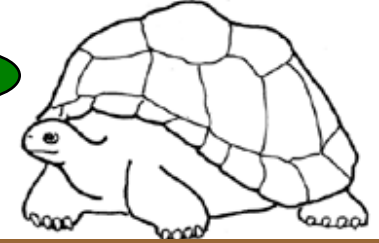
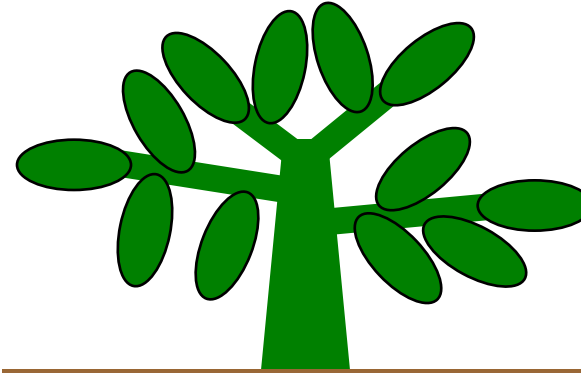


otoki brez želv

do 2 m

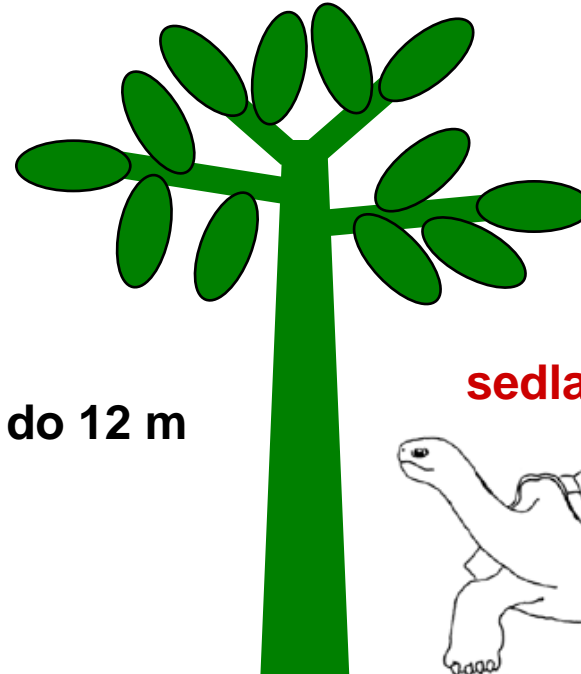


kupolasti oklep

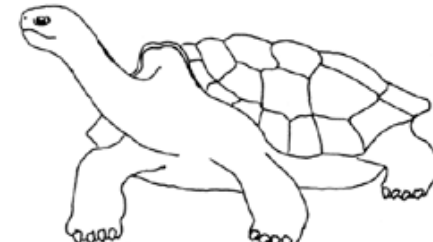


**Koevolucija**

do 12 m

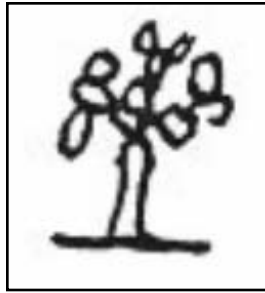


sedlasti oklep



