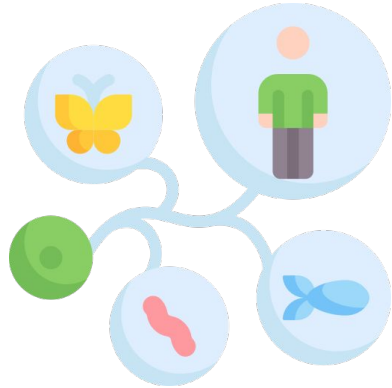




BLOC III

EVOLUCIÓ



Biologia II
2n de Batxillerat
2023-24

Jaume Benet i Bertran



Unitat 8. Evolució

1. Teories inicials
2. Darwinisme
3. Proves de l'evolució
4. Teories actuals
5. Poblacions genètiques
6. Factors que afavoreixen l'evolució
7. Filogènia





1. Teories inicials

- **Evolució biològica** ➡ Procés de **transformació d'unes espècies en altres**
- **Espècie** ➡ Conjunt d'organismes que **poden encreuar-se** i tenir **descendència fèrtil**

Es **comparen seqüències de DNA** i la seva semblança

Aquesta definició té certes **limitacions**:

- Només individus amb reproducció sexual
- No aplicable a espècies extintes



1.1. Creacionisme i fixisme

- Tot ho ha creat un **individu creador** (déu)
- Cada espècie ha estat **creada de manera independent**
- Les **espècies es mantenen inalterables** al llarg del temps

Carl **von Linné** (s. XVIII)
nega l'origen comú de les espècies



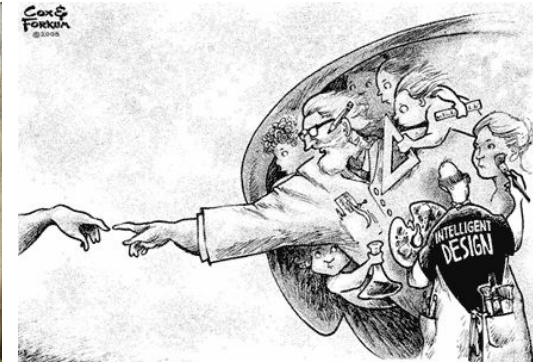
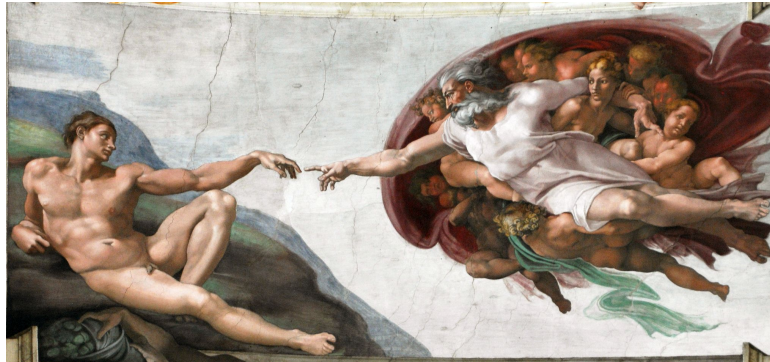
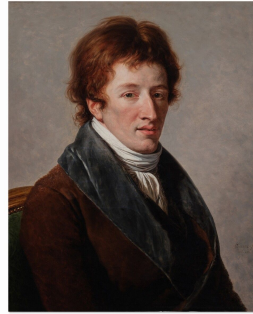
- Els **fòssils no són antecessors** d'espècies actuals →

George **Cuvier** (s. XVIII-XIX) accepta que els fòssils són espècies extintes, però que van desaparèixer degut a grans catàstrofes, origina la **teoria catastrofista**

- Les creacions d'**espècies no són esdeveniments aleatoris**



Aquests esdeveniments tenen una direcció molt clara, el creador ha pres **decisiones racionals** per crear les millors espècies, són els fonaments de la **teoria del disseny intel·ligent**





1.2. Lamarckisme

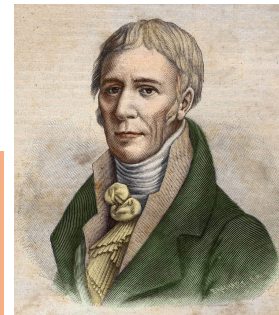
- En el registre fòssil s'observa **variabilitat genètica**



Primers postulats
sobre **evolució**



Jean-Baptiste **Lamarck** (s. XVIII-XIX) va proposar que a partir d'espècies que van **acumulant canvis**, la variabilitat cada cop és més gran fins que sorgeixen **noves espècies**



- Les **causes** que propicien l'evolució són:

- **Tendència cap a la complexitat**



Les espècies **primitives són més senzilles** i s'han anat complicant fins a formar les **noves més complexes**

- **Ús o desús d'òrgans**



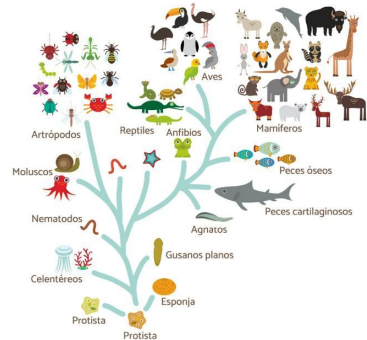
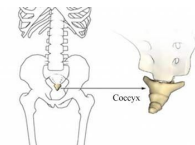
Les variacions ambientals indueixen **canvis en els costums**, això fa que l'individu estigui **millor adaptat**

"La funció crea l'òrgan"

- **Herència de caràcters adquirits**



Aquests canvis adquirits que milloren la supervivència es **transfereixen a la descendència**





L'espècie antecessora de la girafa és més senzilla (coll més curt) i sobreviu en el seu ambient perfectament

Un canvi en l'ambient fa que aquesta espècie hagi d'estirar el coll per arribar a l'aliment i sobreviure

Aquest estirament fa que els descendents heretin la crecudada del coll, la població cada cop tindrà el coll més llarg



El kiwi habría
atrofiado sus alas
por no usarlas.



Ostrich (1 sp.)



Elephant birds
(Extinct)



Cassowaries (3 spp.)



Tinamous (47 spp.)



Emu (1 sp.)



Rheas (2 spp.)



Kiwis (5 spp.)



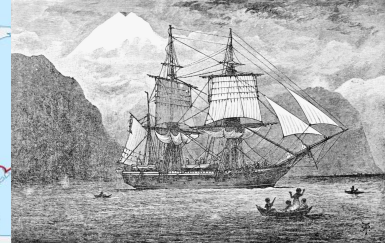
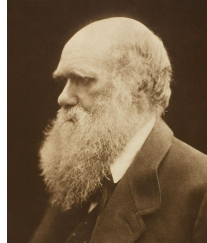
Moas (Extinct)



El uso de los cuernos
provocaría su desarrollo.
El gran desarrollo de las
patas posteriores de
algunos animales se
debería a su gran uso.



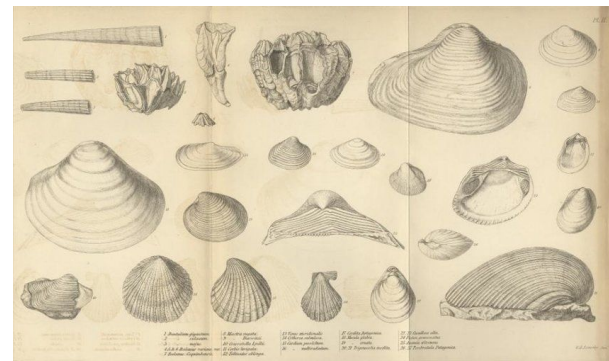
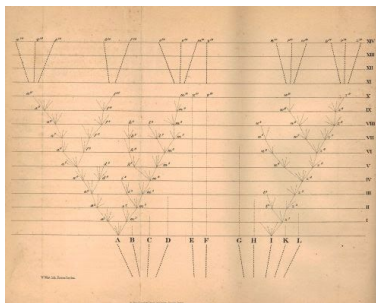
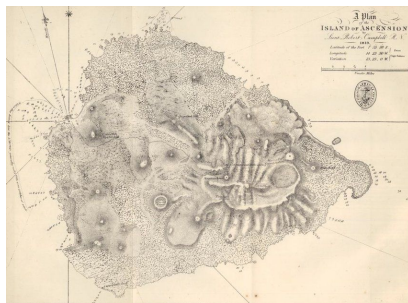
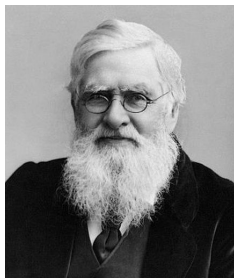
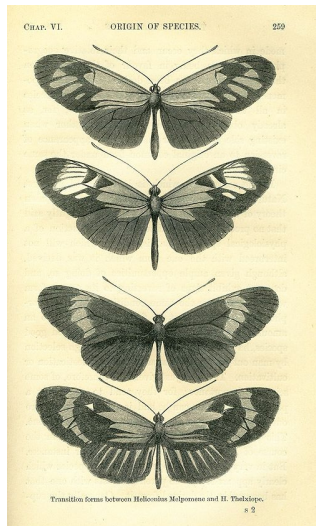
2. Darwinisme



- **Charles Darwin** (s. XIX) → Estudi de **flora i fauna** en una expedició científica al voltant del món en 5 anys (vaixell *Beagle*)

- **Alfred Wallace** (s. XIX) → Recol·lecció de **fòssils**

Amb les seves observacions arriben a les **mateixes conclusions**, Darwin ho plasma el 1859 en el llibre '**L'origen de les espècies**'.





Te
Jaum

La **població no creix indefinidament** perquè els recursos són limitats i per les relacions interespecífiques

- Darwin i Wallace defineixen les següents **causes** en l'evolució:



- **Elevada capacitat reproductora** → Cada individu sol originar **varis individus**, més possibilitats de diferències entre ells



- **Variabilitat de la descendència** → Cada generació va **acumulant diferències**



- **Selecció natural** → La lluita per la supervivència fa que alguns individus **morin sense descendència**, mentre que els **millor adaptats sobreviuen i transmeten els seus caràcters** a la descendència, acumulant les diferències avantatjoses

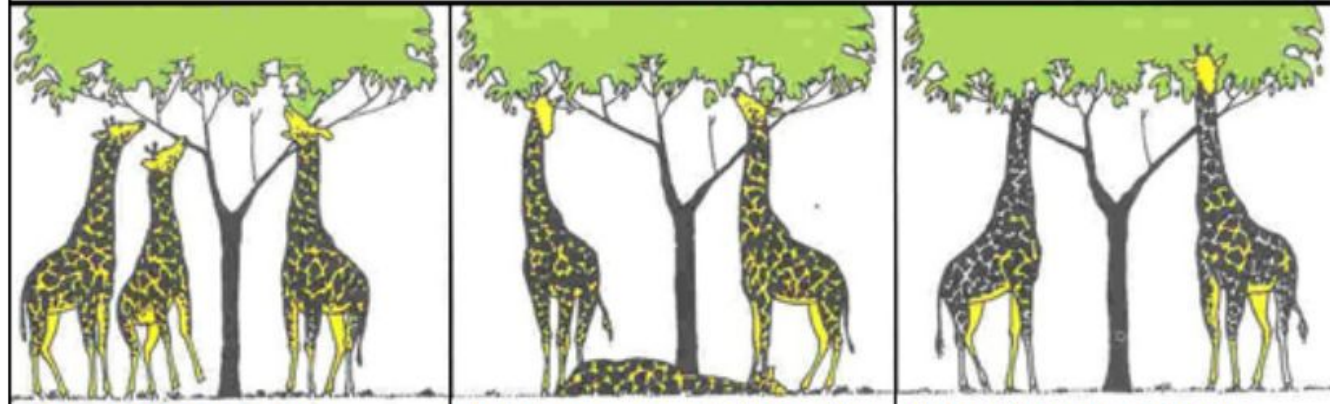
- **Perjudicials:**
conduïxen a la mort.

