



ANNO SCOLASTICO 2008-2009

PERCORSO FORMATIVO DEL QUINTO ANNO

Le evidenze dell'evoluzionismo

Darwin a 200 anni da Darwin"

1809-1892

Prof. Carmela Barbera

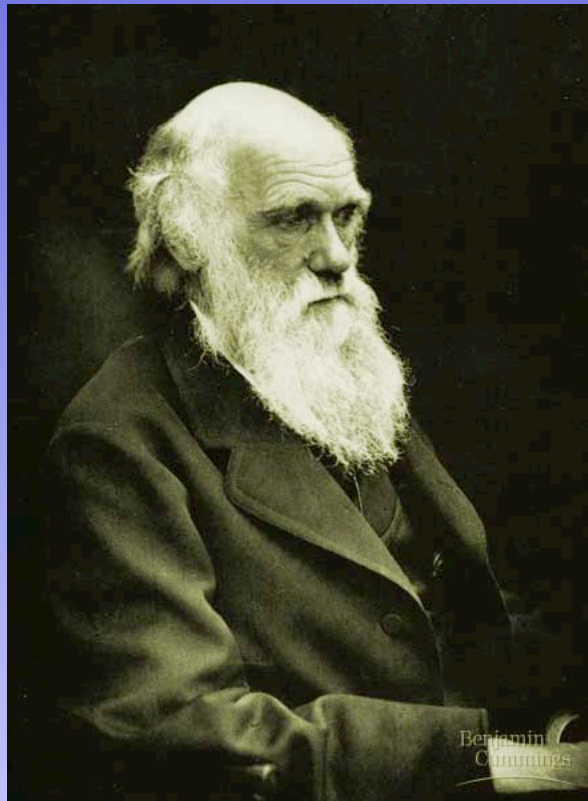
Darwin si autodefinì

Il Cappellano del Diavolo

*“in quanto capace di descrivere l'orrenda
crudeltà della natura”*

*Fu anche capace anche di cogliere l'immensa
portata innovativa della selezione naturale*

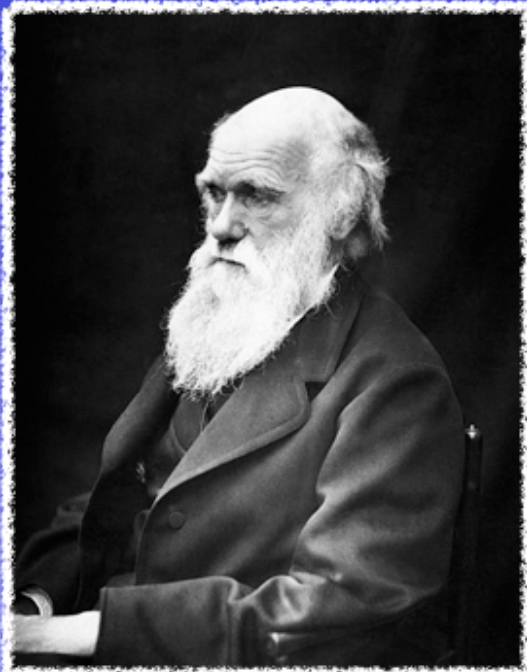
I viaggi di Darwin con il brigantino BEAGLE (1831-1836)



il viaggio sul Beagle fornì tre osservazioni alla intuizione sulla evoluzione per selezione naturale

- 1.** le forme di popolazioni imparentate e viventi su diverse isole variano nell'aspetto
- 2.** gli abitanti delle isole avevano affinità con le specie sul continente vicino anzichè con specie che vivono in simili ambienti
- 3.** I Fringuelli di Darwin appartenevano tutti ad una sola famiglia

tutte legate alla diversità insulare



to the material world, we can at least go so far as to perceive that events are brought about not by the exercise of Divine power, exerted in each particular case, but by the establishment of general laws."

W. WHEWELL: *Bridgewater Treatise*.

"To conclude, therefore, let no man out of a weak conceit of sobriety, or an ill-applied moderation, think or maintain, that a man can search too far or be too well studied in the book of God's word, or in the book of God's works; divinity or philosophy; but rather let men endeavour an endless progress or proficience in both."

BACON: *Advancement of Learning*.

Down, Bromley, Kent,
October 1st, 1850.

ON
THE ORIGIN OF SPECIES

BY MEANS OF NATURAL SELECTION,

OR THE

PRESERVATION OF FAVOURED RACES IN THE STRUGGLE
FOR LIFE.

By CHARLES DARWIN, M.A.,

FELLOW OF THE ROYAL, GEOLOGICAL, LINNEAN, ETC., SOCIETIES;
AUTHOR OF 'JOURNAL OF RESEARCHES DURING H. M. S. BEAGLE'S VOYAGE
ROUND THE WORLD.'

LONDON:
JOHN MURRAY, ALBEMARLE STREET.
1859.

The right of Translation is reserved.

L'origine della specie (1859)

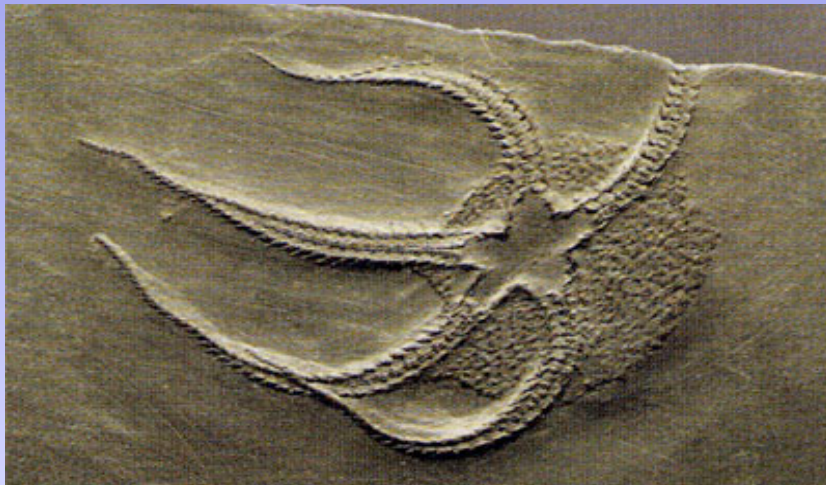
Nel testo base in cui enuncia la sua teoria dichiara di non aver fiducia nei reperti fossili che a quel tempo erano scarsi e poco conosciuti

I primi grandi rettili , chiamati poi dinosauri per il loro inconsueto e terribile aspetto, erano stati scoperti in Inghilterra nel 1824

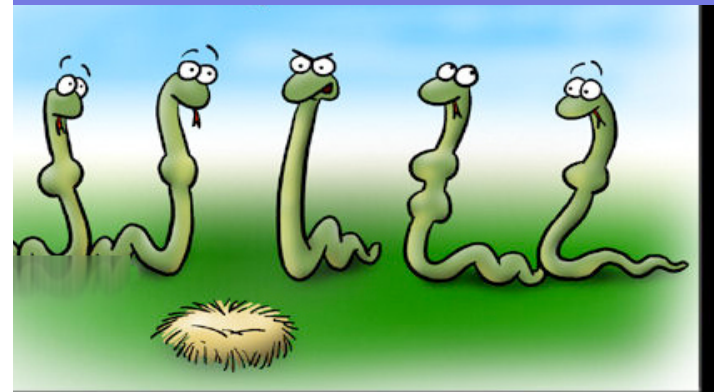
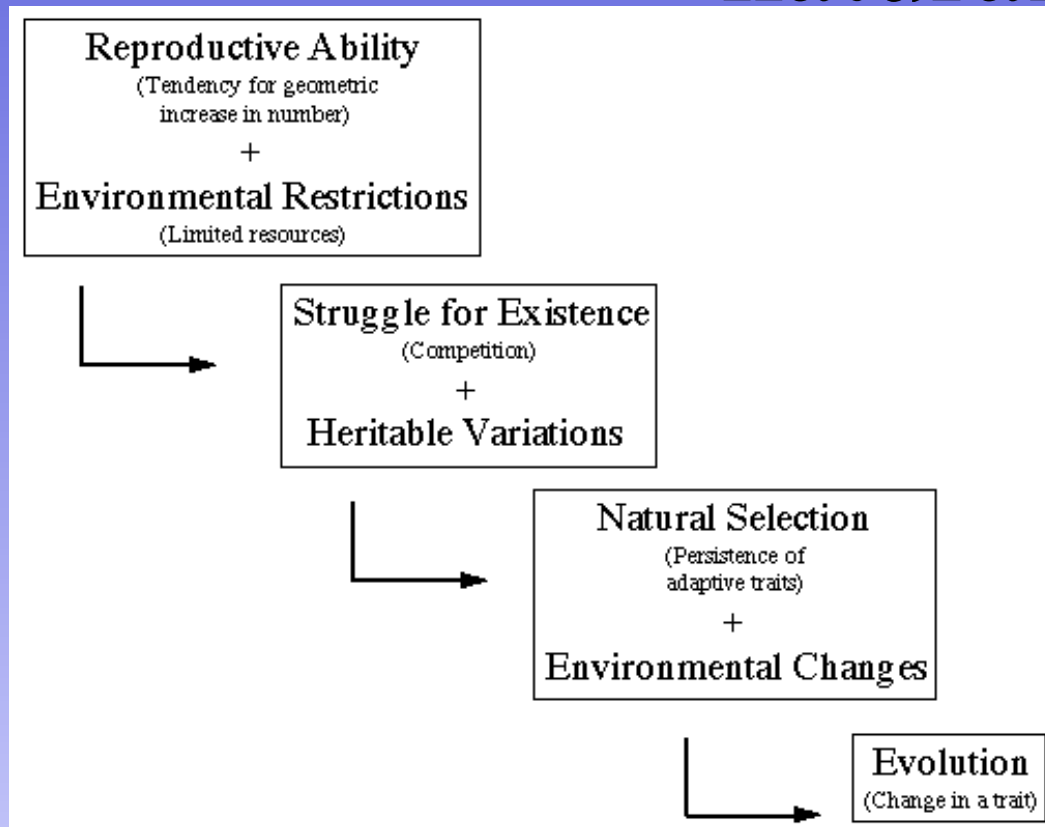
I rettili marini erano stati associati ai coccodrilli ...