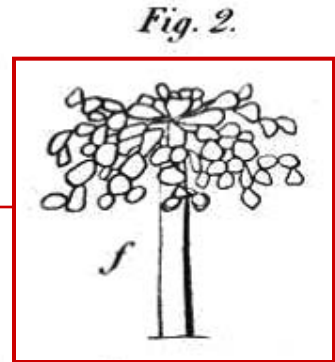
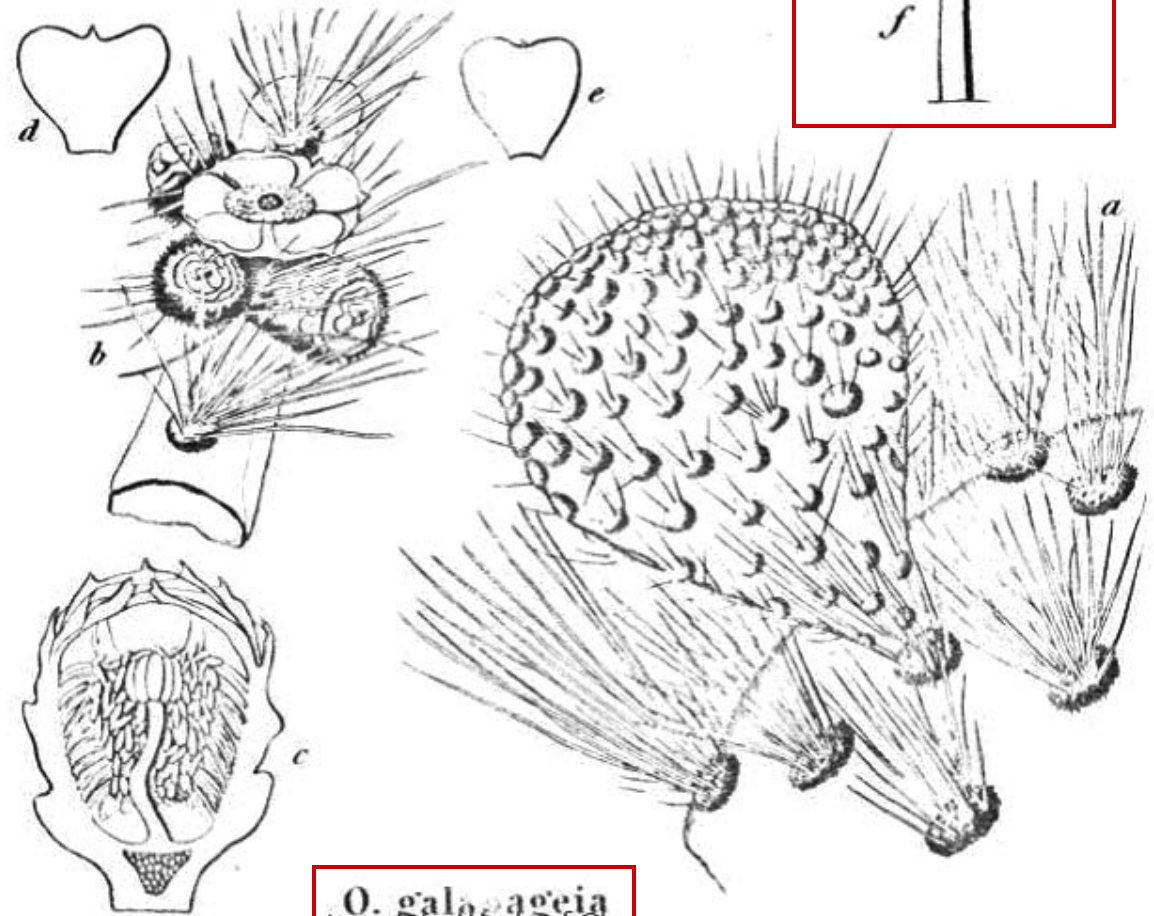
**Henslow 1837:  
opis nove vrste opuncije**

From the summit of the trunk numerous branches spread on all sides, somewhat in the manner represented by Fig. f., taken from a very rude sketch of Mr Darwin's.