- **Neutres:** sense rellevància

- **Avantatjoses:**
ofereixen un avantatge en un nou context



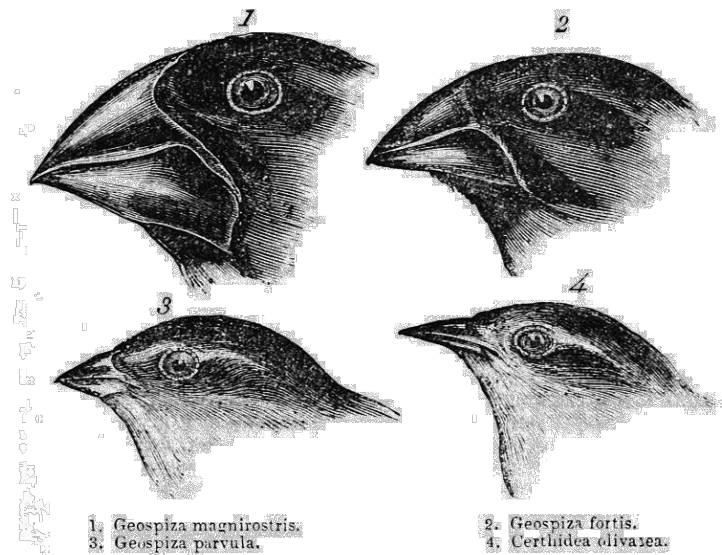
L'espècie de girafa presentava variabilitat, algunes de coll més llarg o més curt, amb potes més llargues o curtes...



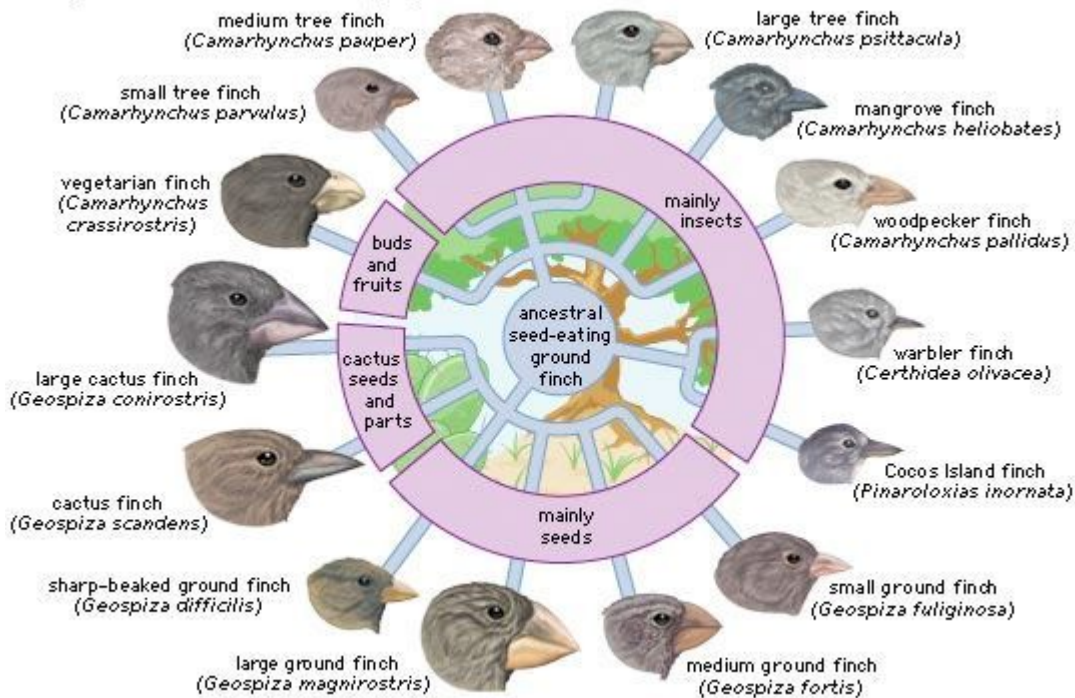
El fet de tenir diferències no suposa un problema per cap individu quan hi ha aliment disponible per tothom

Quan l'aliment escasseja, hi ha la lluita per la supervivència, només sobreviuen les girafes que tenen el coll més llarg i les potes més llargues per arribar a l'aliment

Actua la selecció natural i les girafes supervivents passen els seus trets a la descendència, creant una població de coll llarg i potes llargues



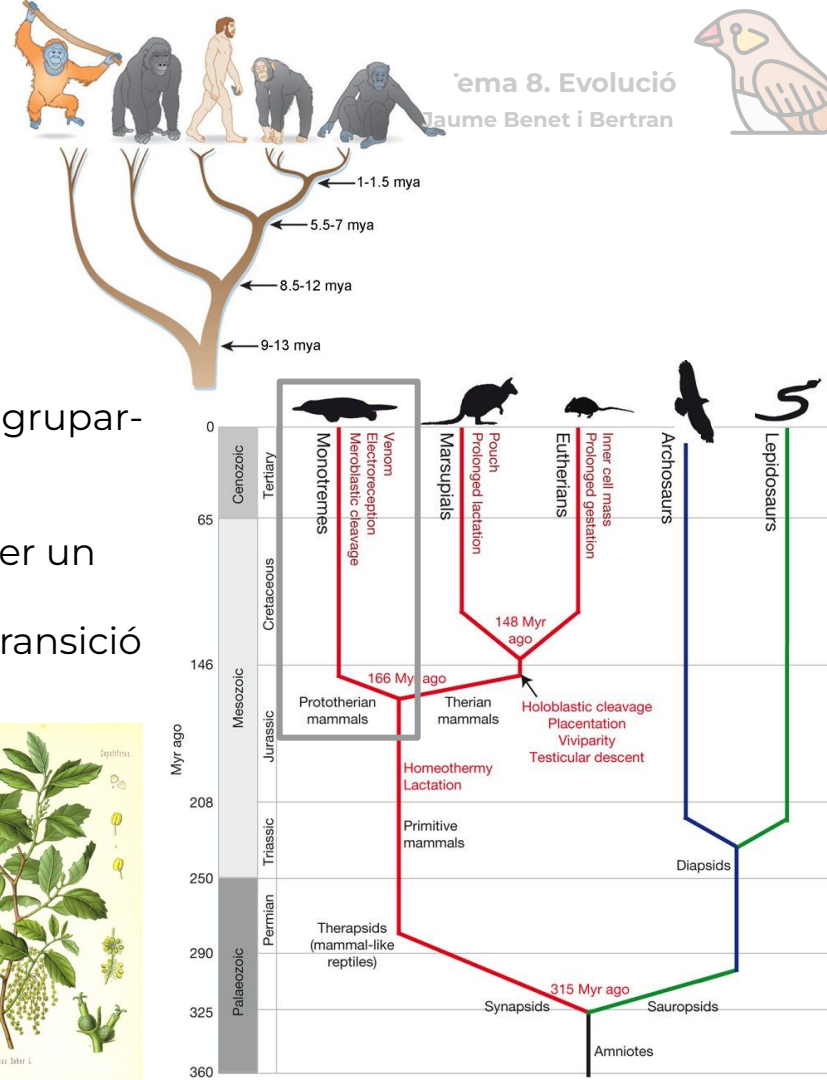
Adaptive radiation in Galapagos finches



3. Proves de l'evolució

3.1. Proves taxonòmiques

- **Semblances entre espècies** permet agrupar-les en **taxons** (gènere, família...)
- Les **formes intermèdies** s'expliquen per un **procés evolutiu gradual** a partir d'un **avantpassat comú** (l'ornitorrinc és la transició entre rèptils i mamífers)





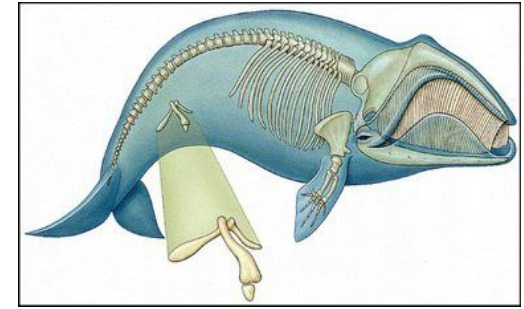
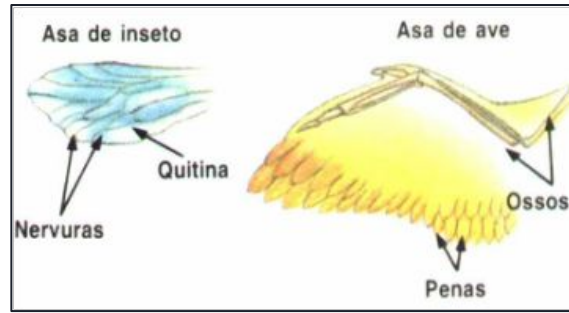
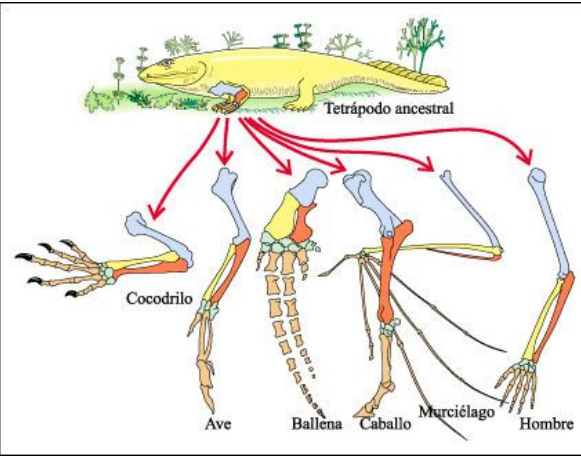
3.2. Proves anatòmiques

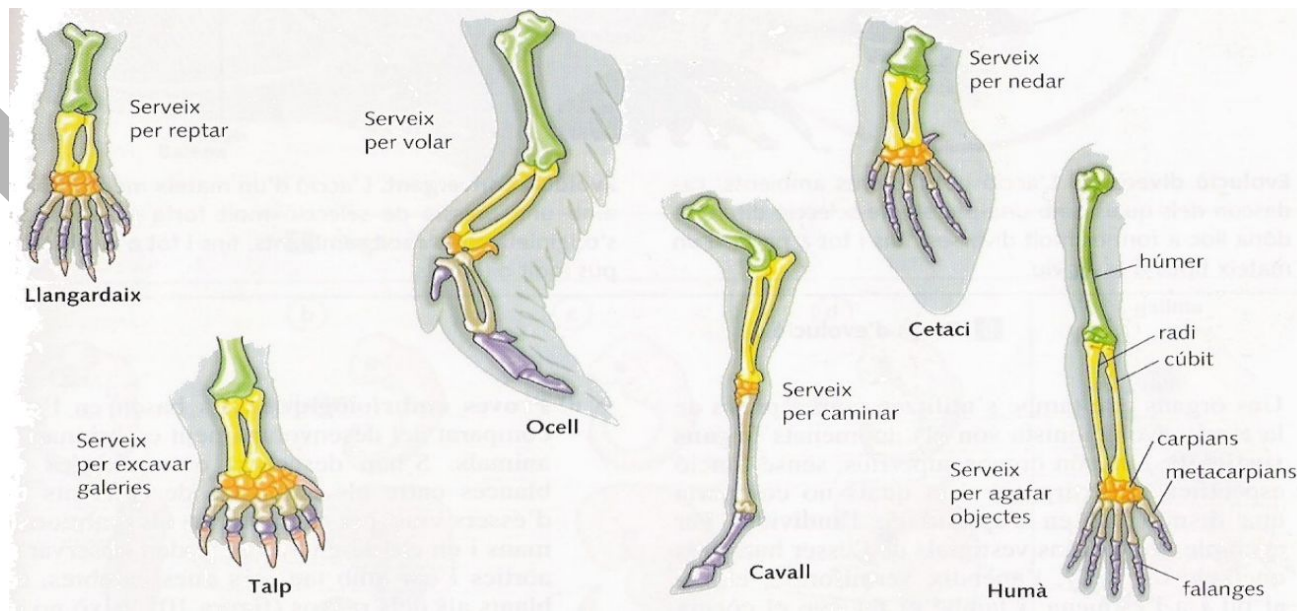
- **Òrgans homòlegs** ➡ Tenen **mateix origen** (estructura semblant) però desenvolupen una **funció diferent** segons el medi on estan adaptats
- **Òrgans anàlegs** ➡ Tenen una **funció semblant** però **diferent origen** ➡
- **Òrgans vestigials** ➡ Òrgans o parts del cos **sense funció**