Record fossile

- 250.000 specie fossili (4.000 famiglie)
- Diversa capacità di fossilizzazione
 - Fattori fisici e biologici
 - Diffusione geografica
 - Durata della vita di una specie
 - Tassi di turnover



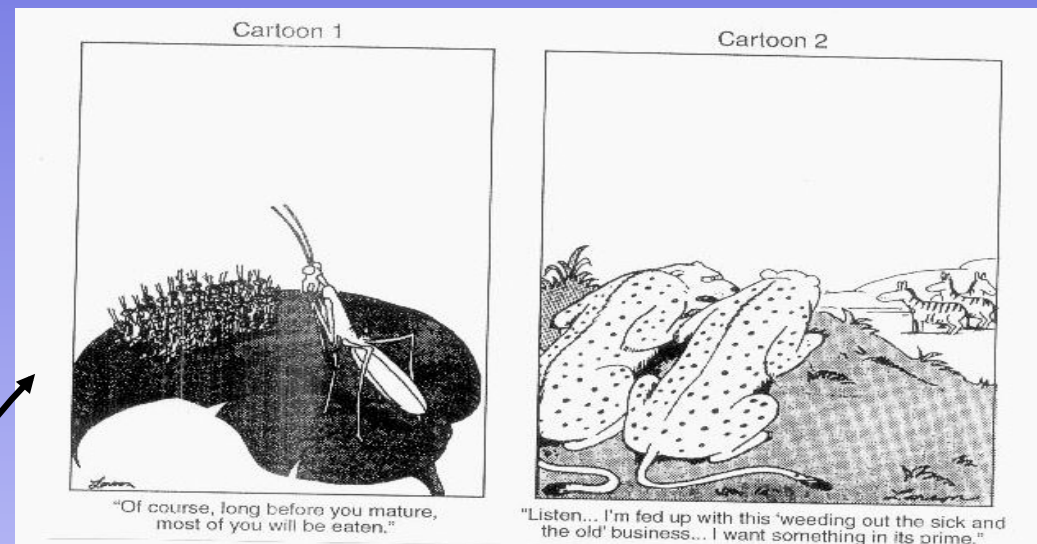
Meccanismo della selezione naturale



La competizione e la predazione eliminano i meno adatti, impedendogli di diffondere i propri geni



"Fregato alla nascita, Hal"

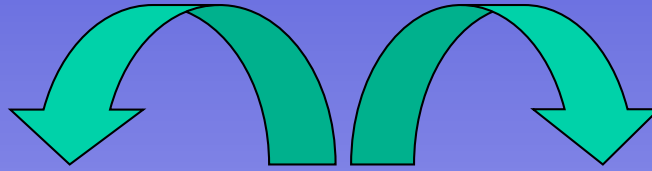


Ovviamente, prima che divengiate adulti, molti di voi saranno divorati.

Sono stanco di questa storia dei vecchi ed i malati, voglio qualcosa al suo meglio!

Estinzione

Scomparsa definitiva di una specie sulla Terra



ESTINZIONI BACKGROUND

ESTINZIONI DI MASSA



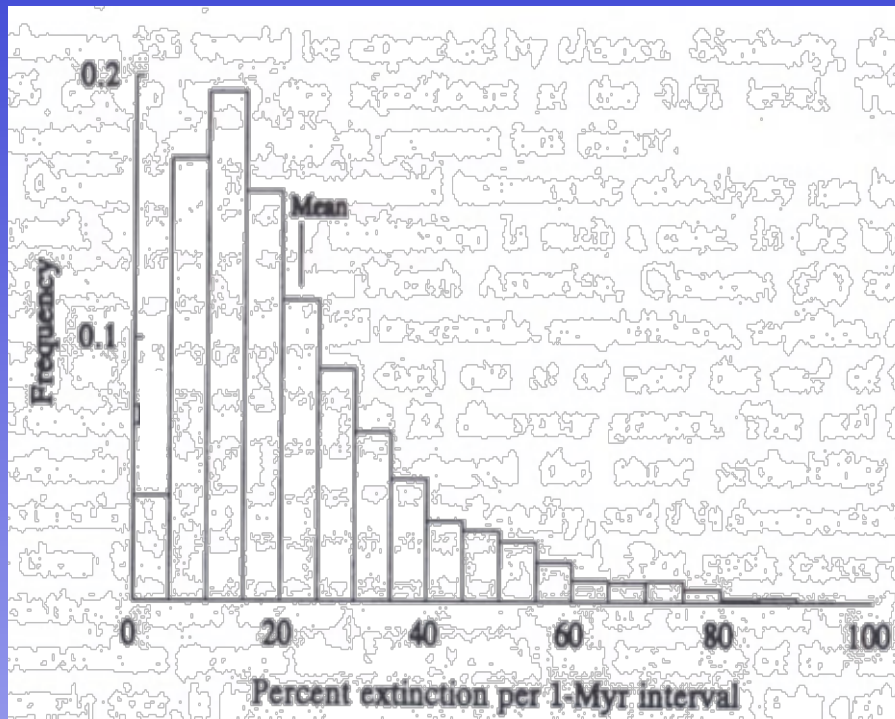
Eventi di “normale” estinzione
regolati dalla selezione
naturale



Scomparsa di più del 50 % di
specie in un breve intervallo di
tempo

Modello di selettività “non costruttivo”

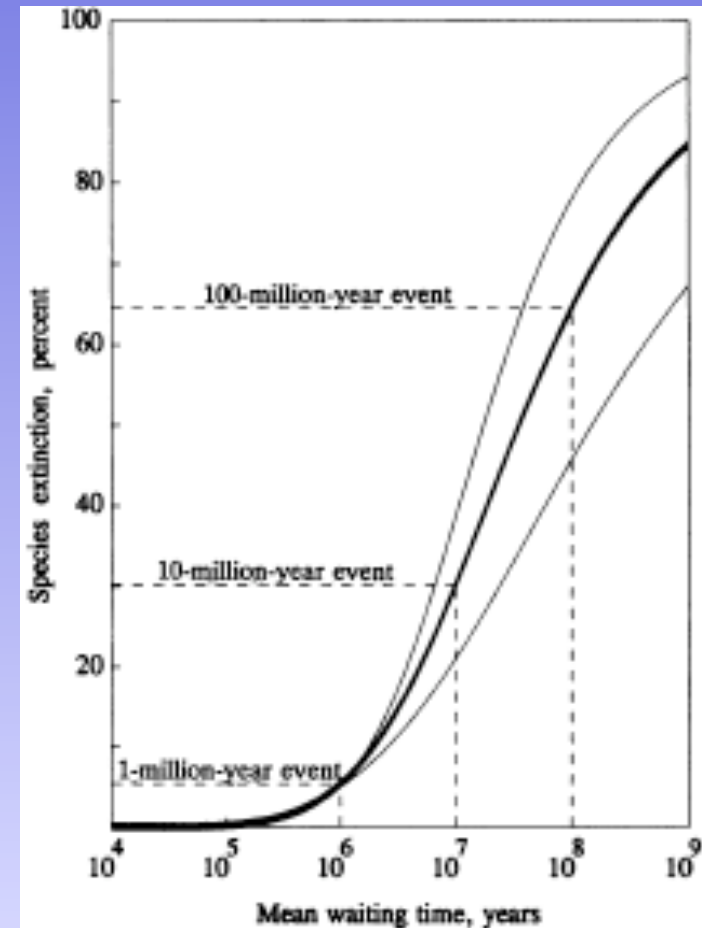




Variazione dell'intensità d'estinzione per intervalli di 1Ma durante i passati 600 Ma

“Kill curve”

Curva che esprime l'intervallo medio d'attesa tra un evento d'estinzione e quello seguente di grandezza uguale o maggiore



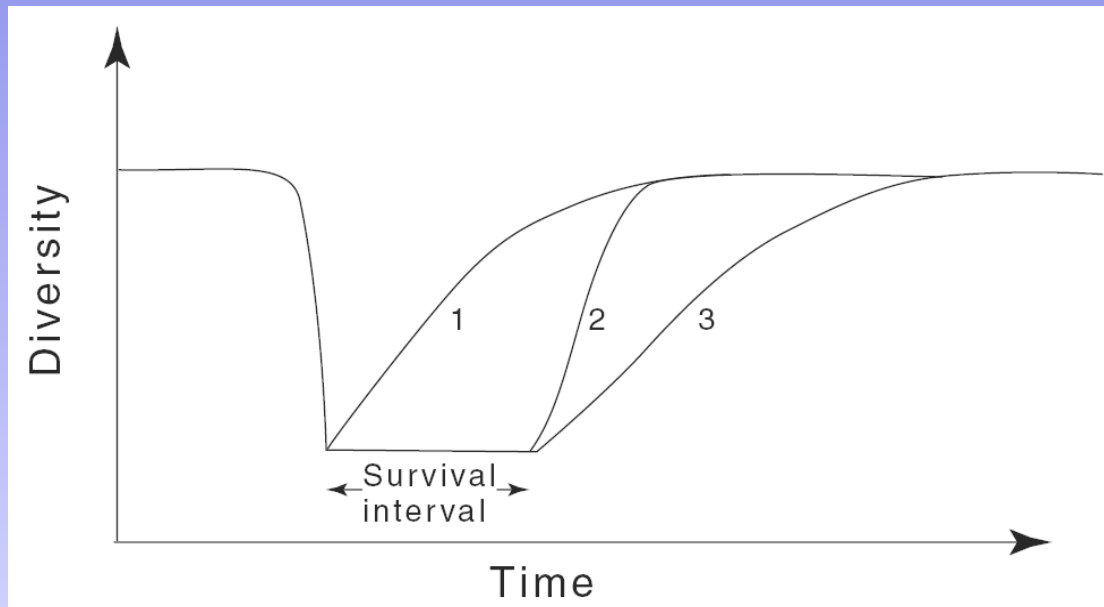
Cause

- Eventi di flood basaltici
- Eventi da impatto
- Variazione del livello del mare
- Raffreddamento/
Riscaldamento globale
- Eventi anossici
- Variazioni delle peculiarita'
delle correnti oceaniche
- Supernove e raggi gamma
- Deriva dei continenti e/o
tettonica a placche



Recovery

Le estinzioni di massa provocano collassi di interi ecosistemi, che dovranno essere ricostruiti in una fase successiva di **recupero**



Intervallo di crescita esponenziale immediatamente seguente la fine dell'evento d'estinzione, per poi ritornare ad un tasso di natalità nella norma, avvicinandosi ad un nuovo equilibrio

Fauna iniziale post-estinzione :

- bassa diversità
- ampio range geografico
- taxa euritopici

Ambienti di reef: tra i più studiati



- Lazarus Taxa
- Lilliput effect



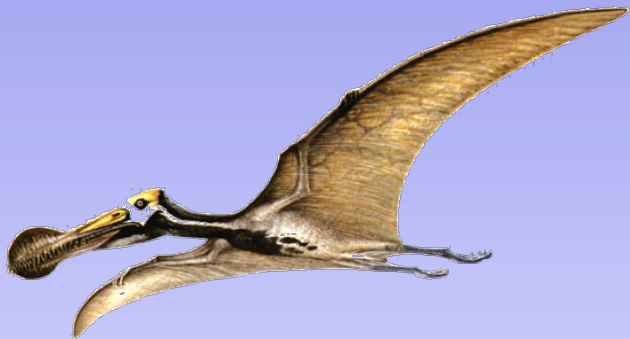
Ruolo evolutivo

- Impoverimento morfologico
- Impoverimento tassonomico
- Omogeneizzazione

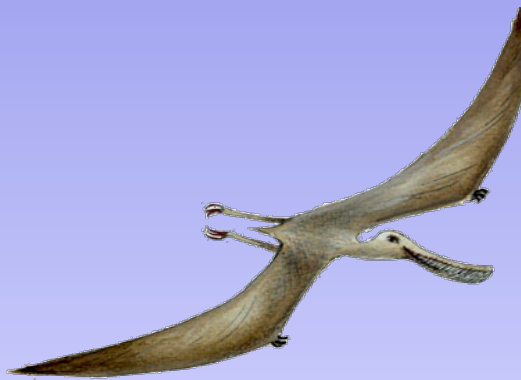


- Diversificazione
- Rioccupazioni di nicchie lasciate vuote
- Esplorazione di nuove opportunità