**Darwinovi zapiski in skica  
+ posušen primerek**

***Opuntia galapagea* =  
danes:  
*Opuntia megasperma*  
var. *megasperma***





# Vpliv človeka na ekosisteme

preden Evropejci odkrijejo Galapaške otoke (1535):

**250 000 želv**

edini plenilec galapaška kanja

**17. do 19. stoletje: kitolovci, lovci na tjujnje in pirati:**

**odvzem 200 000 želv** (za hrano na dolgih plovbah)

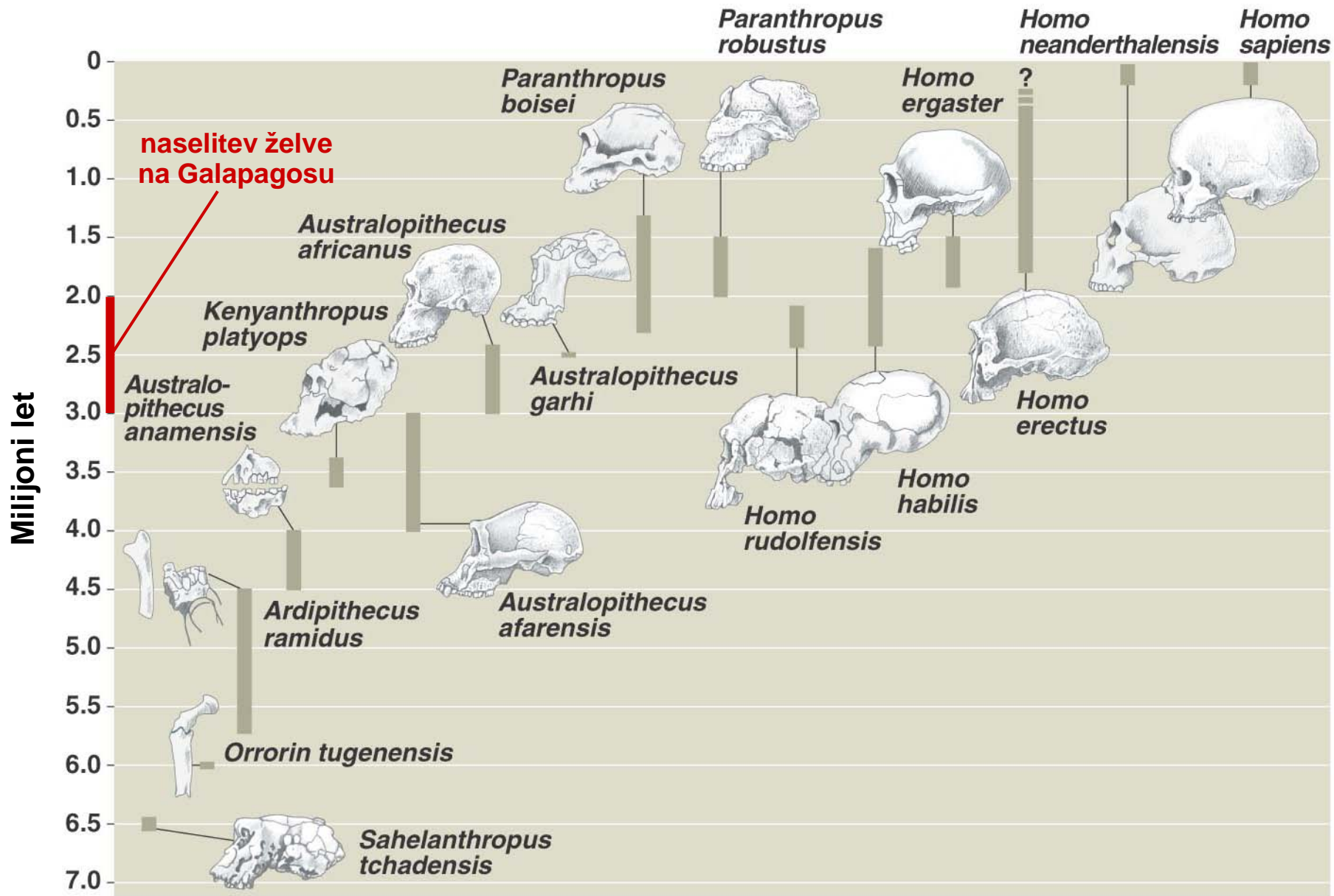
**Človekova naselitev otokov:**

vnos novih vrst (podgane, koze ...)