La seva presència es deu a un **origen comú de les espècies**

Hi ha **convergència evolutiva**, en diferents moments evolutius han sorgit trets semblants

Són restes d'òrgans d'una espècie anterior, demostra l'**origen comú de les espècies**





Les extremitats d'aquests animals són òrgans homòlegs, provenen del mateix avantpassat i han anat adquirint diferents funcions



La membrana nictitant és una tercera parpella lateral que humidifica l'ull, en humans ja no es tanca però en queda un vestigi

Les banyes en aquestes espècies són òrgans anàlegs amb la mateixa funció, però estructures molt diferents





3.3. Proves biogeogràfiques

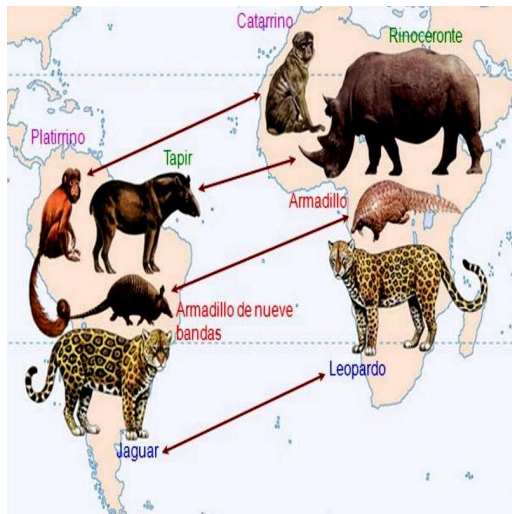
- Com **més allunyades** o **aïllades** estan dues zones **més diferències presenten les espècies** que hi habiten
- Hi ha **espècies molt semblants** en zones **molt allunyades** que havien estat properes

L'aïllament provoca que **s'interrompi el flux gènic** i **apareguin diferències**



Com més aïllada és una zona, major és el nombre d'**endemismes** (espècies exclusives de la regió) degut a l'**aïllament genètic**

S'explica per un **avantpassat comú** quan les zones encara estaven unides





Tema 8. Evolució

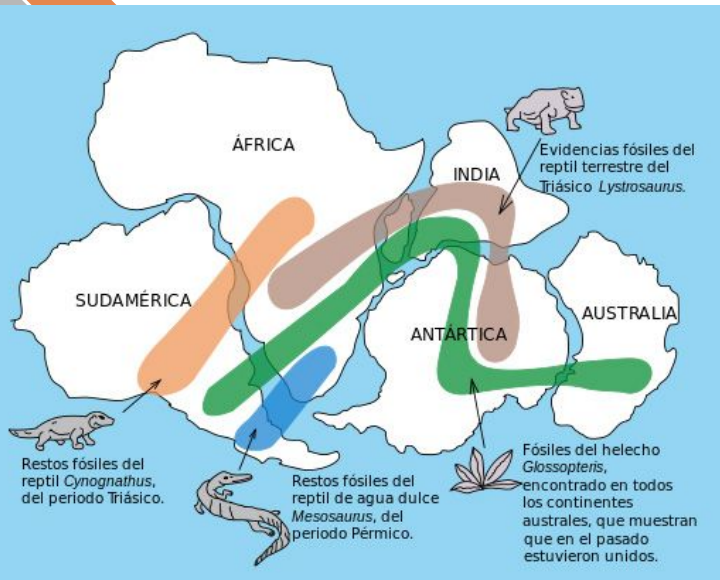
Jaume Benet i Bertran

Niche	Placental Mammals	Australian Marsupials
Burrower	Mole	Marsupial mole
Anteater	Anteater	Numbat (anteater)
Mouse	Mouse	Marsupial mouse
Climber	Lemur	Spotted cuscus
Glider	Flying squirrel	Flying phalanger
Cat	Bobcat	Tasmanian "tiger cat"
Wolf	Wolf	Tasmanian wolf



La interrupció del flux gènic entre poblacions de la mateixa espècie fa que, gràcies a la **divergència evolutiva** o **radiació adaptativa**, a partir d'un ancestre comú apareguin espècies especialitzades en ocupar determinats nínxols ecològic (òrgans homòlegs)

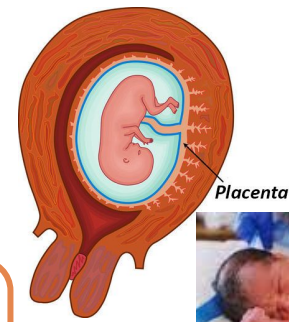
En zones aïllades com les illes d'Oceania han sorgit espècies endèmiques molt diferents a la resta del món, els marsupials. Tot i que per **convergència evolutiva** han adquirit caràcters semblants a altres mamífers del món (òrgans anàlegs)



La presència de fòssils en zones allunyades que havien estat properes demostra l'existència d'avantpassats comuns que han donat lloc a espècies semblants en llocs llunyans



Placentaris	 Ratolí (<i>Mus musculus</i>)	 Antílop impala (<i>Aepyceros melampus</i>)	 Panda gegant (<i>Ailuropoda melanoleuca</i>)	 Llop (<i>Canis lupus</i>)
Marsupials	 Kowari (<i>Dasycercus byrnei</i>)	 Cangur vermell (<i>Macropus rufus</i>)	 Coala (<i>Phascolarctos cinereus</i>)	 Llop de Tasmània (<i>Thylacinus cynocephalus</i>)





3.4. Proves paleontològiques

- L'estudi del **registre fòssil** demostra que hi ha:

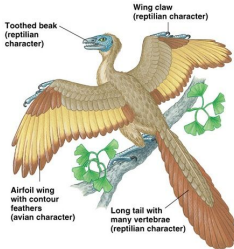
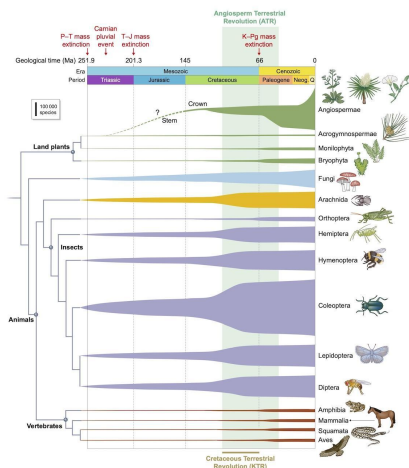
Apareixen **noves característiques** a espècies antigues



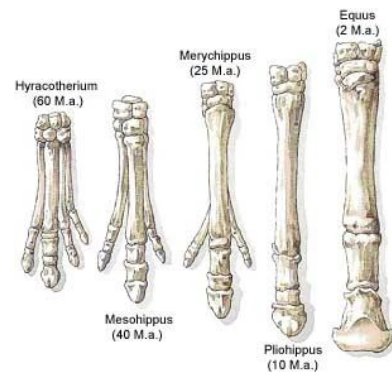
- **Augment de la complexitat estructural** dels organismes (procariotes → eucariotes unicel·lulars → eucariotes pluricel·lulars → invertebrats → vertebrats)

- **Augment de la diversitat** d'espècies

La **diversificació** de poblacions dóna lloc a més poblacions, cada cop hi ha **més espècies**



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.



- La presència de **fòssils amb formes intermèdies** o de **transició** s'explica amb l'origen comú de les espècies

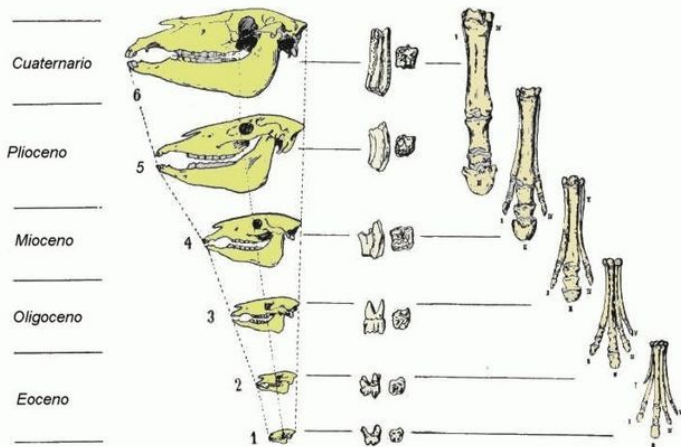
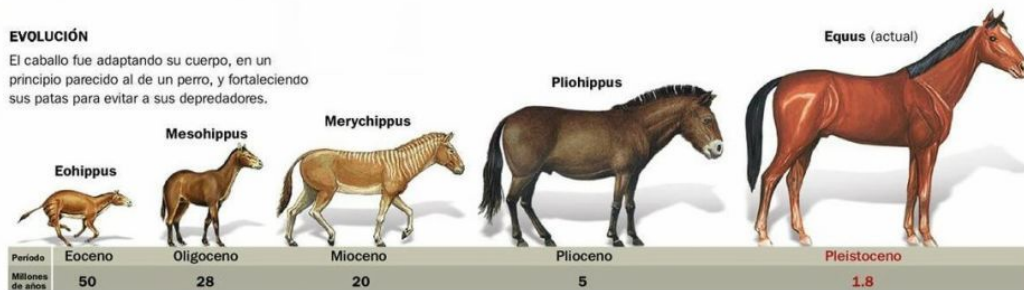


Tema 8. Evolució

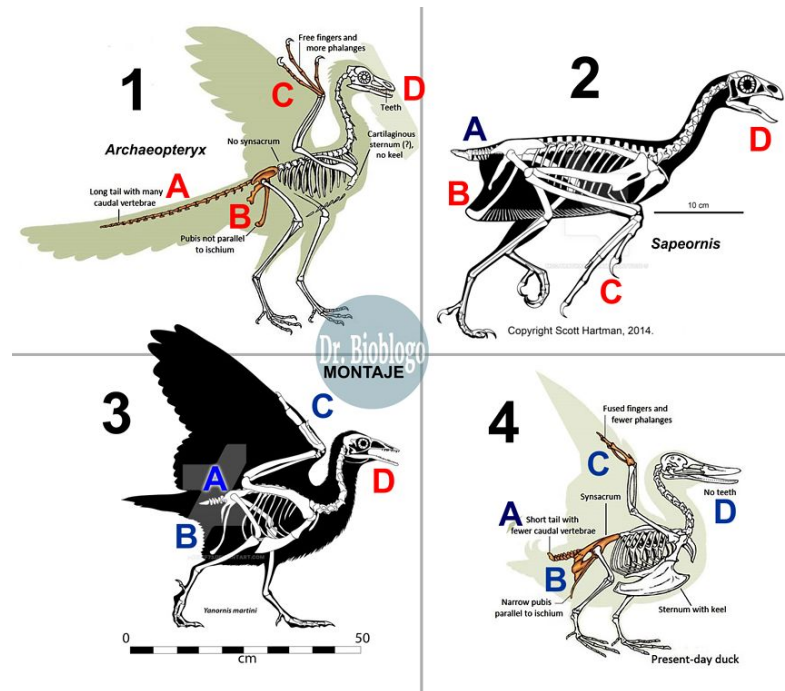
Jaume Benet i Bertran

EVOLUCIÓN

El caballo fue adaptando su cuerpo, en un principio parecido al de un perro, y fortaleciendo sus patas para evitar a sus depredadores.