Replacement evolutivo: Uccelli del Cenozoico



Tropeognathus



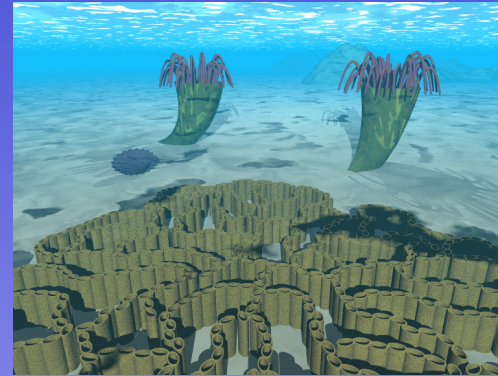
Pterodaustro



Quetzlcoatlus

Diversi modelli evolutivi:

- Continuità ininterrotta
- Continuità con battute d'arresto
- Dead clade walking
- Diversificazione sfrenata



Perdite durante le
estinzioni di massa

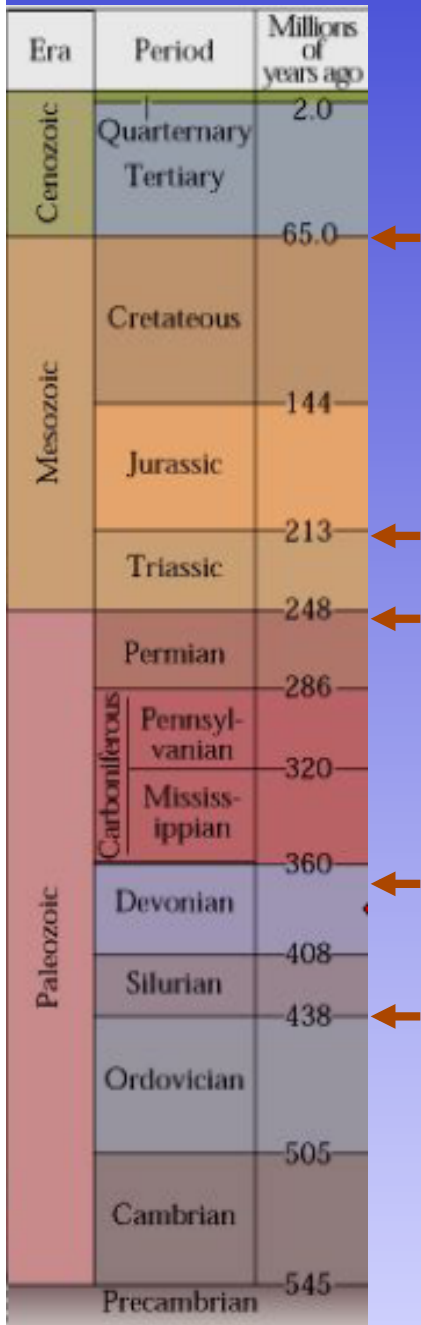


5% del totale di specie estinte



**Eliminazione dei cladi più diffusi e ricchi di specie,
di interi ecosistemi e province biogeografiche**

“Big five”



Episodi d'estinzione	Milioni di anni da oggi	Percentuale d'estinzione
Cretaceo	65	76
Triassico	208	76
Permiano	245	96
Devoniano	367	82
Ordoviciano	439	85

Estinzione dell'Ordoviciano

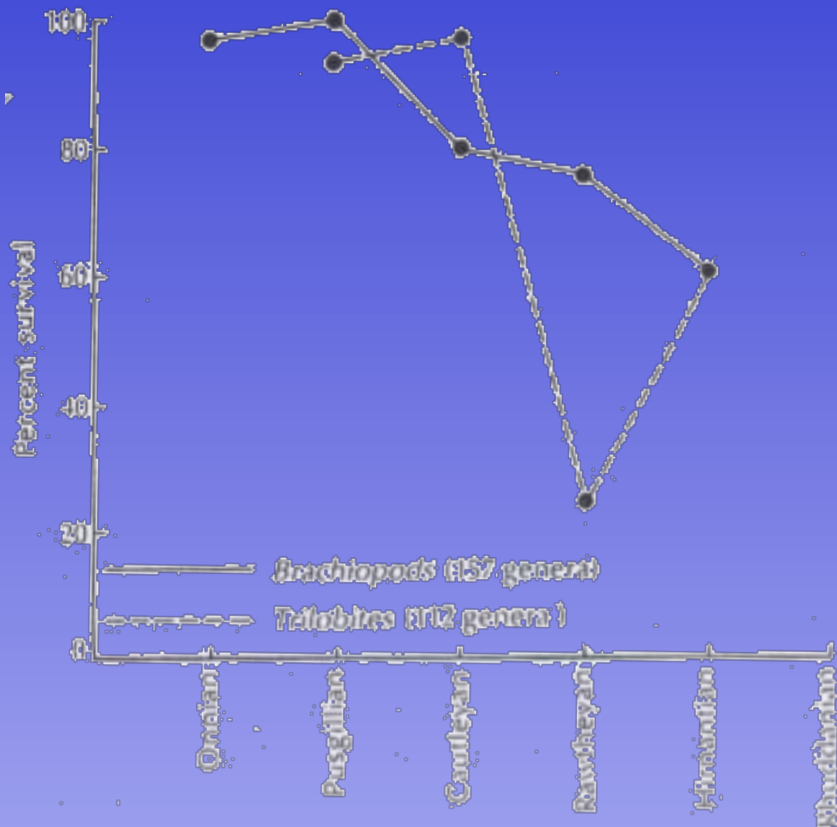
Sistema	Serie	Piano	Milioni anni
Ordoviciano	Ashgilliano	Hirnantiano	439,9
		Rawtheyano	440,1
		Cautleyano	440,6
		Pusgilliano	443,1
	Caradociano	Onniano	444
		Actoniano	444,5
		Marshbrookiano	447,1
		Longvilliano	449,7
		Soudleyano	457,5
		Harnagiano	462,3
	Llandeiliano	Costoniano	463,9
		Superiore	465,4
		Medio	467
	Llanvirniano	Inferiore	468,6
		Superiore	472,7
	Llanvirniano	Inferiore	476,1
		Superiore	472,7
Arenigiano		493	
Tremadociano		510	

← 2 picchi
← d'estinzione

85% di specie
61% di generi
12-24% di famiglie

Colpiti i maggiori
gruppi tassonomici
ed ecologici





TRILOBITI:

sopravvissute 14 famiglie su 38



BRACHIOPODI:

13 famiglie estinte



ECHINODERMI:

declino in diverse classi, soprattutto cistoidi ed edrioasteroidi



GRAPTOLITI: forte decremento sia in ricchezza specifica che in abbondanza



Tra i gruppi maggiormente colpiti sono inclusi: **CONODONTI**, **CORALLI**, **CHITINOZOI**, **ACRITARCHI** e **OSTRACODI**



Cause

➤ Cambiamenti del livello del mare



- Massima regressione nel Medio/Alto Hirnantiano
- Brusca trasgressione alla fine del Hirnantiano



➤ Variazione della temperatura



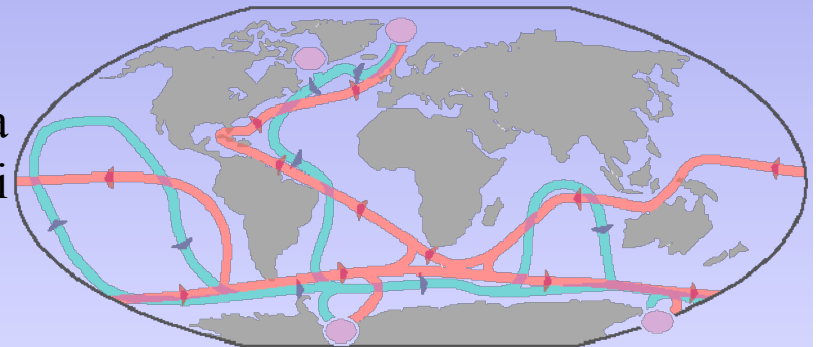
- Prove sempre maggiori di una glaciazione continentale
- Estese condizioni artiche e subartiche



➤ Capovolgimenti delle correnti oceaniche



- Relativamente rapidi → scomparse di fauna in livelli precisi di molte sezioni
- Nessuna prova nei record sedimentari



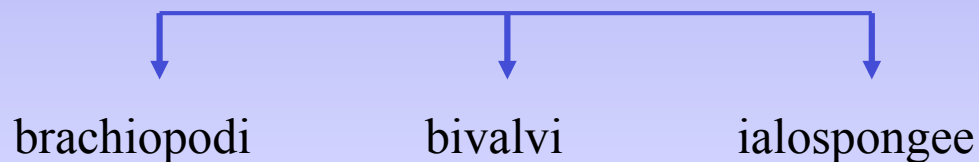
Estinzione del Tardo Devoniano

Sistema	Serie	Piano	Ma
Devoniano	D3	Famenniano	367
		Frasniano	377,4
	D2	Givetiano	380,8
		Eifeliano	386
	D1	Emsiano	390,4
		Prgiano	396,3
Lochkoviano		408,5	

- Estinzione dell'82% di specie esistenti
- Ecosistemi all'inizio del Frasniano fortemente diversi da quelli del Famenniano



Gruppi maggiormente colpiti



Modelli ecologici riscontrati:



➤ Effetti latitudinali



- Ecosistemi marini tropicali maggiormente colpiti
- Diversa survivorship per le specie adattate ad acque fredde

- coralli
- brachiopodi
- foraminiferi bentonici

➤ Effetti batimetrici



- Ecosistemi marini d'acqua poco profonda più influenzati
- Estinzione specie bentoniche d'acque basse

- stromatoporidi
- tetracoralli

↳ Diversificazione gruppi silicei

➤ Effetti dell'habitat

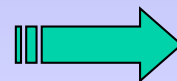


- Diversa capacità di sopravvivenza tra ambienti marini e d'acqua dolce
- Diverse fluttuazioni di temperatura → abbassamento della temperatura a livello globale



- placodermi
- acantodi
- fitoplancton

➤ Dinamiche evolutive



Tasso d'estinzione / Tasso d'origine

Estinzione del Permiano

- Evento d'estinzione più grande di cui siamo a conoscenza
- 96% di specie scomparse
- 83% di tutti i generi marini → Più colpiti gli organismi epifaunali sessili e carnivori superiori

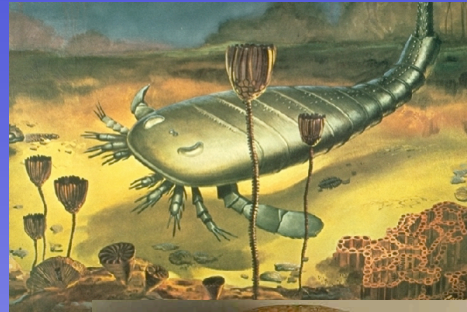
Sistema	Serie	Piano	Ma
Permiano	Zechsteiniano	Changsinghiano	247,5
		Dzulfiano	250
		Kazaniano	252,5
		Ufimiano	256,1
	Rotliegendiano	Kinguriano	259,7
		Artinskiano	268,8
		Sakmariano	281,5
		Asseliano	290

← Espansione post-Paleozoica di comunità di molluschi infaunali mobili



Estinti

- Coralli Rugosa e Tabulata



- Conularidi (Scifozoi)