**Danes:**

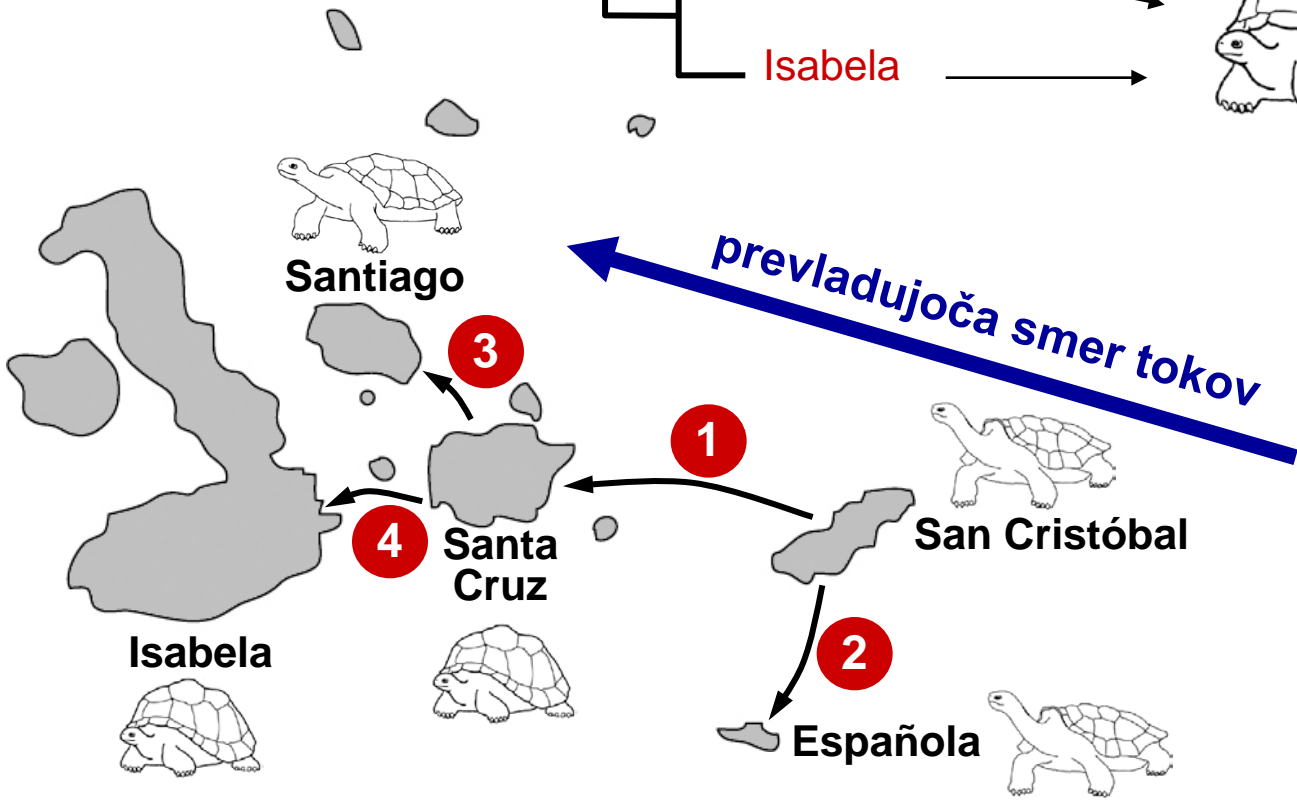
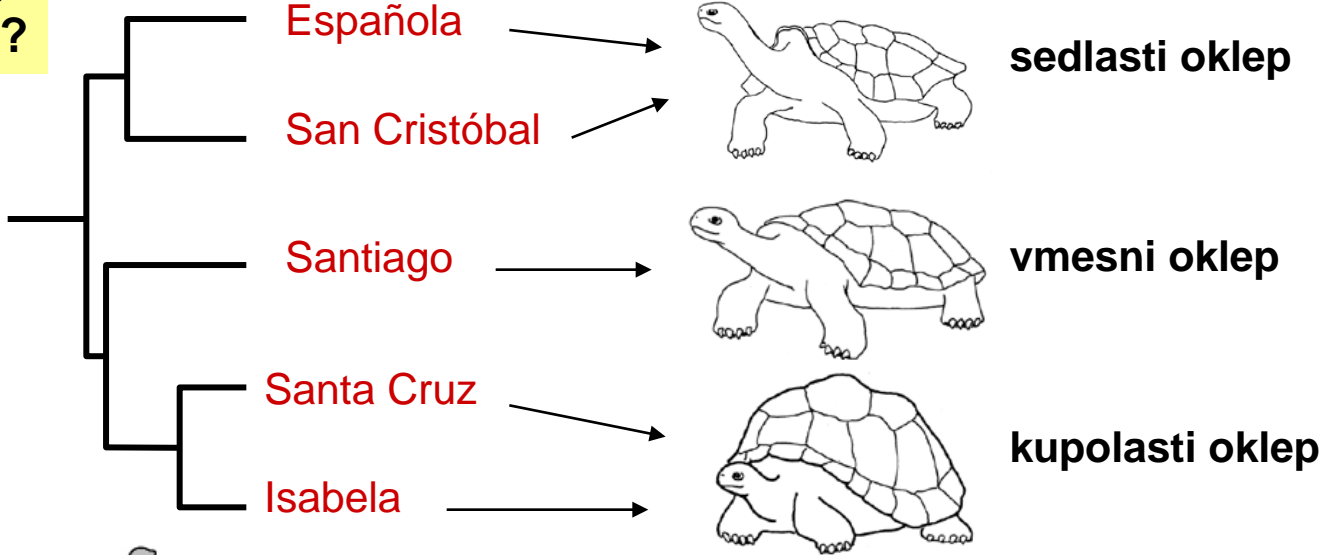
**15 000 želv**