Gràcies al registre fòssil s'ha pogut reconstruir la història evolutiva del cavall des del seu avantpassat



S'han trobat registres fòssils de les formes de transició entre rèptils i ocells (per exemple *Archaeopteryx*)



3.5. Proves embriològiques

- L'estudi comparatiu d'**embrions** demostra:

- En **estadis primerencs** del desenvolupament els **embrions són semblants**

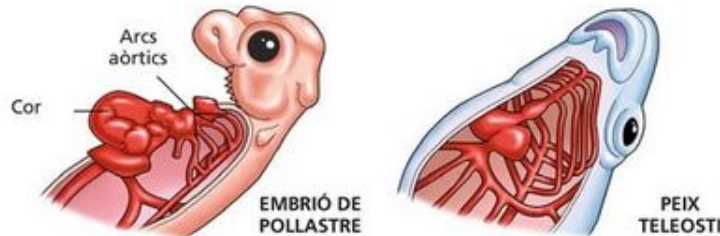
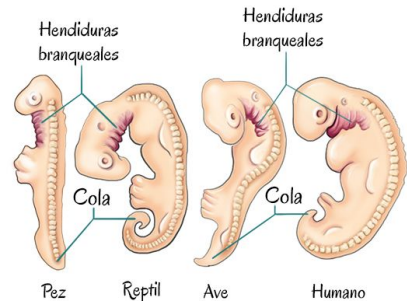


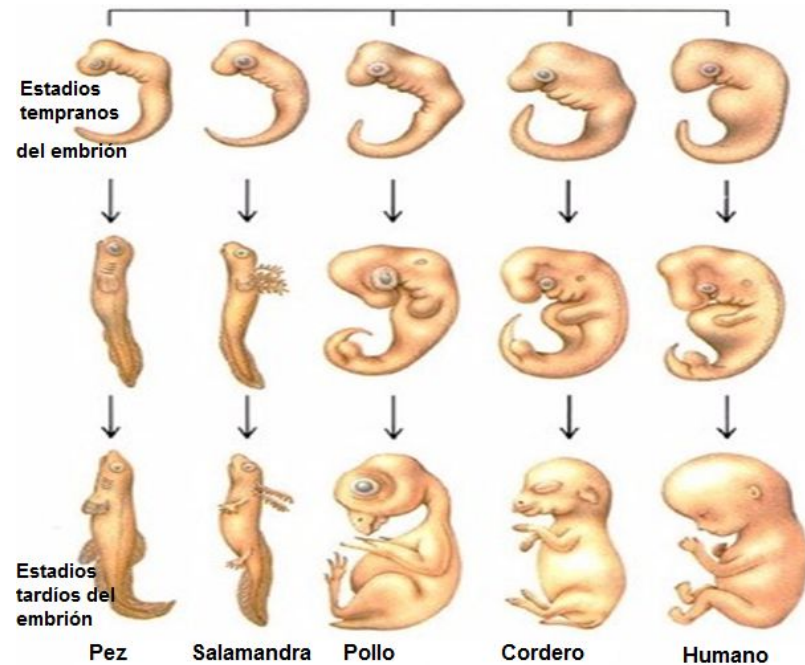
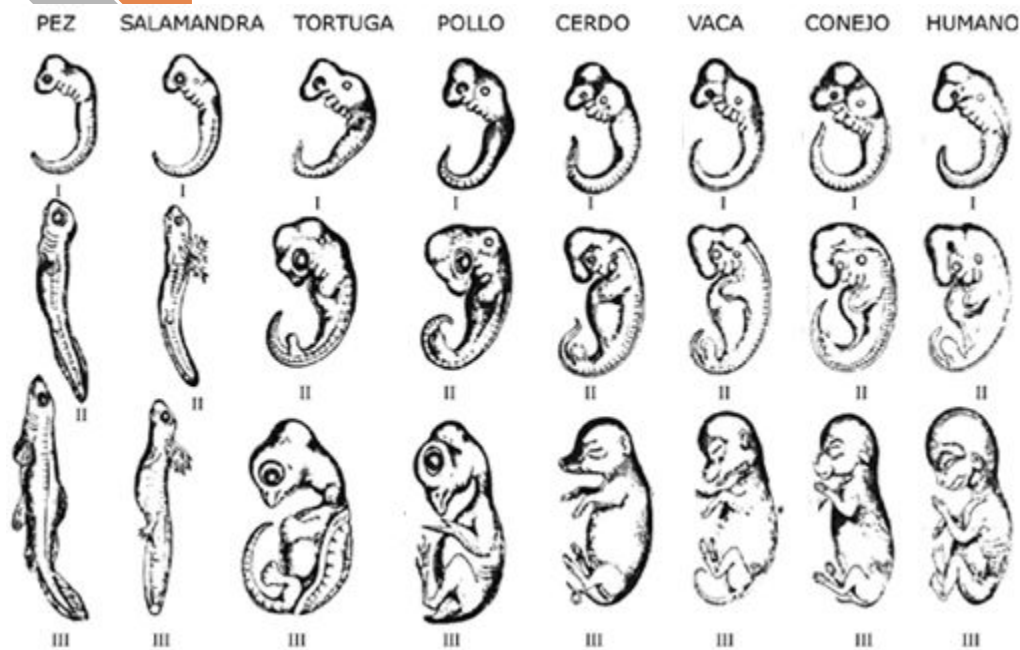
S'explica per un **origen comú de les espècies**



- Embrions d'organismes més **complexos presenten estructures pròpies dels més simples** (acaben desapareixent)

Comparación de embriones de vertebrados





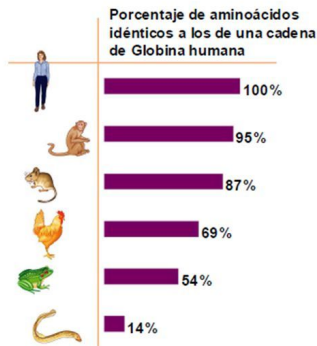
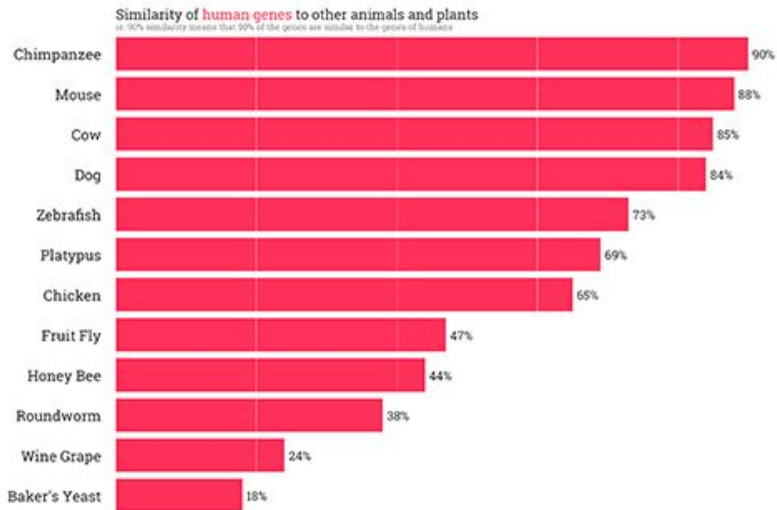


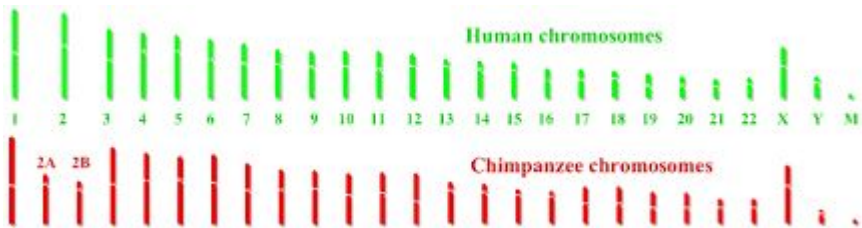
3.6. Proves genètiques

- Hi ha **semblances entre biomolècules i processos bioquímics** de diferents espècies, que indiquen un origen comú
- Les biomolècules i els seus processos venen determinats per les **seqüències de nucleòtids en el DNA**



Una major **coincidència en la seqüència de nucleòtids** indica més **proximitat evolutiva**

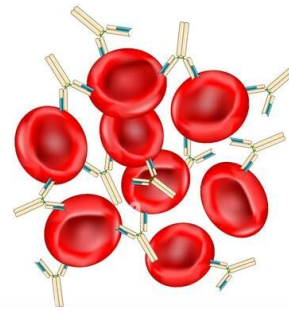




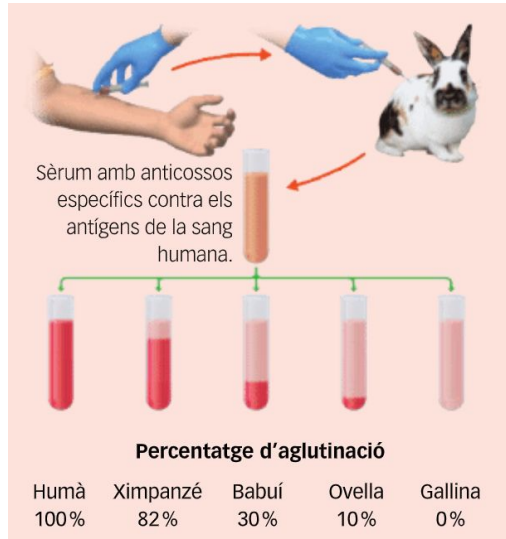
gorila		A	
humano	GTGCCCATCCAAAAGTCCA	A	GATGACACCAAAACCCTCATCAAGACAATTGTCACCAGG
chimpancé	GTGCCCATCCAAAAGTCCA	G	GATGACACCAAAACCCTCATCAAGACAATTGTCACCAGG
humano	ATCAATGACATTTACACACGCAGTCAGTCTCCTCCAAACAGAA	A	GTCACCGGTTTGGAC
chimpancé	ATCAATGACATTTACACACGCAGTCAGTCTCCTCCAAACAGAA	G	GTCACCGGTTTGGAC
gorila		G	
gorila		C	
humano	TTCATTCTGGGGCTCCACCC	C	TATCCTGACCTTATCCAAGATGGACCAGACACTGGCAGTC
chimpancé	TTCATTCTGGGGCTCCACCC	T	TATCCTGACCTTATCCAAGATGGACCAGACACTGGCAGTC
humano	TACCAACAGATCCTCACCAGTATGCCTTCCAGAAAC	G	TGATCCAAATATCCAACGACCTG
chimpancé	TACCAACAGATCCTCACCAGTATGCCTTCCAGAAAC	A	TGATCCAAATATCCAACGACCTG
gorila		A	
humano	GAGAACCTCCGGGAT	T	CTTCTTCAGGTGCTGGCCTTCTCTAAGAGCTGCCACTTGCCCTGG
chimpancé	GAGAACCTCCGGGAT	C	CTTCTTCAGGTGCTGGCCTTCTCTAAGAGCTGCCACTTGCCCTGG
gorila		C	

3.8. Proves serològiques

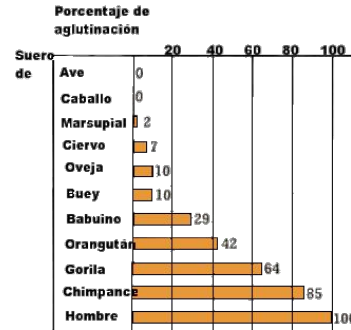
L'aglutinació és l'**aglomeració de cèl·lules** degut al reconeixement d'**antígens** per part d'**anticossos**



- Comparació de les **reaccions d'aglutinació** de la sang en diferents espècies
- Sang de l'espècie a estudiar s'introdueix en una altra espècie perquè **creï anticossos contra la sang rebuda**



S'extreu **sang amb anticossos** i es posa **en contacte amb sang** de les espècies a comparar



Espècie original: 100% d'aglutinació perquè els anticossos **reconeixen els antígens perfectament**

Espècies semblants: menys aglutinació perquè es **reconeixen parcialment els antígens** (són més o menys semblants a l'original)

Espècies allunyades: gens d'aglutinació perquè els antígens són tan diferents que **no es reconeixen**



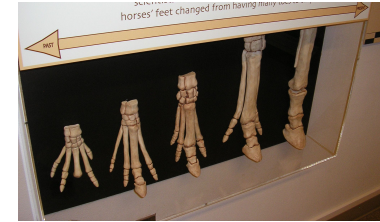
4. Teories actuals

- Al s. XX s'incorporen nous descobriments a la teoria evolucionista (**herència genètica, mutacions i cromosomes**)