- Euripteridi

- Ostracodi leperditidi

- Ammoniti goniatiche



- Brachipodi orthida e productida



- Blastoidi

- Crinoidei flexibilia e camerata

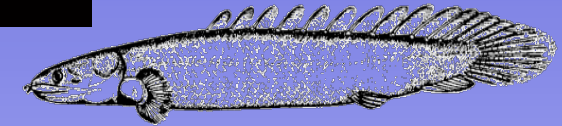


- Trilobiti

- Diversi gruppi di gasteropodi

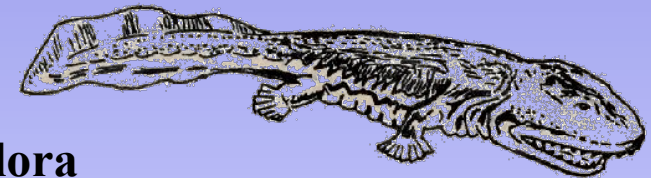
Perdite di diversità

- Briozoi criptostomi e trepostomi
- Foraminiferi
- Ammonoidei
- Pesci



Abbassamento di diversità con rapida ripresa della diversificazione

- Pesci d'acqua dolce ed eurialini
- Anfibi

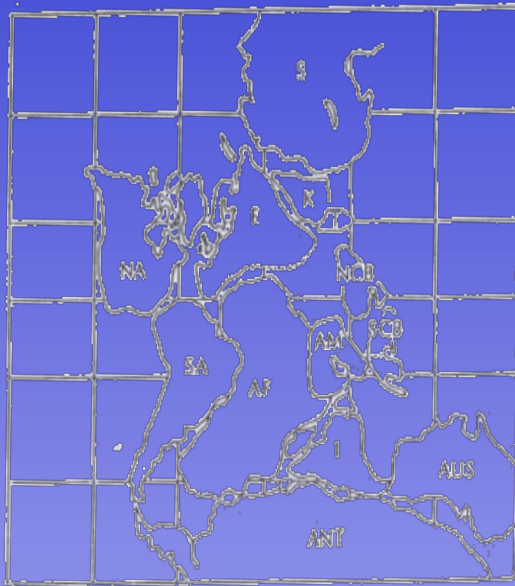


Cambiamenti della flora

Caratteristiche intermedie tra flora paleozoica/mesozoica



Possibili cause



Formazione
della
Pangea



- Instabilità tettonica
- Regressioni marine
- Instabilità trofica
- Aumento della stagionalità e continentalità

- Vulcanismo intenso
- Impatti asteroidi
- Raffreddamento globale
- Declino fitoplancton → reazione a catena
- Radiazioni cosmiche



Siberian Traps



Estinzione del Triassico

- Estinzione del 76% di specie esistenti
- Importanza riconosciuta in un secondo momento



Inizialmente si osservarono forti declini delle ammoniti e dei tetrapodi terrestri

Sistema	Serie	Piano	Ma
Triassico	Tr3	Retico	209,6
		Norico	220,7
		Carnico	227,4
	Tr2	Ladinico	234,3
		Anisico	241,7
	Scitico	Spathico	241,9
		Nammalico	243,4
		Griesbacico	248,2



2 picchi
d'estinzione

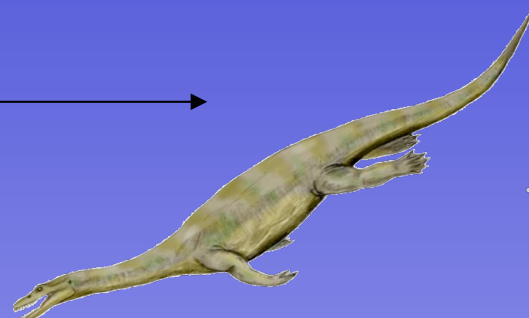


Gruppi maggiormente colpiti

- Cefalopodi
- Gasteropodi
- Rettili marini
- Brachiopodi
- Bivalvi
- Spugne



Ceratida estinti



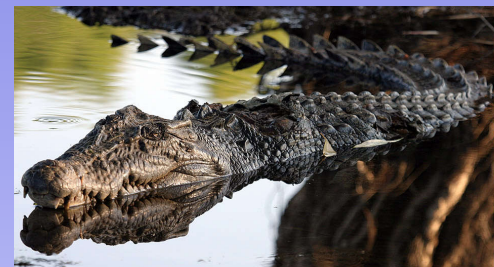
Notosauri e placodonti estinti

Maggiori perdite sulla terraferma

- Insetti
- Pesci d'acqua dolce
- Tecodonti



Turnover della fauna di tetrapodi non marini



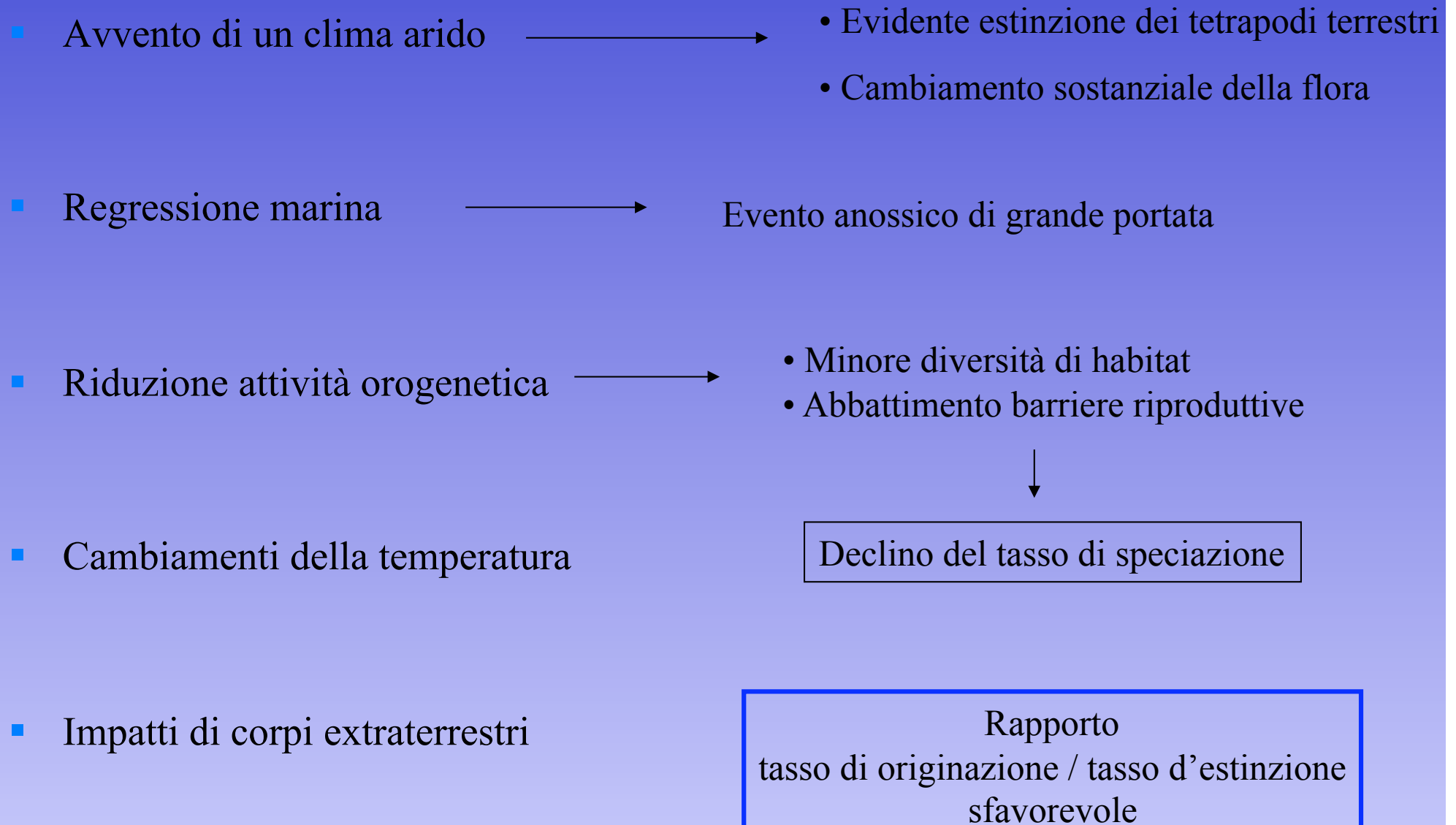
Labirintodonti
 Tecodonti
 Prolocofonidi
 Prolacertiformi
 Rincosauri



Dinosauri
 Coccodrilli
 Pterosauri
 Tartarughe
 Lepidosauri
 Lissanfibi
 Mammiferi



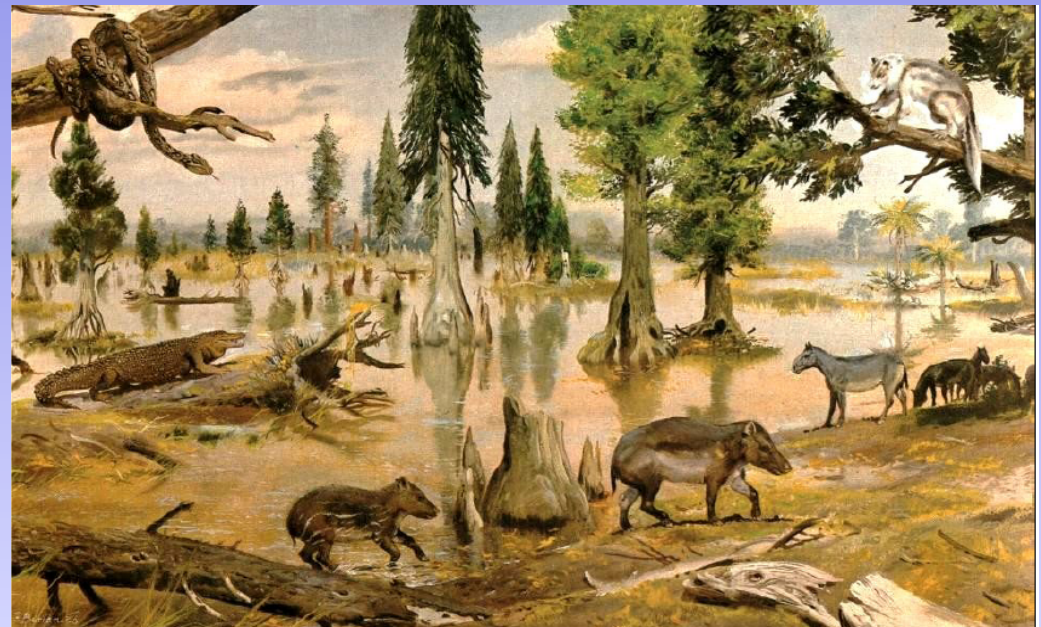
Possibili cause



Estinzione del Cretaceo

Sistema	Serie	Piano	Ma
Cretaceo	Senoniano	Maastrichtiano	71,3
		Campaniano	83,5
		Santoniano	85,8
		Coniaciano	89,9
	Gallico	Turoniano	93,5
		Cenomaniano	98,9
		Albiano	112,2
		Aptiano	121
		Barremiano	127
	Neocomiano	Hauteriviano	132
		Valanginiano	137
		Berriasiano	144,2

- Estinzione del 76% delle specie
- Maggiori informazioni sia sulle cause che sui pattern d'estinzione