vzgoja mladičev v ujetništvu in vračanje v naravo



Kakšna oblika oklepa je evlucijsko izvorna?

*G. nigra*



# Darwinova “dediščina”?



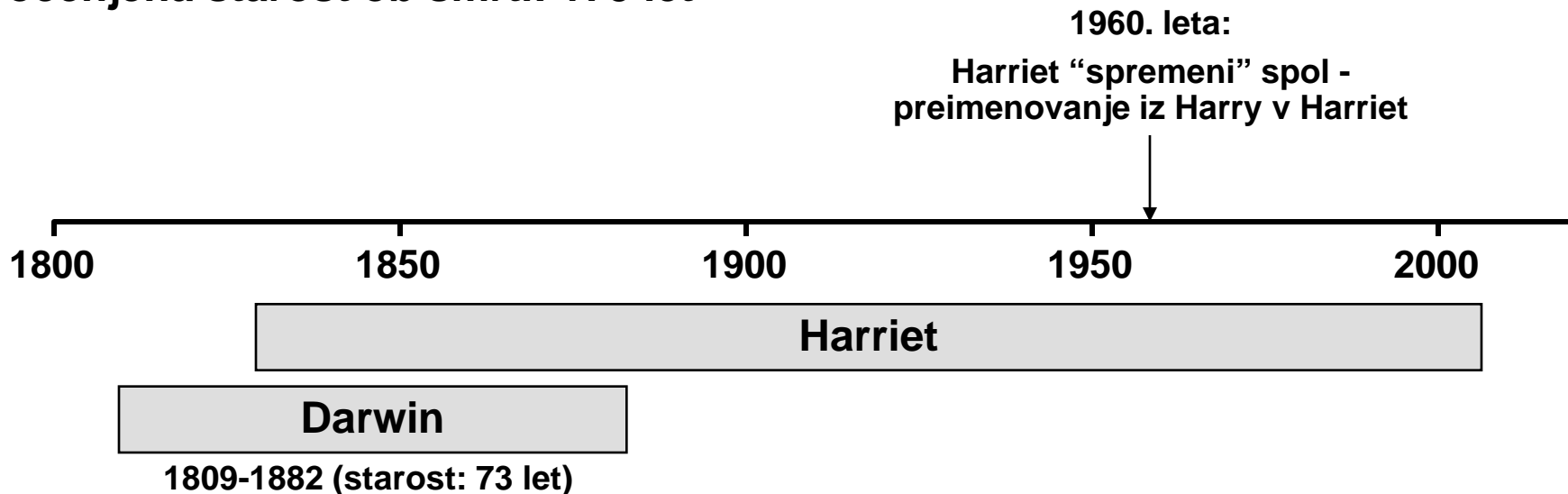
**Harriet (~1830-2006)**  
**ocenjena starost ob smrti: 175 let**