Comprendre l'**origen de la variabilitat de la descendència** que postulava Darwin

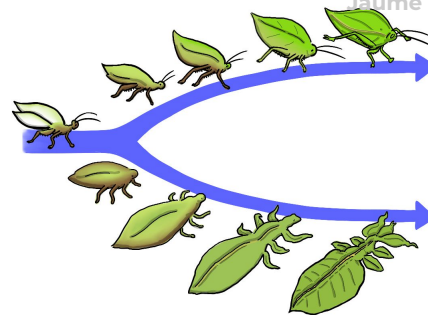
4.1. Teoria sintètica o gradualisme



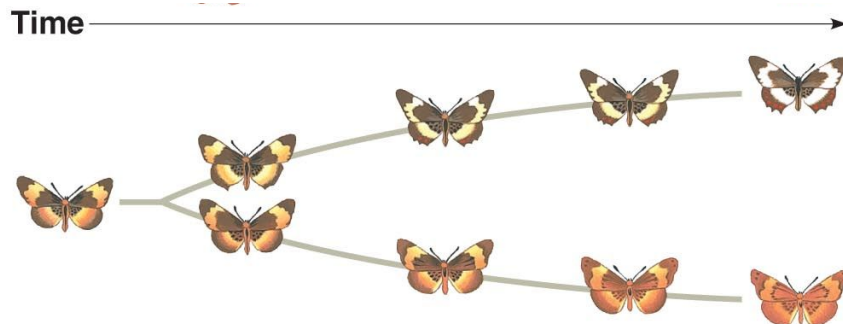
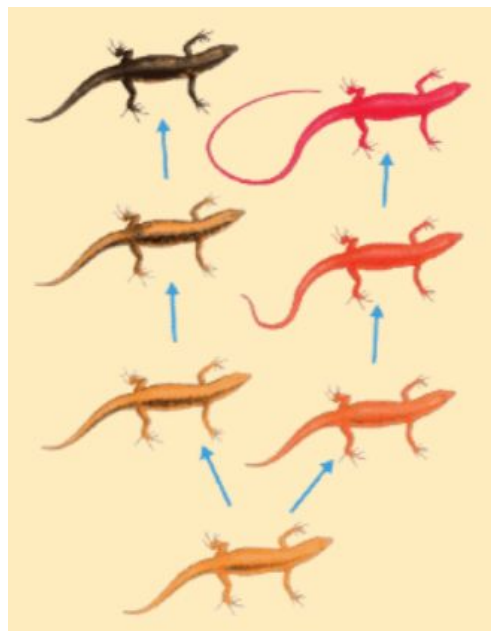
- Variabilitat de la descendència** es deu a **mutacions** (noves variants de gens) i a **recombinació en la meiosi** (noves combinacions de genotips)
- Evolucionen les poblacions, no els individus** → La població canvia quan **varien les freqüències genètiques**, els individus mantenen el mateix genotip tota la vida
- Els factors que fan **variar les freqüències genètiques** d'una població són la **selecció natural**, les **mutacions**, el **flux gènic** i la **deriva gènica**
- Perquè aparegui una **nova espècie** hi ha d'haver un **aïllament reproductiu**



Gradualism

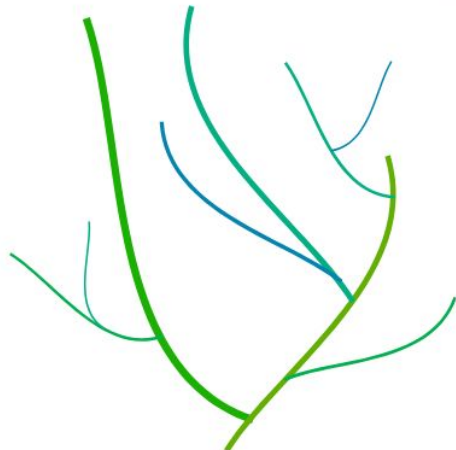


En el gradualisme, diferents poblacions de l'espècie ancestral van acumulant canvis, de manera **lenta i contínua**, fins que són incapaces de reproduir-se entre elles



Gradualismo

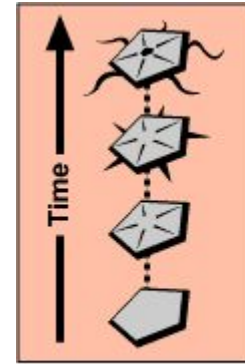
Tiempo



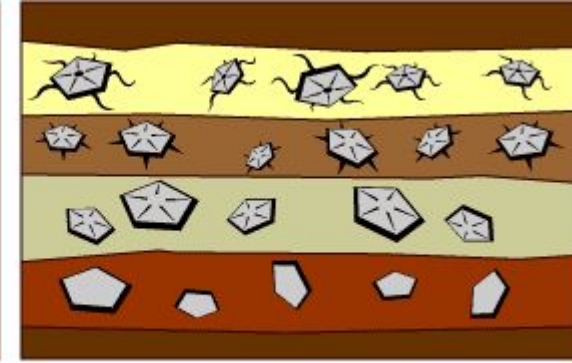


4.2. Teoria de l'equilibri puntuat

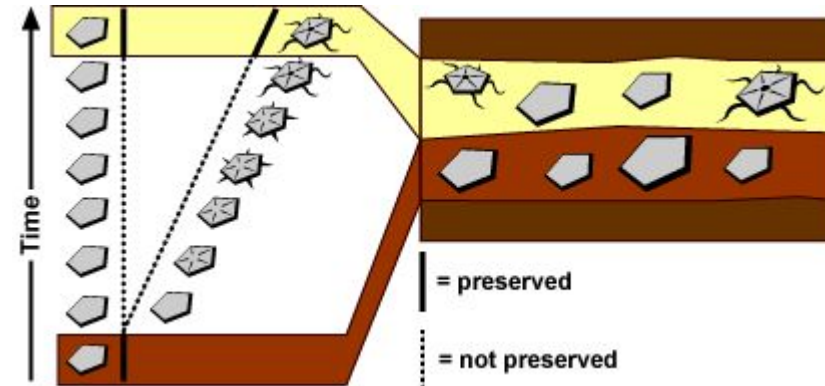
- En el registre fòssil, moltes vegades s'observen **fòssils de transició**, però en ocasions s'observen **salts**, la **desaparició brusca** d'espècies i l'**aparició de noves**
- **Etapes d'estasi** ➡ **Lentes, sense canvis** o amb canvis no significatius
- **Etapes d'especiació** ➡ De **transformació ràpida**, amb canvis molt determinants



Gradual lineage evolution



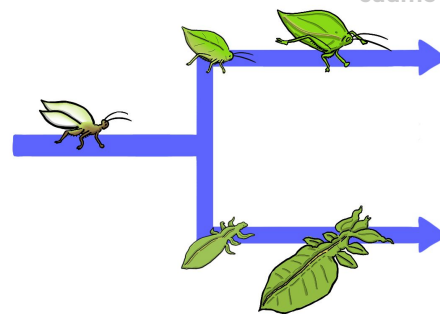
Rock strata with fossils



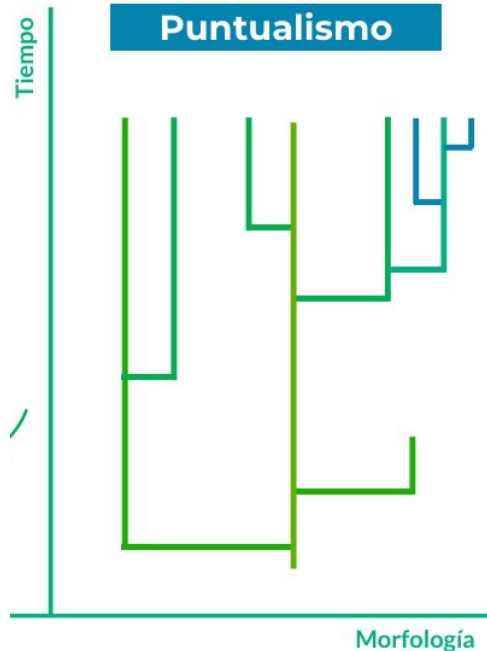
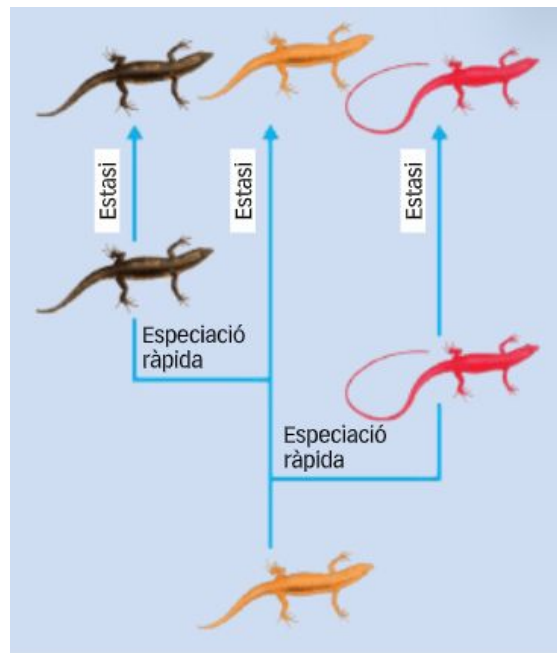


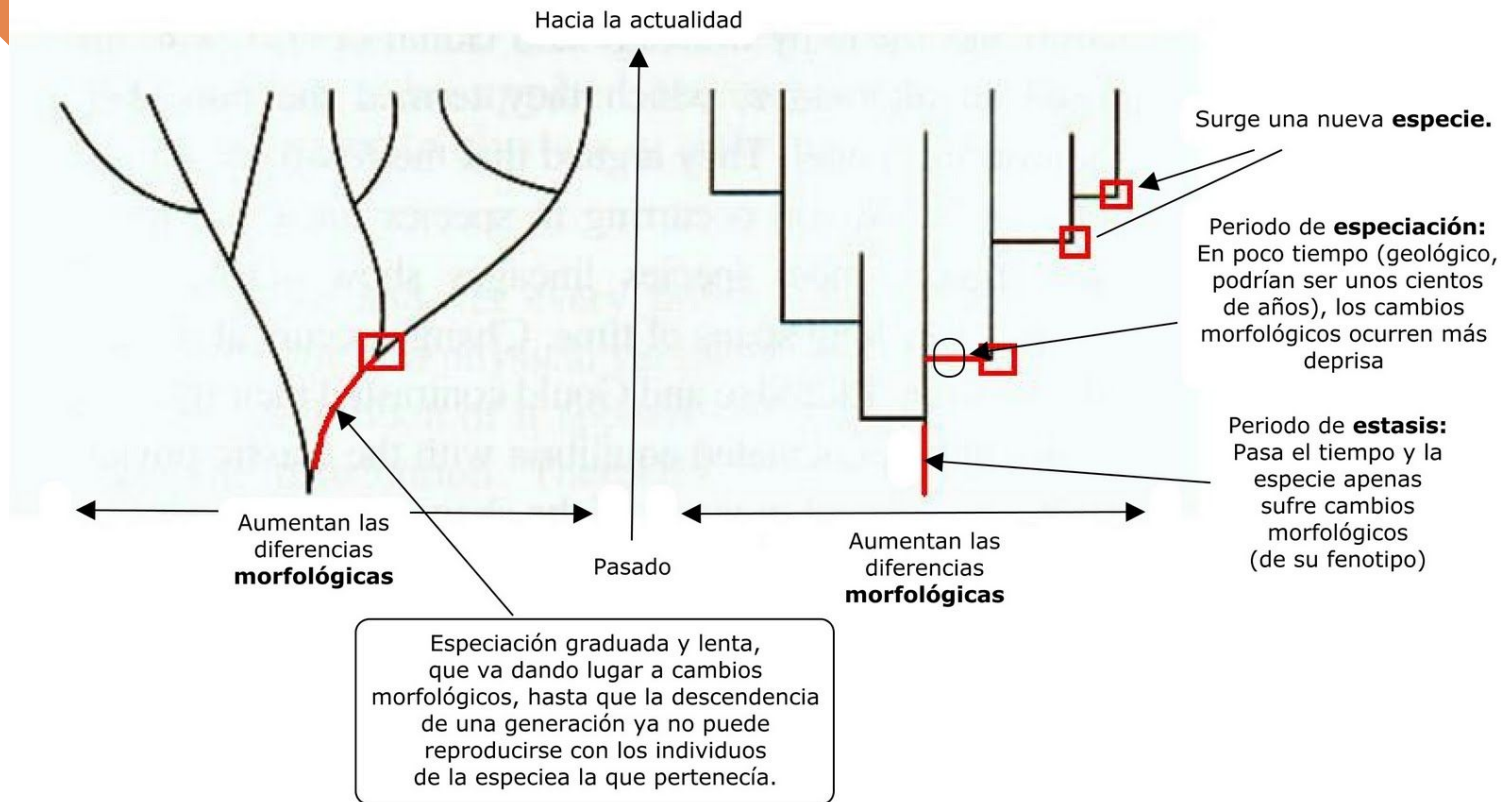
Punctuated Equilibrium

Tema 8. Evolució
Jaume Benet i Bertran



En l'equilibri puntuat s'alternen llargs períodes de pocs canvis evolutius (estasi) amb **breus períodes d'evolució amb molts canvis**