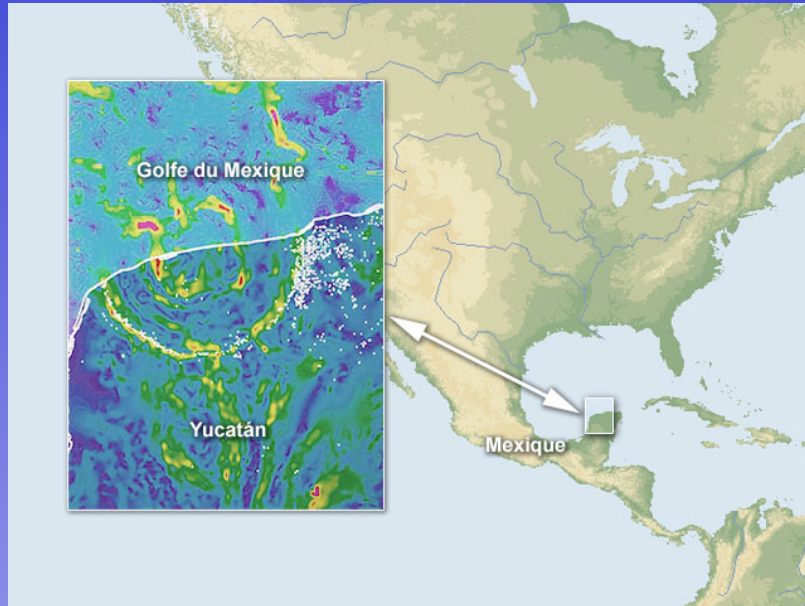


Cause

IMPATTO DI UN ASTEROIDE

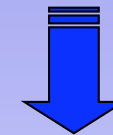
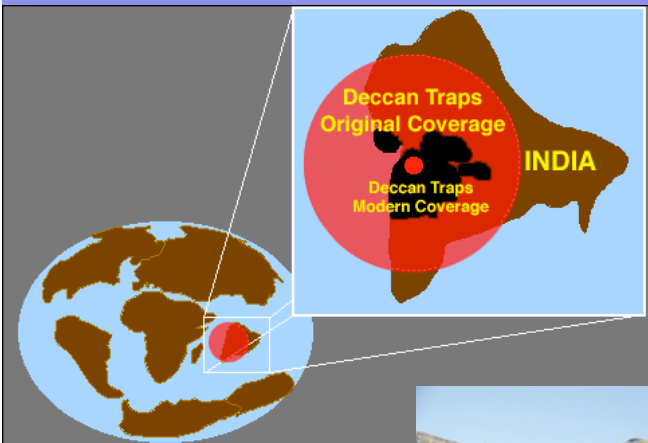
1980 : scoperta una concentrazione di iridio insolita in alcune unità stratigrafiche nei pressi di Gubbio

1990: scoperta una struttura circolare con diametro di circa 180Km sotto la città costiera di Chicxulub, nella parte settentrionale della penisola dello Yucatan



INTENSO VULCANISMO

In India è situata la distesa di basalti più estesa del mondo: circa 500.000Km²



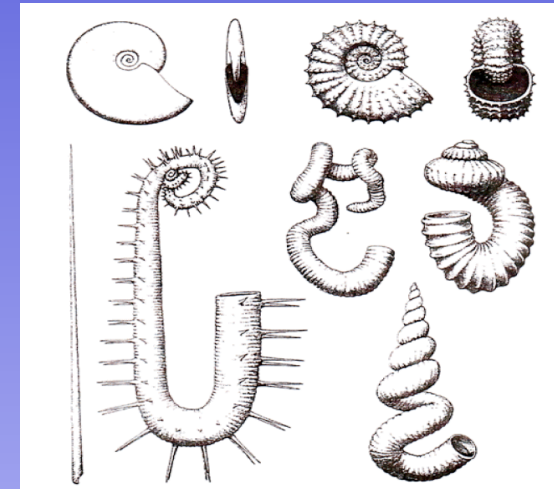
- effetti possibili
- contemporaneità?
- concause?

Gruppi maggiormente colpiti

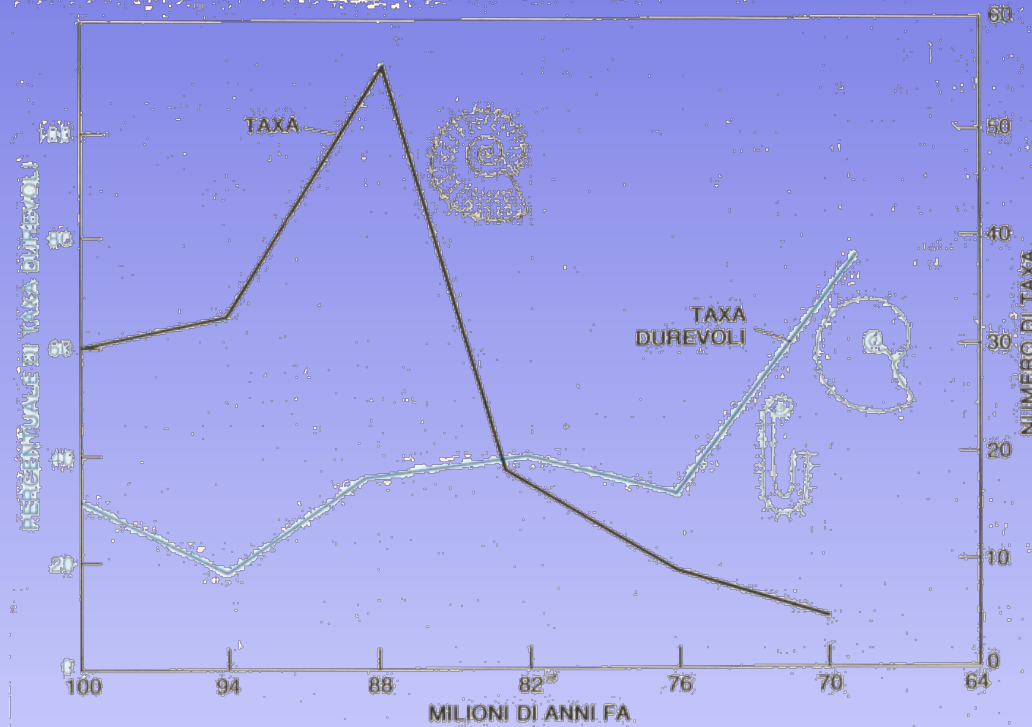
- Foraminiferi planctonici → 78% di specie estinte
- Rudiste →
- Brachiopodi e briozoi
- Ammoniti



estinte



estinte



Estinzione dei rettili

Dinosauri

- 7 generi sopravvissuti al limite K-T
 - declino in diversità e abbondanza 300.000 anni prima
- Scomparsi prima del limite:

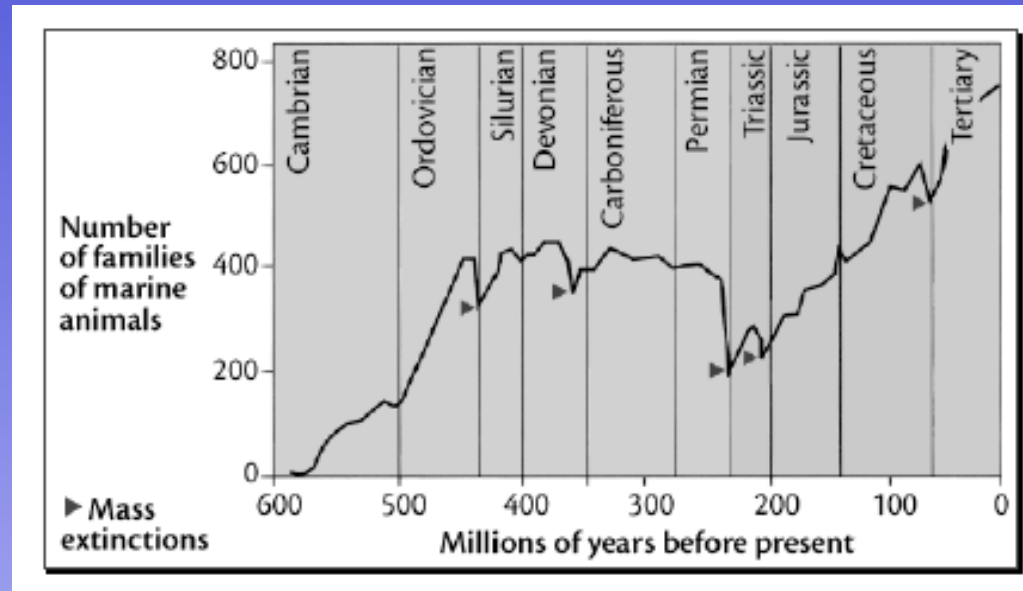
- Ornitomimidi
 - Dromeosauri
 - Sauropodi
 - Stegosauri
 - Pachicefalosauri
- influenza espansione mammiferi



Per diversi gruppi di rettili il limite K-T è stato superato senza eccessivi problemi:

- Cheloni
- Loricati
- Sauri
- Ofidi

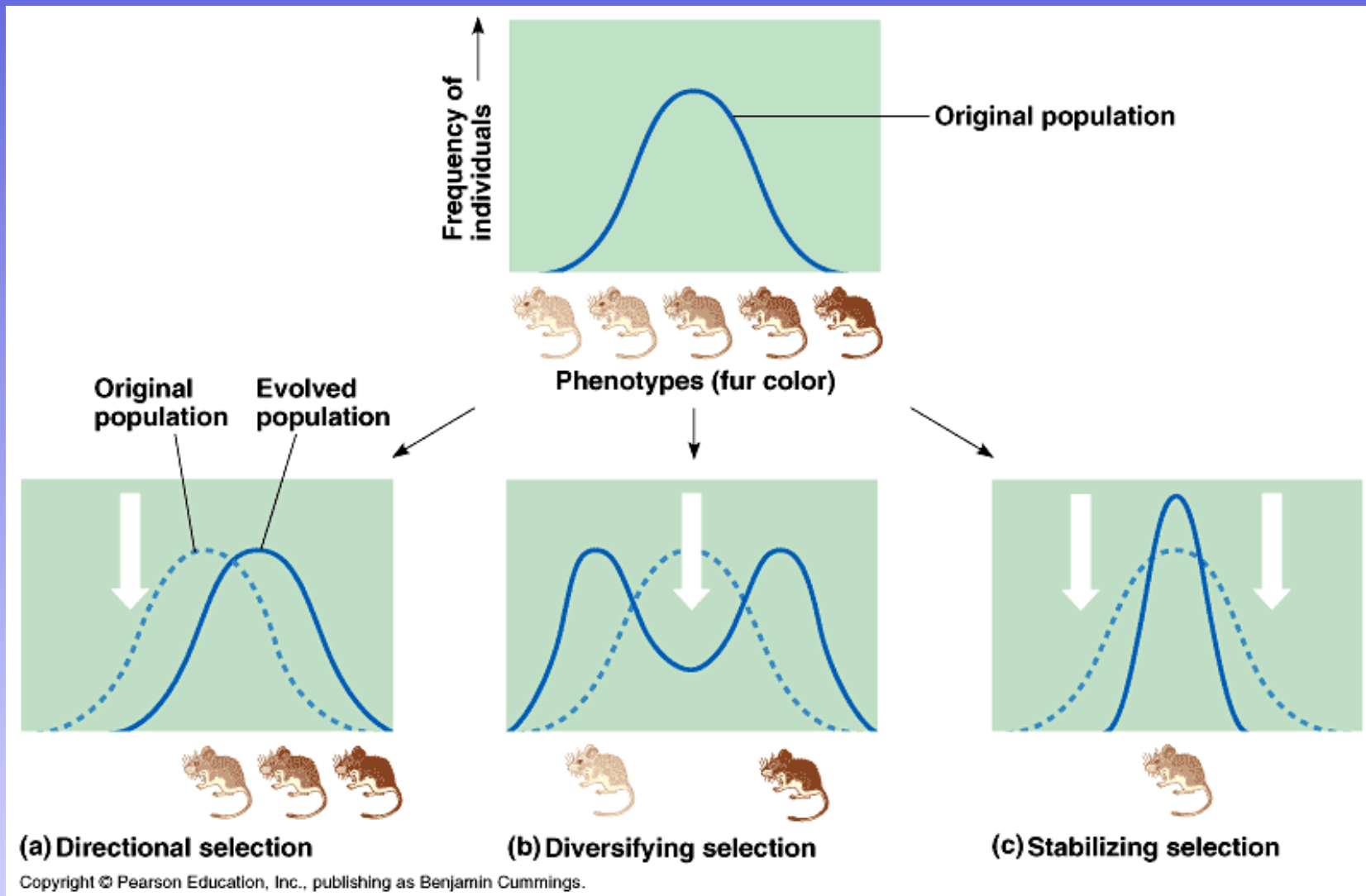




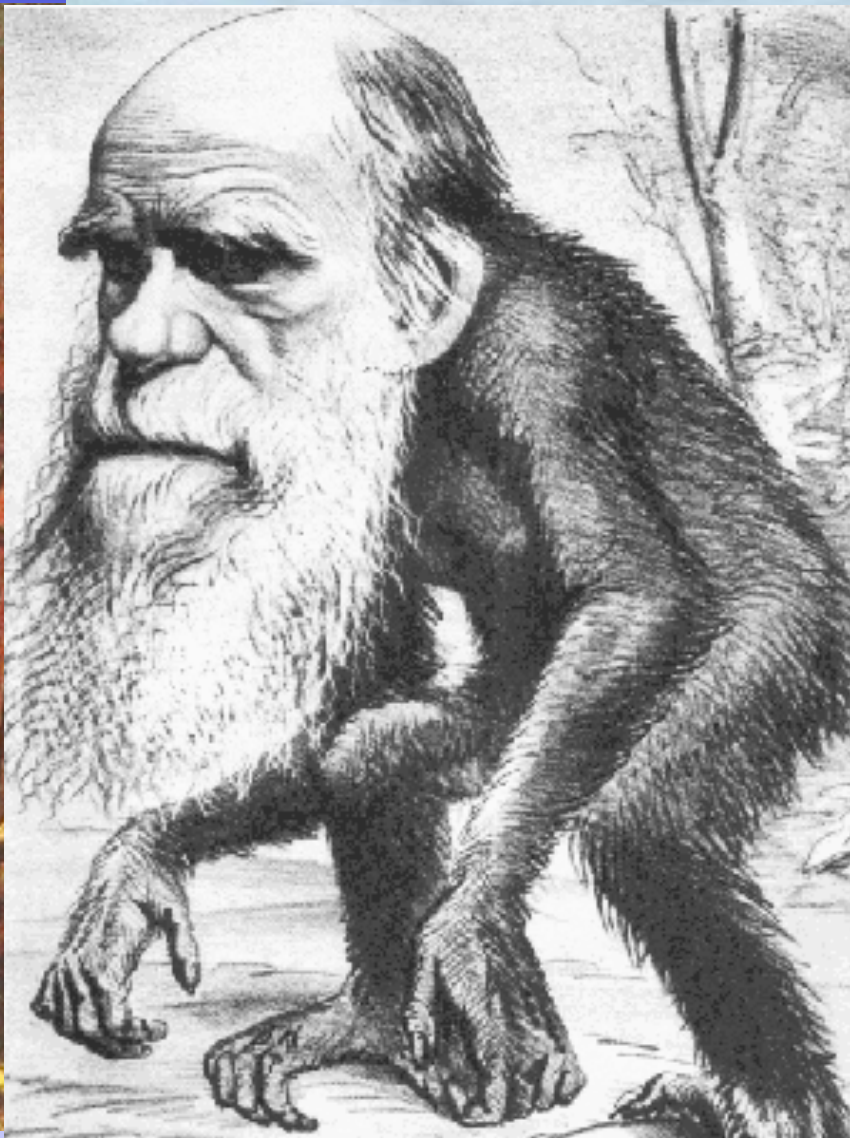
Tasso d'estinzione attuale → 27.000 specie l'anno

- VI grande estinzione di massa ?

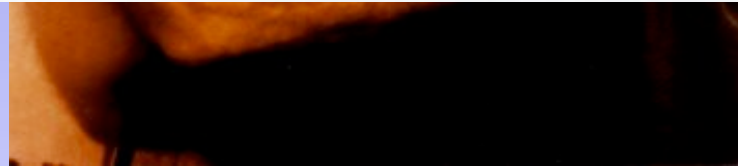
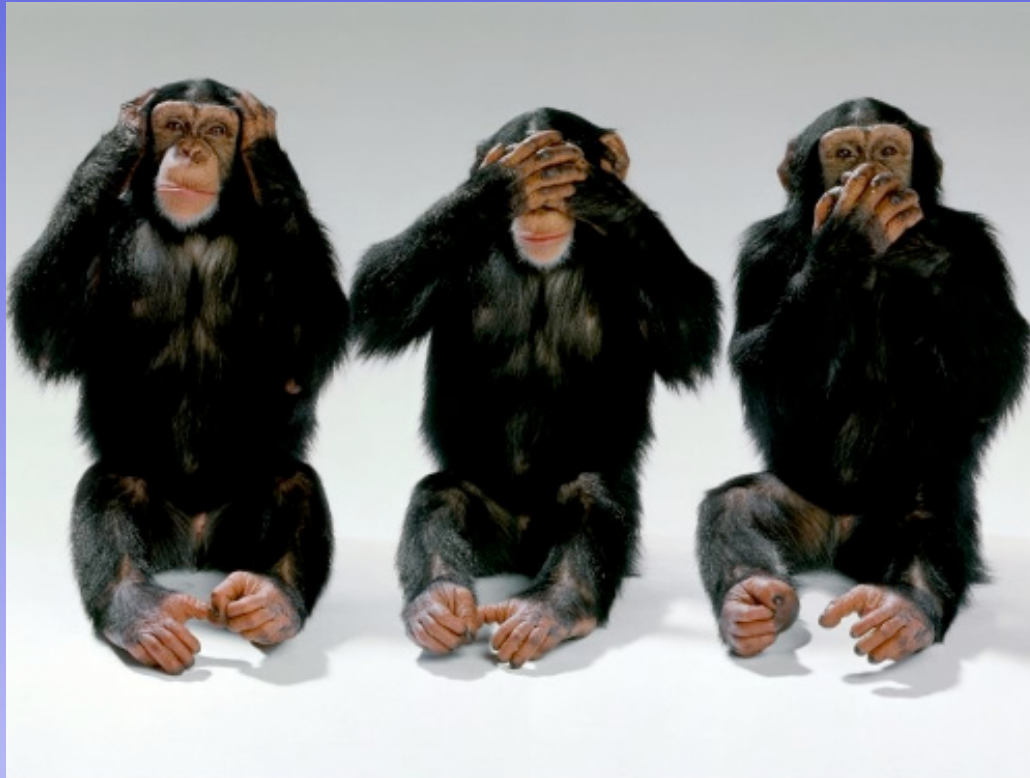
Tipi di selezione naturale



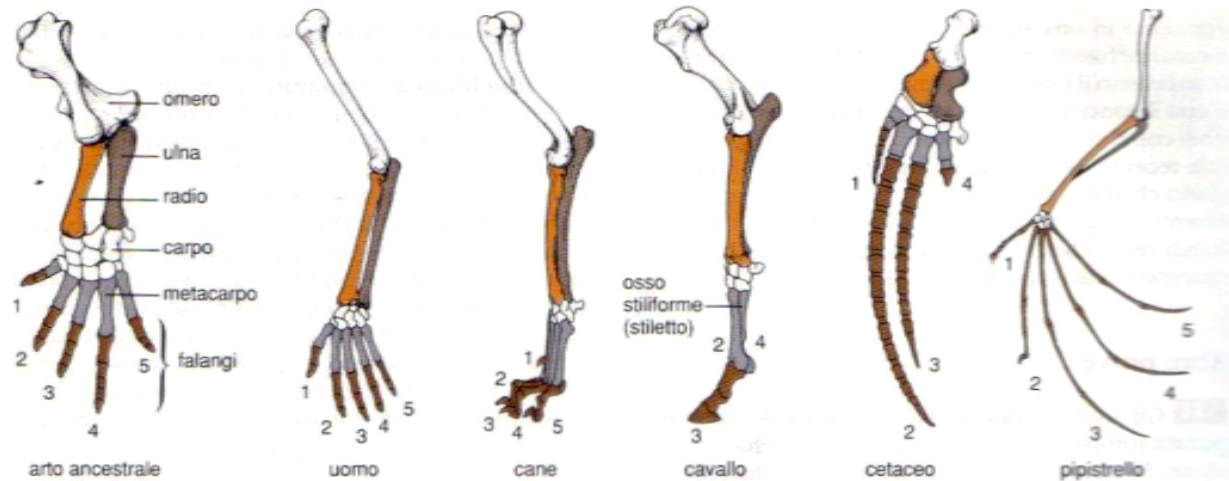
Le prime reazioni...



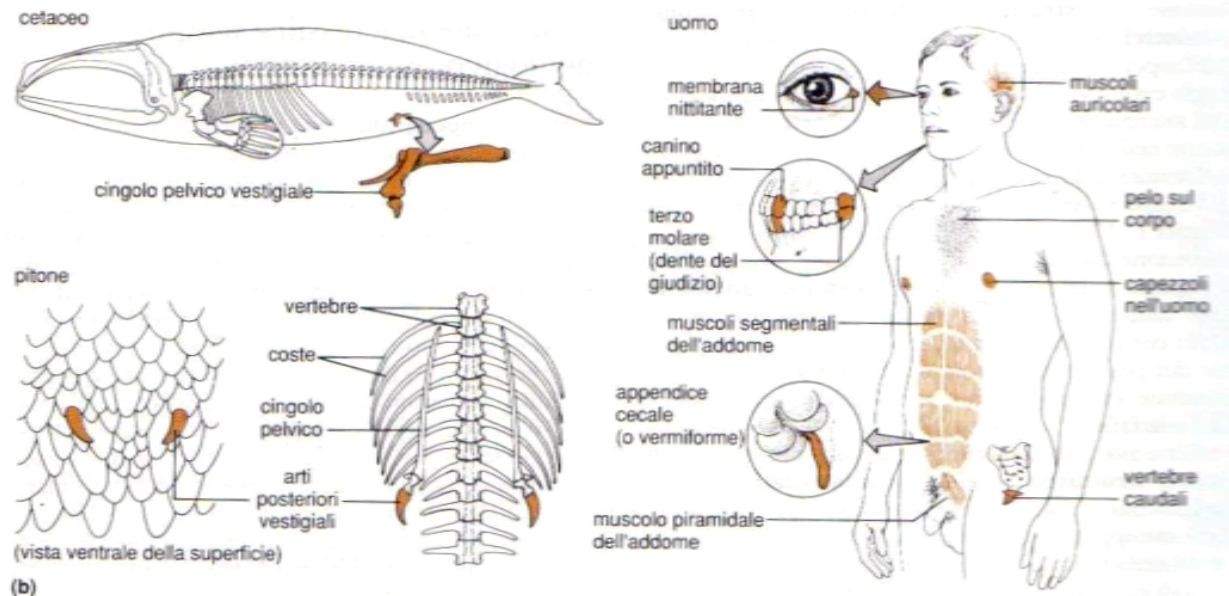
La critica “scientifica” della teologia di fine ‘800:Le
specie non possono essere imparentate fra loro!