**analiza genov: Santa Cruz**

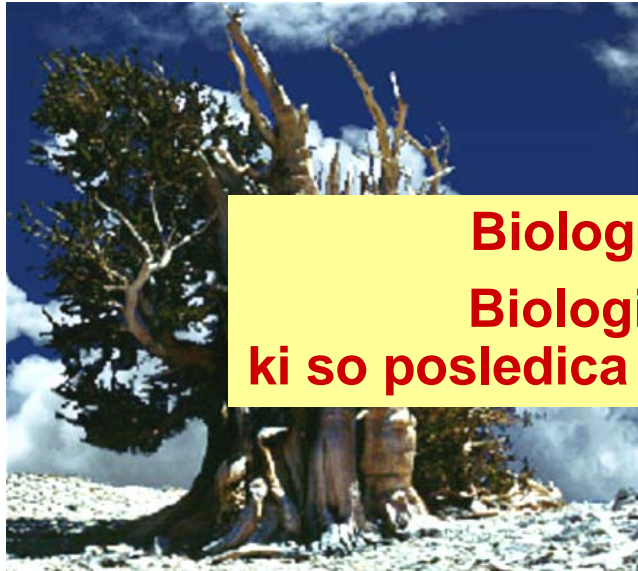
**Darwin tega otoka ni obiskal**

**verjetno jo je Darwin pobral na Galapagosu (1835) in jo odpeljal v Anglijo**

**kasneje prenos v Avstralijo (1841)**



# Dolgoživost?



**Biologija ni knjiga rekordov.  
Biologija je svet "čudežev",  
ki so posledica evolucije z naravnim izborom.**

**dolgoživi bor (~4000 let)**

**orjaška sekvoja (~3200 let)**

-2000

-1000

0

1000

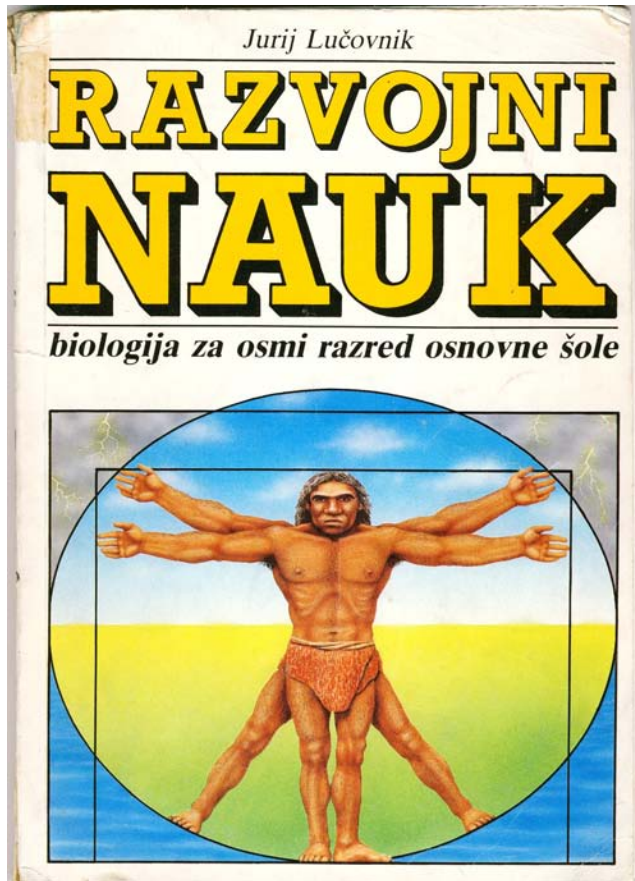
2000

 Darwin

 Harriet



Učbenik za 8. razred:  
**1987**



V šoli približno 20-30 let  
zaostanka za znanostjo?



George Beadle  
(1903-1989)



Edward Tatum  
(1909-1975)

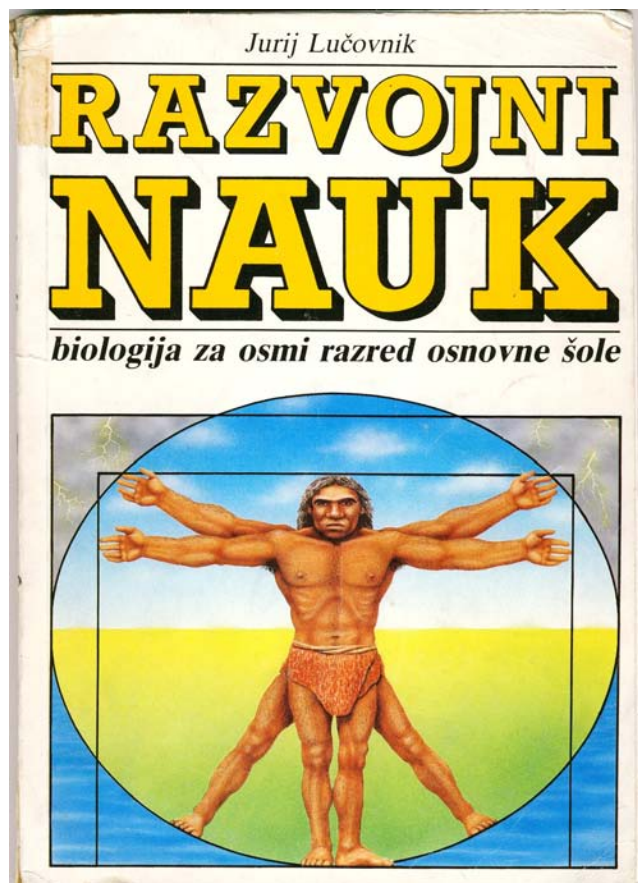
hipoteza en gen – en encim

**Nobelova nagrada 1958**

poskusi 40. leta 20. stoletja

Molekule nukleinskih kislin v kromosomih vsebujejo v nekakšni “skrivni pisavi” (šifri) informacijo, kakšna **beljakovinska molekula** bo nastala v živi celici, če bo določena molekula nukleinske kisline (gen) aktivna. Beljakovinska molekula pa lahko deluje kot **encim** (katalizator v živi celici) in omogoči izoblikovanje neke lastnosti.

Učbenik za 8. razred:  
**1987**



Že leta 1982 v **srednji šoli** –  
usmerjeno izobraževanje (morda že prej):  
zgradba molekule DNA  
mutacije kot spremembe zaporedja nukleotidov itd.

Molekule nukleinskih kislin v kromosomih vsebujejo v nekakšni “skrivni pisavi” (**šifri**) informacijo, kakšna **beljakovinska molekula** bo nastala v živi celici, če bo določena molekula nukleinske kisline (gen) aktivna. Beljakovinska molekula pa lahko deluje kot **encim** (katalizator v živi celici) in omogoči izoblikovanje neke lastnosti.