5. Poblacions genètiques

- **Població genètica** ➡ Grup d'individus de la **mateixa espècie** que comparteixen **hàbitat**, per tant, hi ha **flux gènic** entre ells així que **comparteixen els mateixos gens**

5.1. Freqüències genotípiques

- **Proporció de cada genotip**, per a un caràcter concret, dins la població
- En una població d'**individus diploides amb dos al·lels** per a un caràcter apareixen **3 possibles genotips** (**AA**, **Aa**, **aa**)
- Si el **nombre d'individus** de cada genotip és **n_1 (AA)**, **n_2 (Aa)** i **n_3 (aa)**



$$f(AA) = \frac{n_1}{n_1+n_2+n_3} \quad f(Aa) = \frac{n_2}{n_1+n_2+n_3} \quad f(aa) = \frac{n_3}{n_1+n_2+n_3}$$

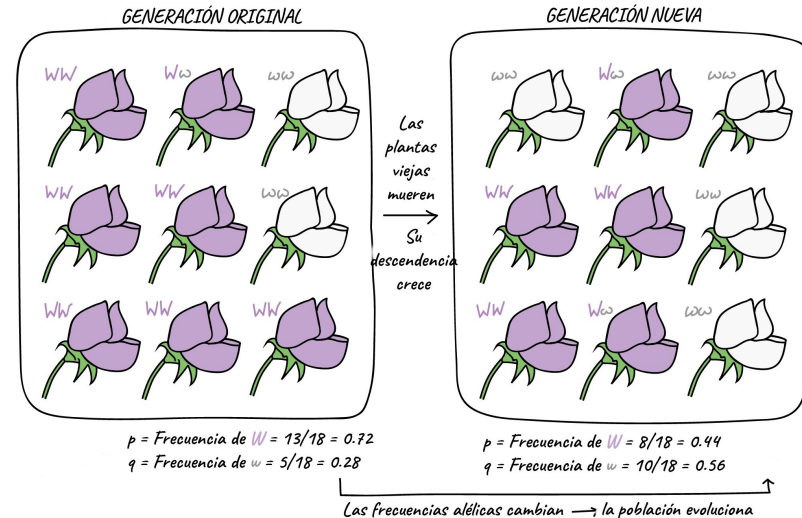


5.2. Freqüències gèniques o al·lèliques

- **Proporció de cada al·lel**, per a un caràcter concret, dins la població
- Es **calculen a partir** de les **freqüències genotípiques (f)**
- Si representem la **freqüència d'A amb 'p'** i la **freqüència d'a amb 'q'**


$$f(A) = p = f(AA) + \frac{1}{2} f(Aa)$$

$$f(a) = q = f(aa) + \frac{1}{2} f(Aa)$$





5.3. Llei de Hardy-Weinberg

- El 1908 **G. Hardy** i **W. Weinberg** postulen que una **població en equilibri no evoluciona**, perquè les **freqüències gèniques i genotípiques es mantenen**
- Perquè una població estigui en equilibri:
 - Ha de ser **prou gran** (molts individus) i reproduir-se **sexualment**
 - Els individus s'han d'**encreuar a l'atzar** (panmíxia)
 - **No hi ha factors que alterin** la freqüència gènica (mutacions, selecció natural, flux gènic i deriva gènica)
- És una **llei teòrica**, a la natura **cap població real** compleix les condicions per ser **una població en equilibri**



Es produeix **recombinació durant la meiosi**, això origina moltes combinacions genotípiques diferents, però si estudiem cada caràcter, les **freqüències gèniques no varien**



- A partir de les **freqüències gèniques** ('p' i 'q') **podem calcular les freqüències genotípiques** (f) de la següent generació

Freqüències gèniques en els gàmetes		Freqüències gèniques en els gàmetes	
		portadors de l'al·lel A (p)	portadors de l'al·lel a (q)
Freqüències gèniques en els gàmetes	portadors de l'al·lel A (p)	Genotip: AA Probabilitat: p²	Genotip: Aa Probabilitat: pq
	portadors de l'al·lel a (q)	Genotip: Aa Probabilitat: pq	Genotip: aa Probabilitat: q²

$f(AA) = p \cdot p = p^2$

$f(Aa) = (p \cdot q) + (p \cdot q) = 2pq$

$f(aa) = q \cdot q = q^2$

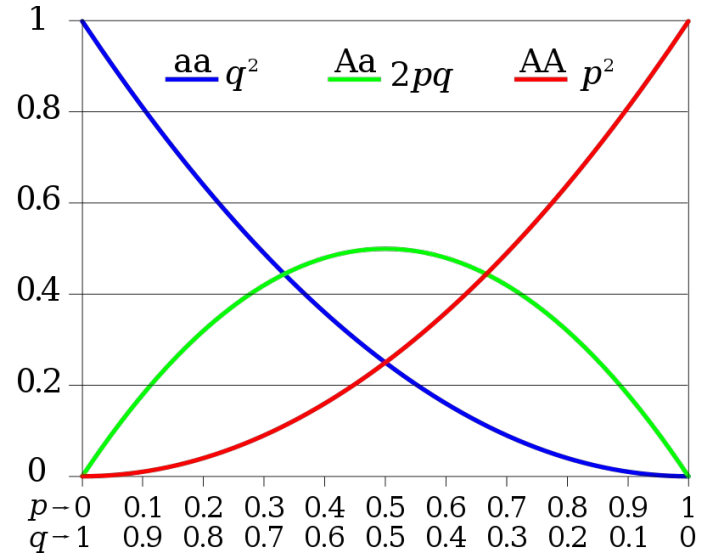
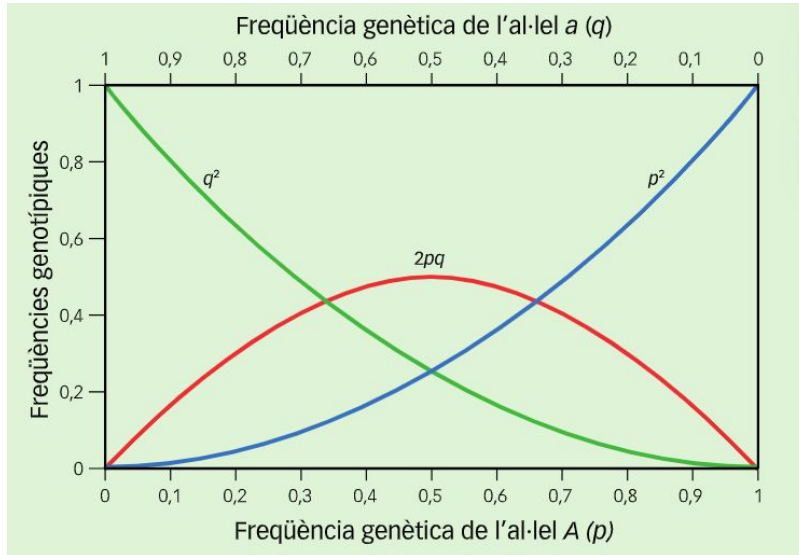


- Com que la suma de freqüències ha de donar 1



$$p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

- Això es pot **representar gràficament**:

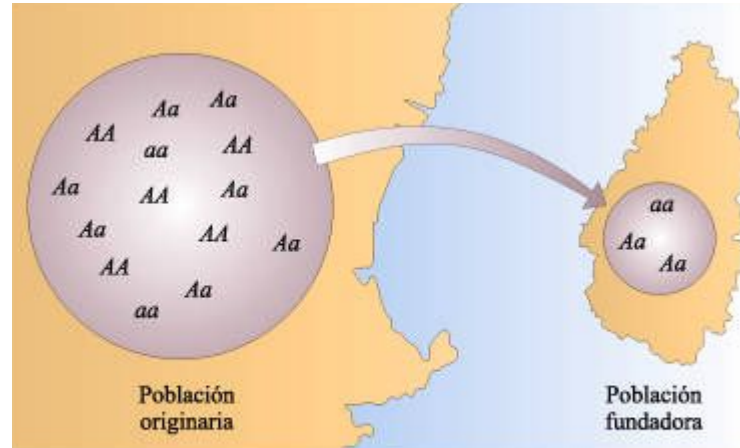




Activitat.

En la següent imatge es representen els genotips, per a un caràcter concret, dels individus d'una població i dels tres individus fundadors d'una nova població.

Calcula les **freqüències genotípiques** i **gèniques** de cada població. Després calcula les freqüències genotípiques esperades en la **següent generació**, suposant que es tracta de poblacions en equilibri.





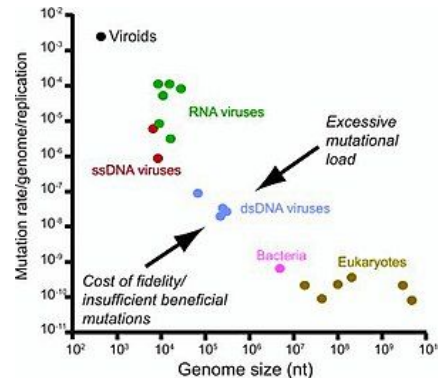
6. Factors que afavoreixen l'evolució

- Factors que promouen **canvis en les freqüències gèniques**, per tant, responsables del **canvi evolutiu**

6.1. Les mutacions

- **Taxa de mutació + selecció natural** ➡ Canvis en les **freqüències gèniques**

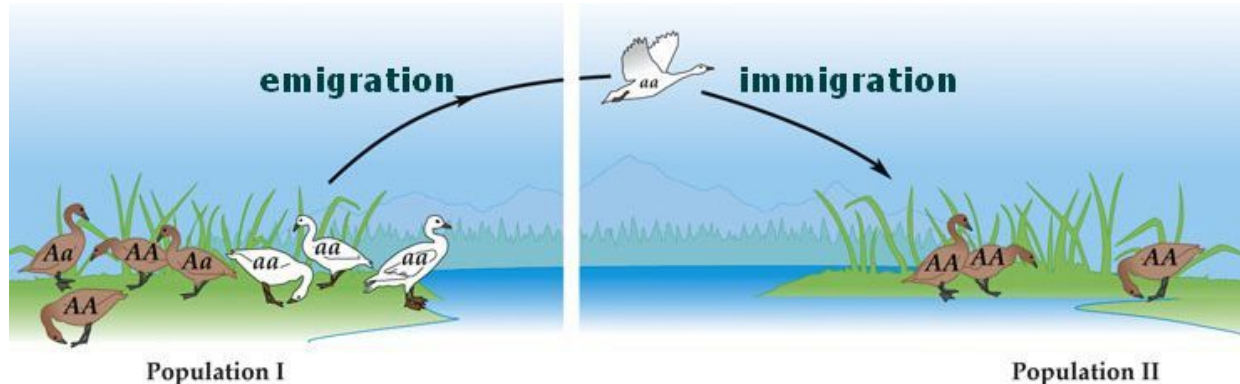
↓
Són **preadaptatives** (tant favorables, com perjudicials, com neutres), creen variabilitat en les poblacions amb antelació