Prove a sostegno dell'evoluzione



(a)



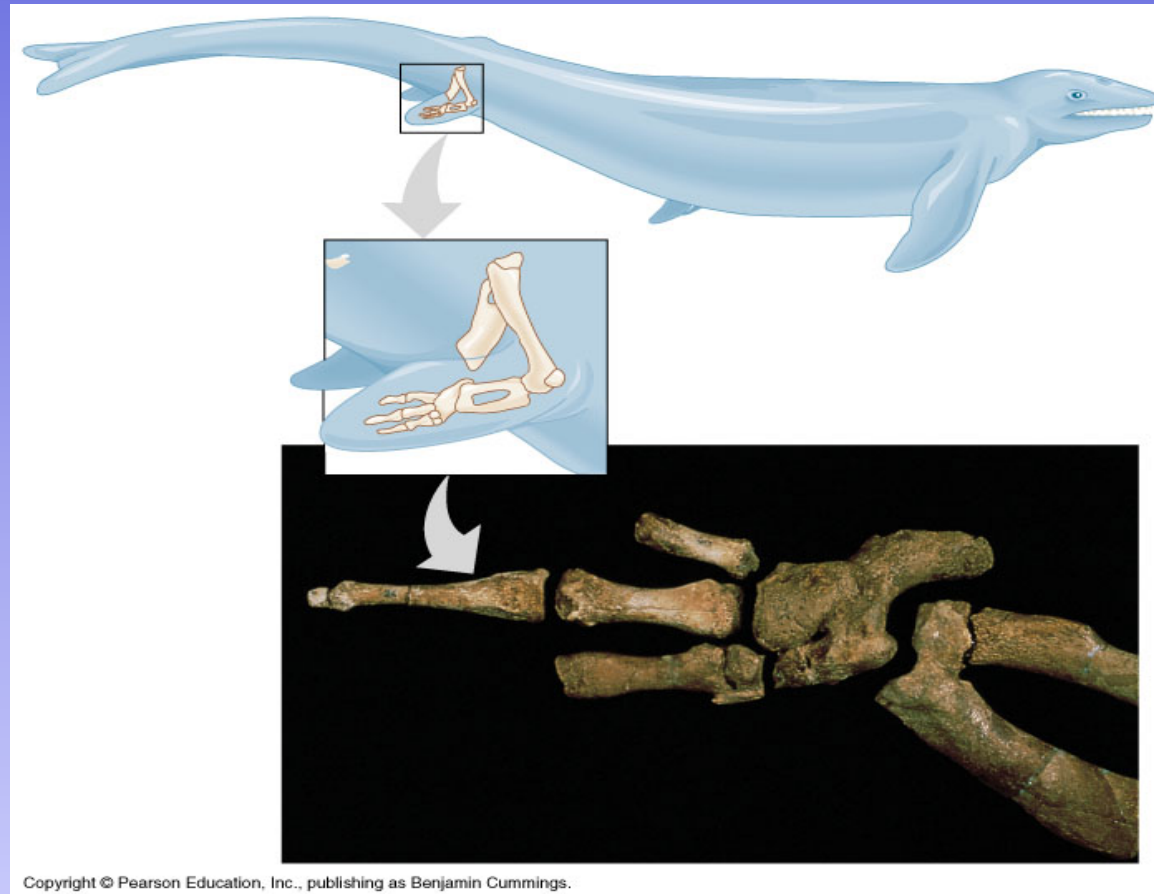
(b)

Archopteryx lithographica

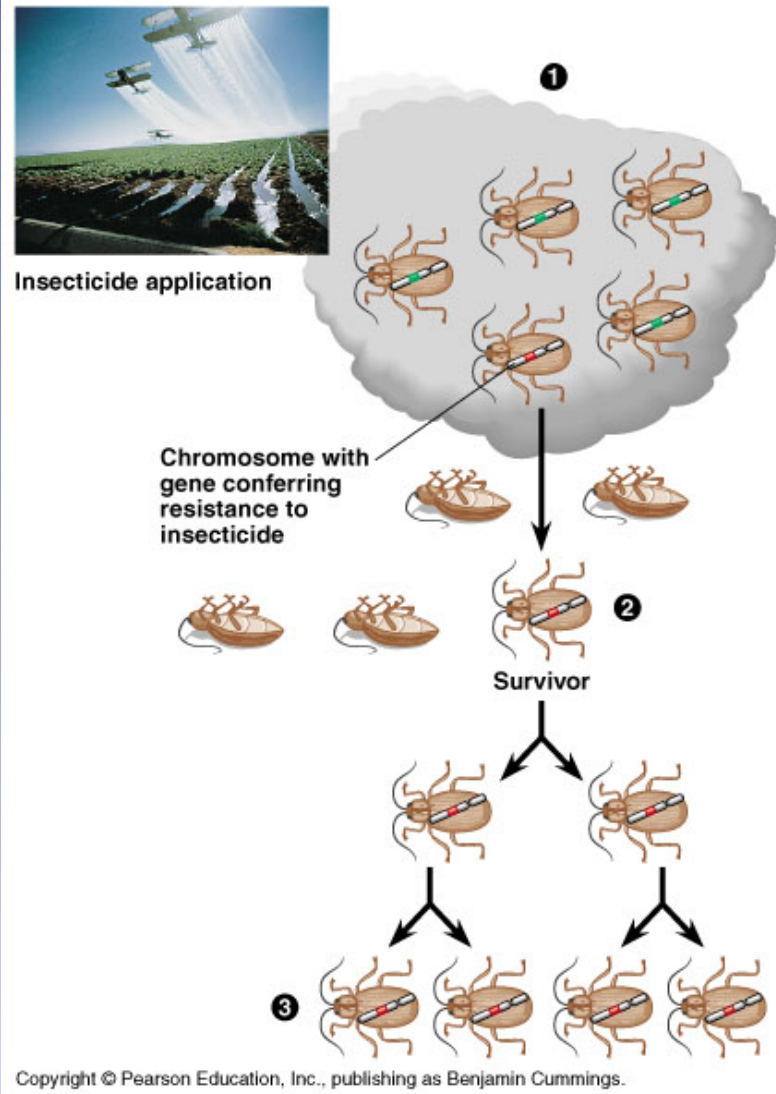
Segna il passaggio tra i dinosauri teropodi (maniraptora) e gli uccelli



Gli organi vestigiali sono presenti anche negli organismi fossili



Resistenza ai pesticidi

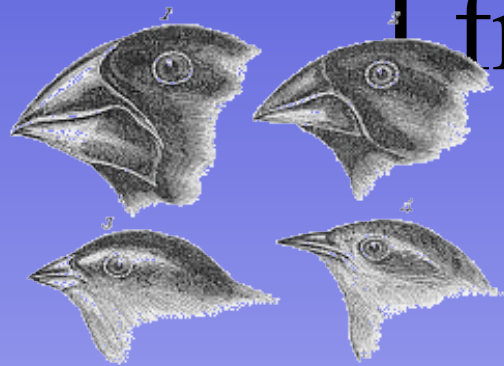


Melanismo industriale



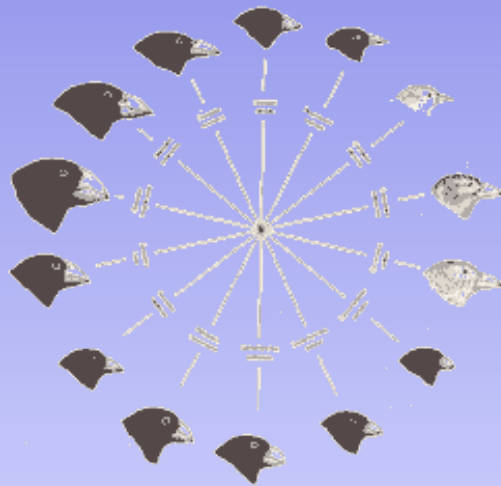
Biston betularia – Geometra delle Betulle

Radiazione adattativa: I fringuelli di Darwin



1. *Geospiza magnirostris*
2. *Geospiza fortis*
3. *Geospiza parvula*
4. *Certhidea olivacea*

Finches from Galapagos Archipelago



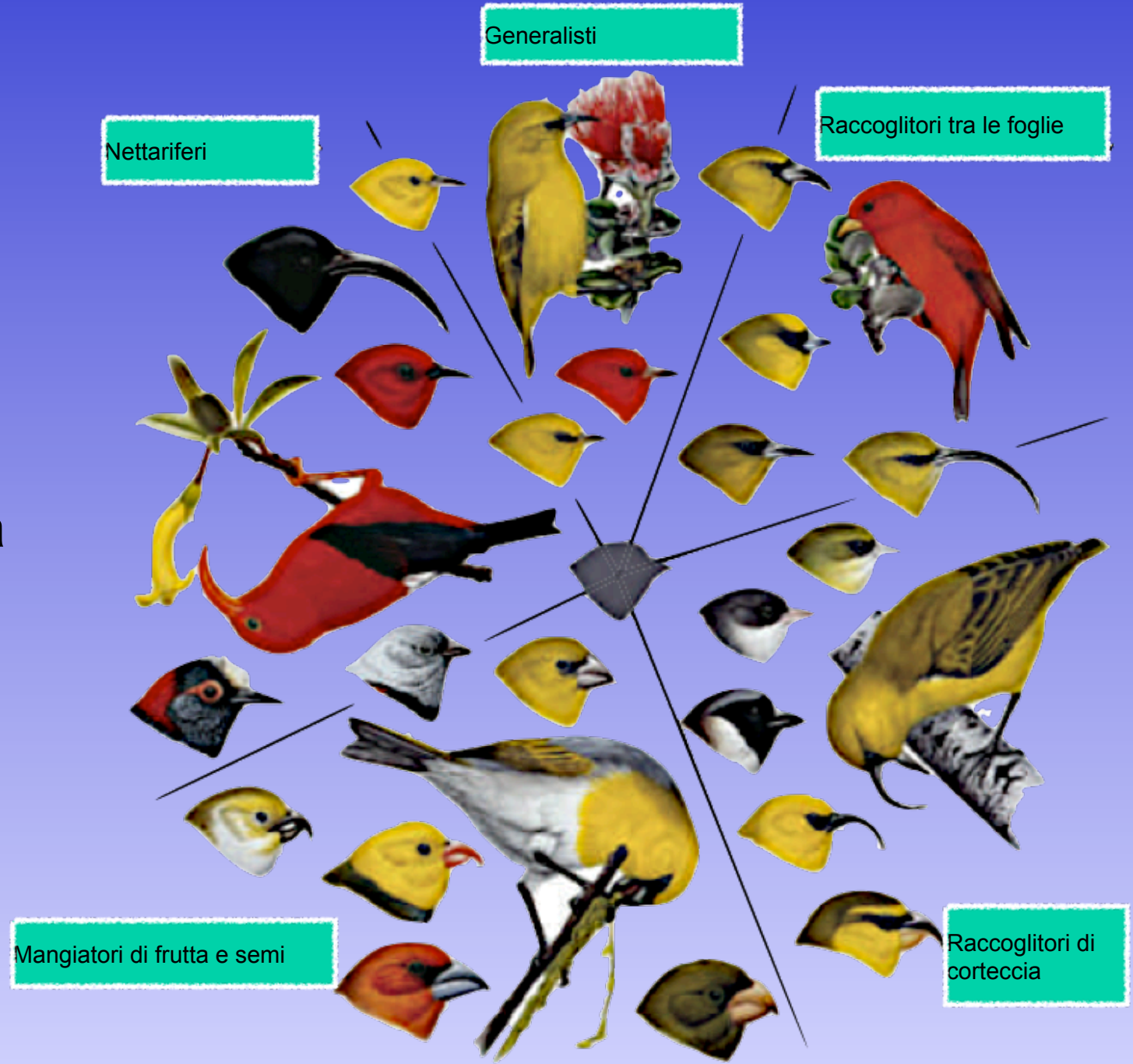
Adaptive radiation of 14 species of Darwin's finches. Figure from Grant, 1986.