6.2. El flux gènic

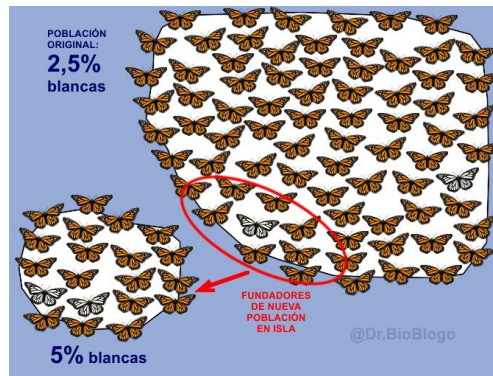
- **Intercanvi d'al·lels** entre poblacions degut a **migracions** en animals i a la **dispersió** en vegetals
- El grau de variació entre les 2 poblacions dependrà de les **frequències gèniques inicials** de cada població, del **nombre d'individus que migren** i del **nombre d'individus de la població receptora**





6.3. La deriva gènica

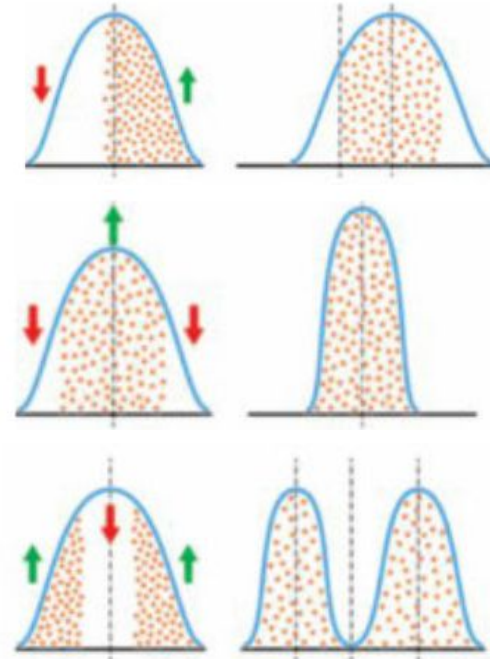
- **Canvi en les freqüències gèniques** degut a una **reducció dràstica del nombre d'individus**
- **Efecte fundador** ➡ Pocs **individus es separen** de la població inicial per **establir-se en un nou hàbitat**
- **Coll d'ampolla** ➡ Es produeix un **esdeveniment** (sovint **catastròfic** com sequeres, incendis, plagues, accidents geogràfics...) que fa **disminuir significativament el nombre total d'individus** de la població

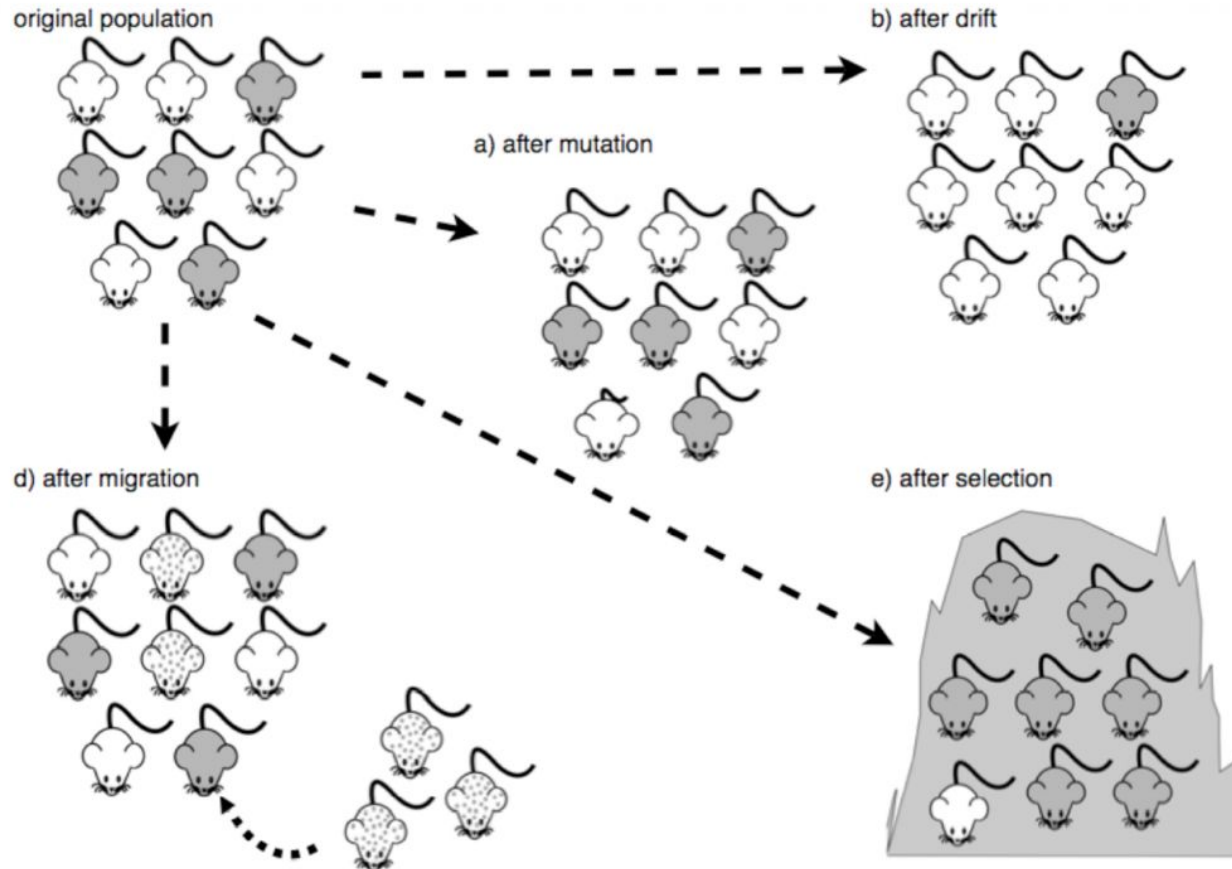




6.4. La selecció natural

- Actua sobre els **fenotips menys eficaços, reduint** la seva possibilitat de **supervivència i deixar descendència** ➡ **Disminució de la freqüència gènica de l'al·lel perjudicial**
- Selecció direccional** ➡ **Afavoreix un fenotip extrem** (per exemple, els individus més alts tenen una major disponibilitat d'aliments)
- Selecció estabilitzadora** ➡ **Afavoreix un fenotip intermedi** (per exemple, els individus amb taques poden camuflar-se millor que els uniformes)
- Selecció disruptiva** ➡ **Afavoreix els dos fenotips extrems** (per exemple, els individus més petits podran amagar-se i no ser detectats pels depredadors, els més grans podran afrontar-se als depredadors)







6.5. L'aïllament reproductiu

- És la **incapacitat de reproduir-se** (s'interromp el flux gènic) amb l'espècie antecessora i **formar una nova espècie**
- Segons les causes, distingim dos tipus:

Aïllament gradual o especiació per aïllament

- Una població queda **aïllada** fins que acaba constituint una **espècie diferent**
- Procés **lent** i **gradual**
- Segons el tipus d'aïllament podem distingir:



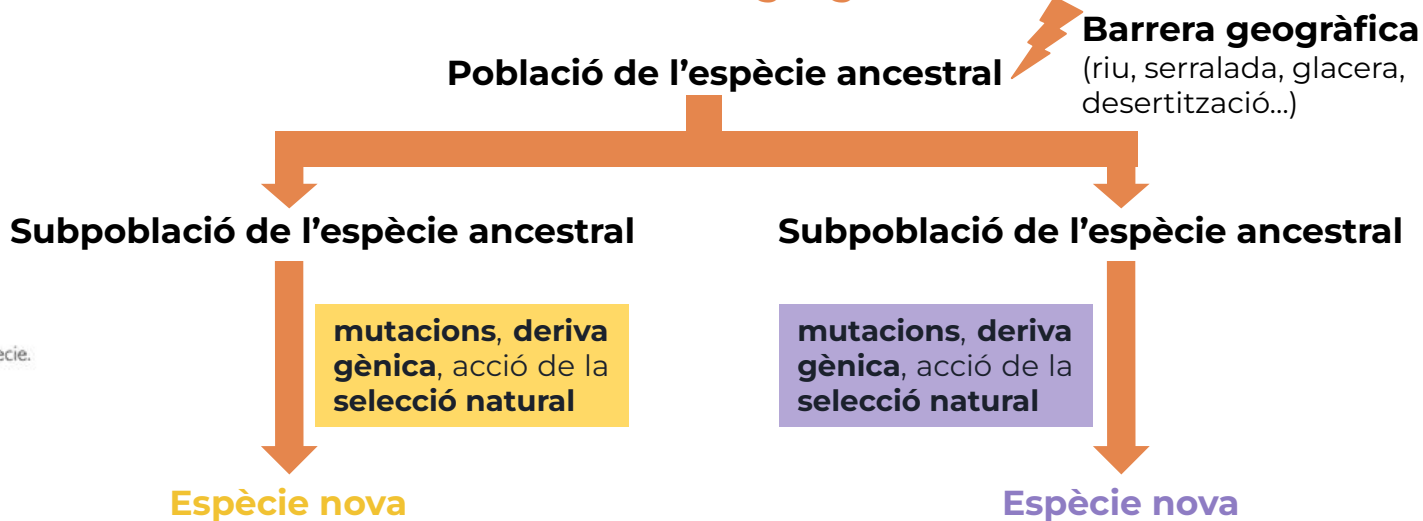
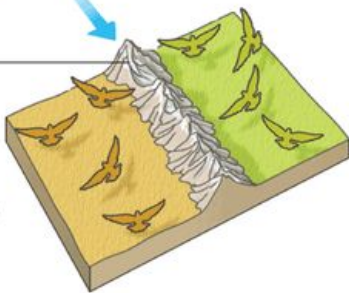
si hi seguís havent **flux gènic** no hi hauria especiació



- **Especiació al·lopàtrica** → La població queda **dividida en dues subpoblacions** a causa d'una **barrera geogràfica**



Un obstáculo natural más importante aísla las poblaciones. Con el tiempo, estas evolucionan por separado y se convierten en dos especies.

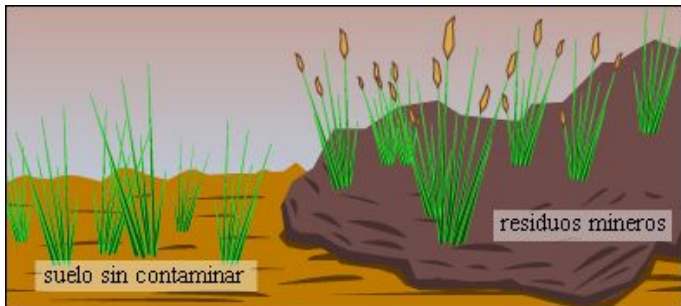




- **Especiació simpàtrica** → La població **divergeix en dues subpoblacions** que segueixen **en contacte** dins el mateix hàbitat
 - **Aïllament prezigòtic**: impedeix la formació del zigot
 - **Aïllament postzigòtic**: inviabilitat del zigot o esterilitat del descendent

AÏLLAMENT ECOLÒGIC

Dues poblacions adquireixen diferents **nínxols ecològics** (funció en l'ecosistema com l'obtenció de nutrients, la relació amb altres espècies...) de manera que ja no es troben



AÏLLAMENT ETOLÒGIC

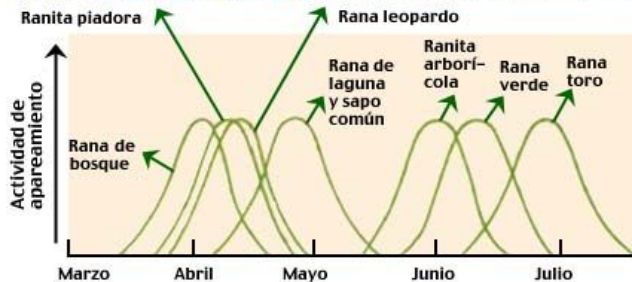
Dues poblacions adquireixen diferents **conductes sexuals** i deixa d'haver-hi atracció sexual





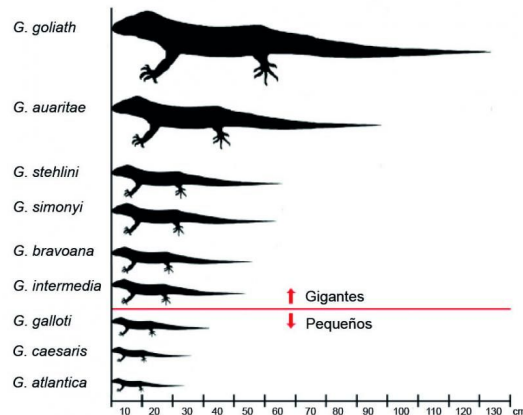
AÏLLAMENT ESTACIONAL

Dues poblacions diferencien en les seves **èpoques reproductives** i ja no es troben en el moment d'aparellament.



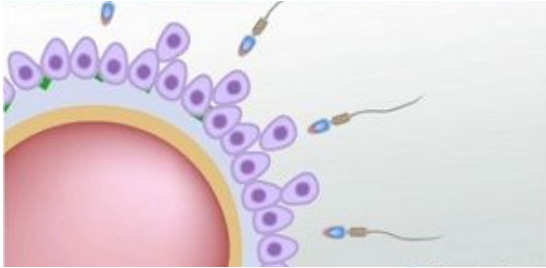
AÏLLAMENT MECÀNIC

Dues poblacions presenten **diferències físiques** que impedeixen l'aparellament (mida, òrgans genitals...)



AÏLLAMENT GAMÈTIC

Es pot produir l'aparellament però hi ha barreres físiques o químiques que impedeixen la **fecundació dels gàmetes**.



Canis latrans



Tema 8. F
Jaume Bene



Canis lupus

Equus quagga



Equus ferus



Zebrall



Coiolló

AÏLLAMENT POSTZIGÒTIC

Es produeix la fecundació però el **zigot és inviable** o el resultant **híbrid no sobreviu o és estèril** (o molt poc fèrtil).



Narluga



Delphinapterus leucas

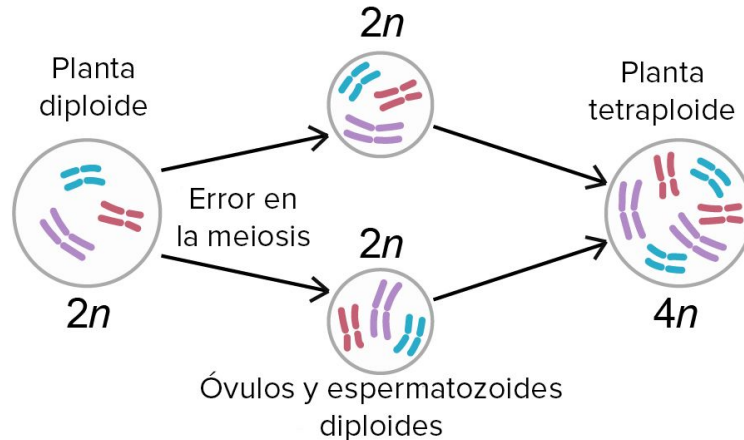


Monodon monoceros

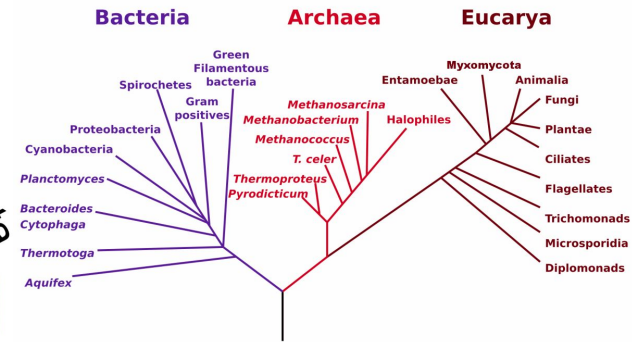
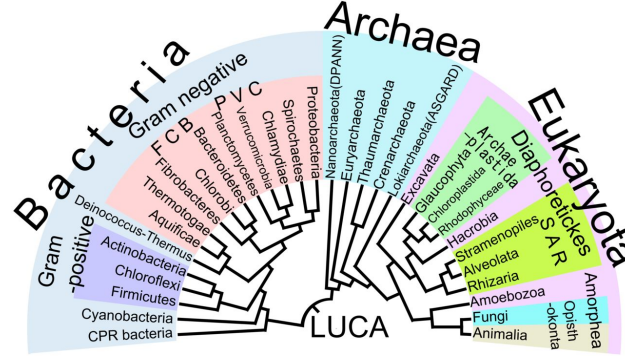


Aïllament instantani o especiació quàntica

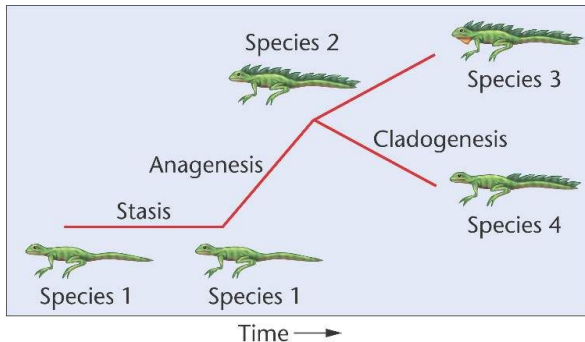
- La **incompatibilitat sexual** es produeix **sobtadament**, en una sola generació
- Procés **ràpid** i **excepcional**
- Causada per **mutacions genòmiques**, especialment per **poliploidia**



7. Filogènia

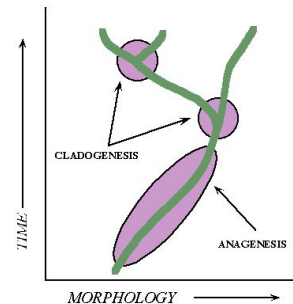


- Estudi de la **història evolutiva** d'una espècie o un grup taxonòmic
- Basada en **comparació de DNA, registre fòssil i semblances morfològiques**
- Segons el procés evolutiu que hagi originat l'espècie diferenciem:



- **Anagènesi o gradualisme filètic** ➡ Acumulació de petits canvis que transformen **gradualment una espècie en una de nova**, un sol llinatge
- **Cladogènesi o evolució ramificada** ➡ Divisió evolutiva on **una espècie divergeix en varies**, varis llinatges

ANAGENESIS VS. CLADOGENESIS

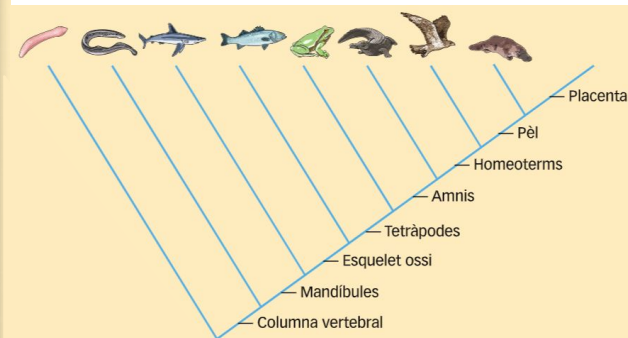


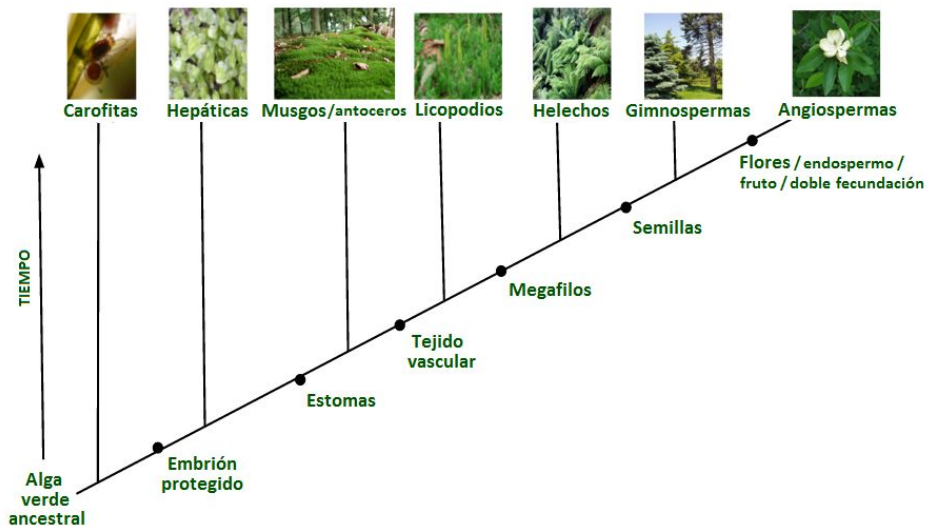
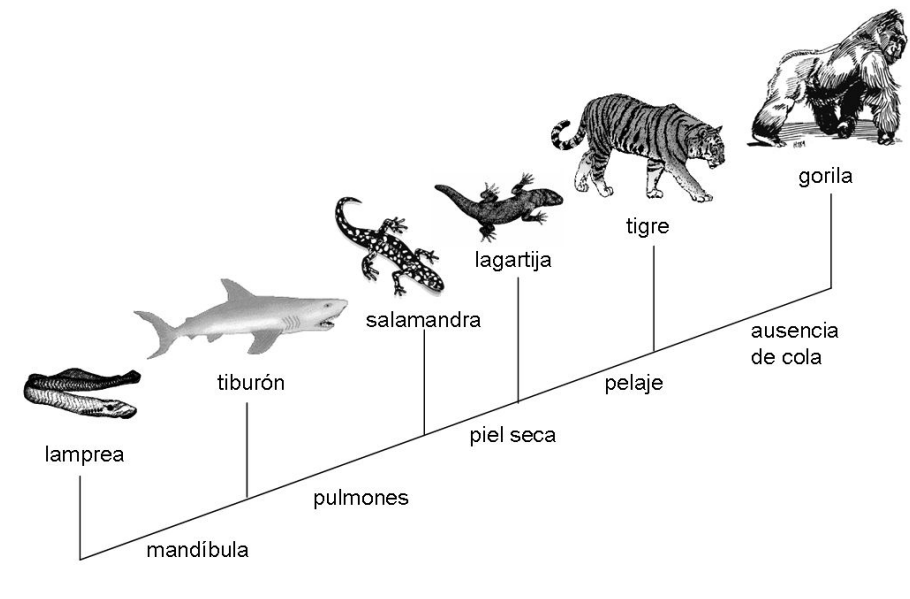


7.1. Cladogrames

- Classificació taxonòmica on es mostra la **relació entre espècies en funció d'una característica derivada** (característiques que les espècies hereten dels seus antecessors, al mateix temps que van acumulant noves característiques)

	Columna vertebral	Mandíbula	Esquelet ossi	Quatre extremitats	Embrió amb amnis	Homeotermes	Pèl	Placentaris
Procordats	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciclòstoms	1	0	0	0	0	0	0	0
Condrictis	1	1	0	0	0	0	0	0
Osteïctis	1	1	1	0	0	0	0	0
Amfibis	1	1	1	1	0	0	0	0
Rèptils	1	1	1	1	1	0	0	0
Ocells	1	1	1	1	1	1	0	0
Mamífers prototeris	1	1	1	1	1	1	1	0
Mamífers placentaris	1	1	1	1	1	1	1	1







7.2. Arbres filogenètics

- Arbres que mostren la **relació evolutiva entre espècies** on les **branques representen el temps** transcorregut en la separació de llinatges **o el grau de diferència** entre seqüències de DNA (anteriorment per diferències morfològiques)
- S'elaboren **a partir dels cladogrames**