Darwin's Finches

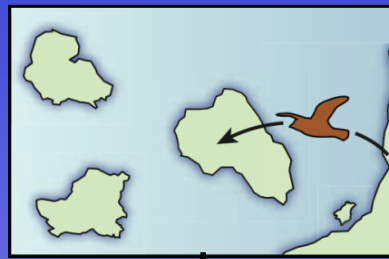


Darwin's finches have beaks adapted to specific tasks related to a specific environment and ecological niche.

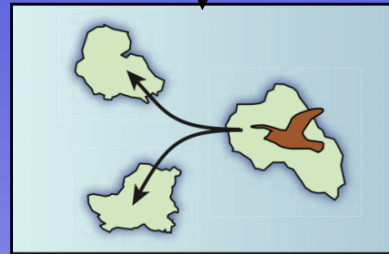
Distribuzione della forma del becco in uccelli passeriformi, eccezionale diversificazione della morfologia delle Drepanidinae delle Hawaii



Due varianti di un modello di speciazione allopatrica e successivamente simpatrica nell'arcipelago che "rinforza" il livello di diversificazione



Una specie ancestrale colonizza un'isola in un arcipelago



Successivamente, la specie colonizza le altre isole dell'arcipelago



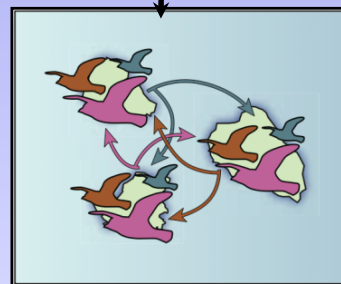
Le popolazioni sulle differenti isole evolvono e diventano specie diverse

OPPURE

Allopatria

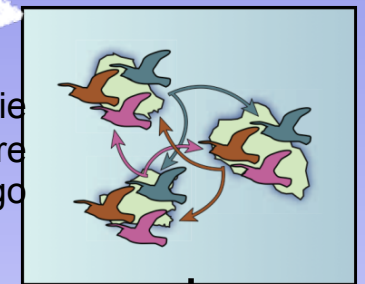


Le specie evolvono, adattandosi a differenti condizioni ambientali sulle differenti isole

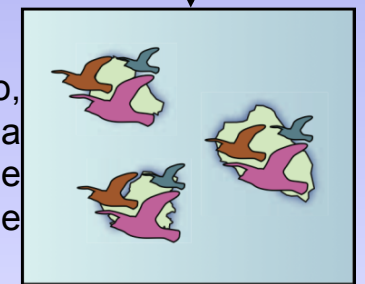


Ciascuna specie colonizza le altre isole nell'arcipelago

Simpatria



Ciascuna specie colonizza le altre isole nell'arcipelago



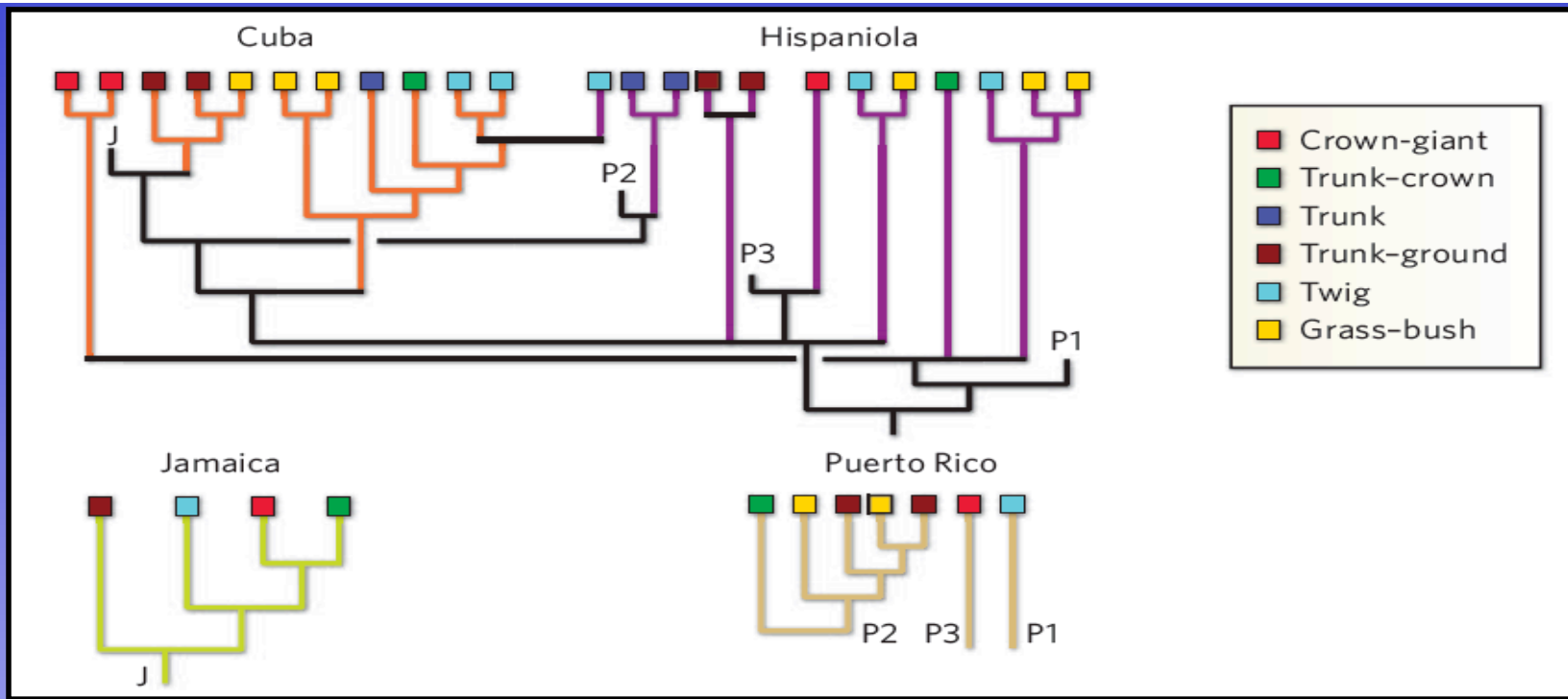
Le specie evolvono, adattandosi in modo da minimizzare la competizione con le altre specie



- Crown-giant
- Trunk-crown
- Trunk
- Trunk-ground
- Twig
- Grass-bush

sequenza del mitochondrial ND2 gene, five tRNA's (tRNATrp, tRNAAla, tRNAAsn, tRNACys, tRNATyr), the origin of light-strand replication, and a portion of the CO1 gene





Tempi e modi dell'Evoluzione

GRADUALISMO

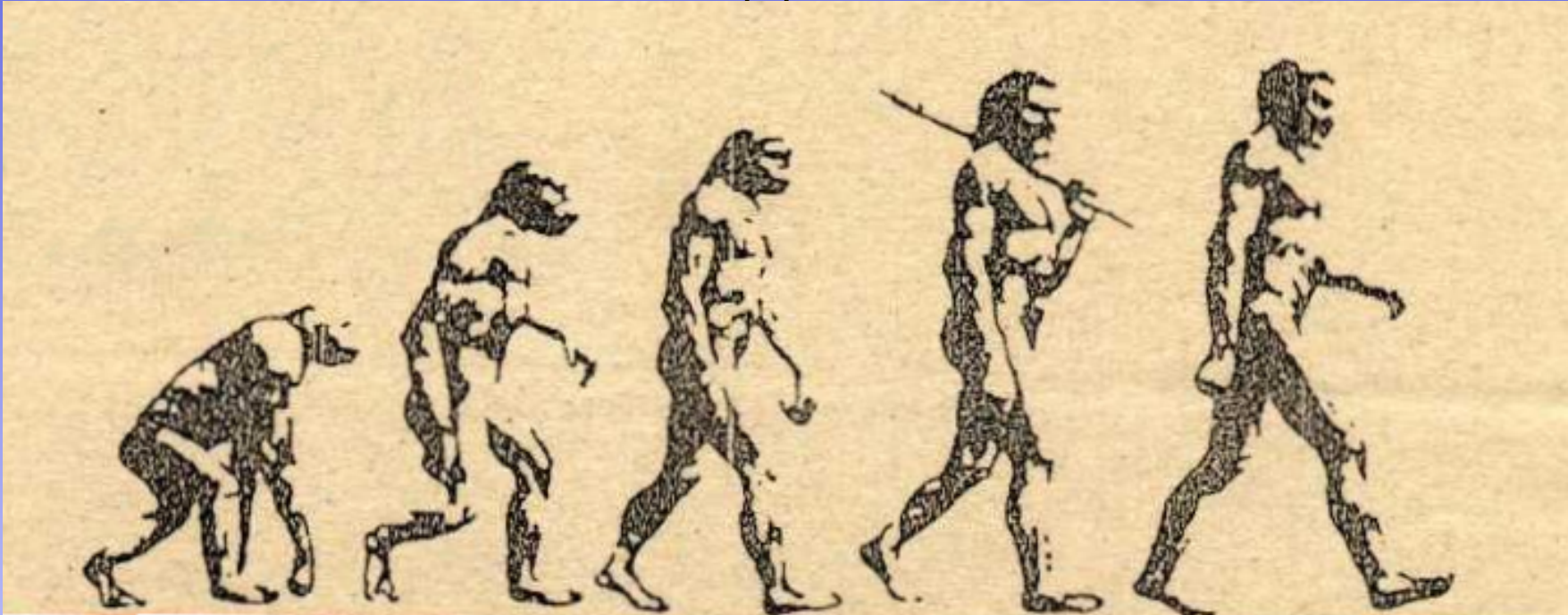
- Cambiamento graduale e continuo
- La selezione naturale è l'unico motore dell'evoluzione

EQUILIBRI

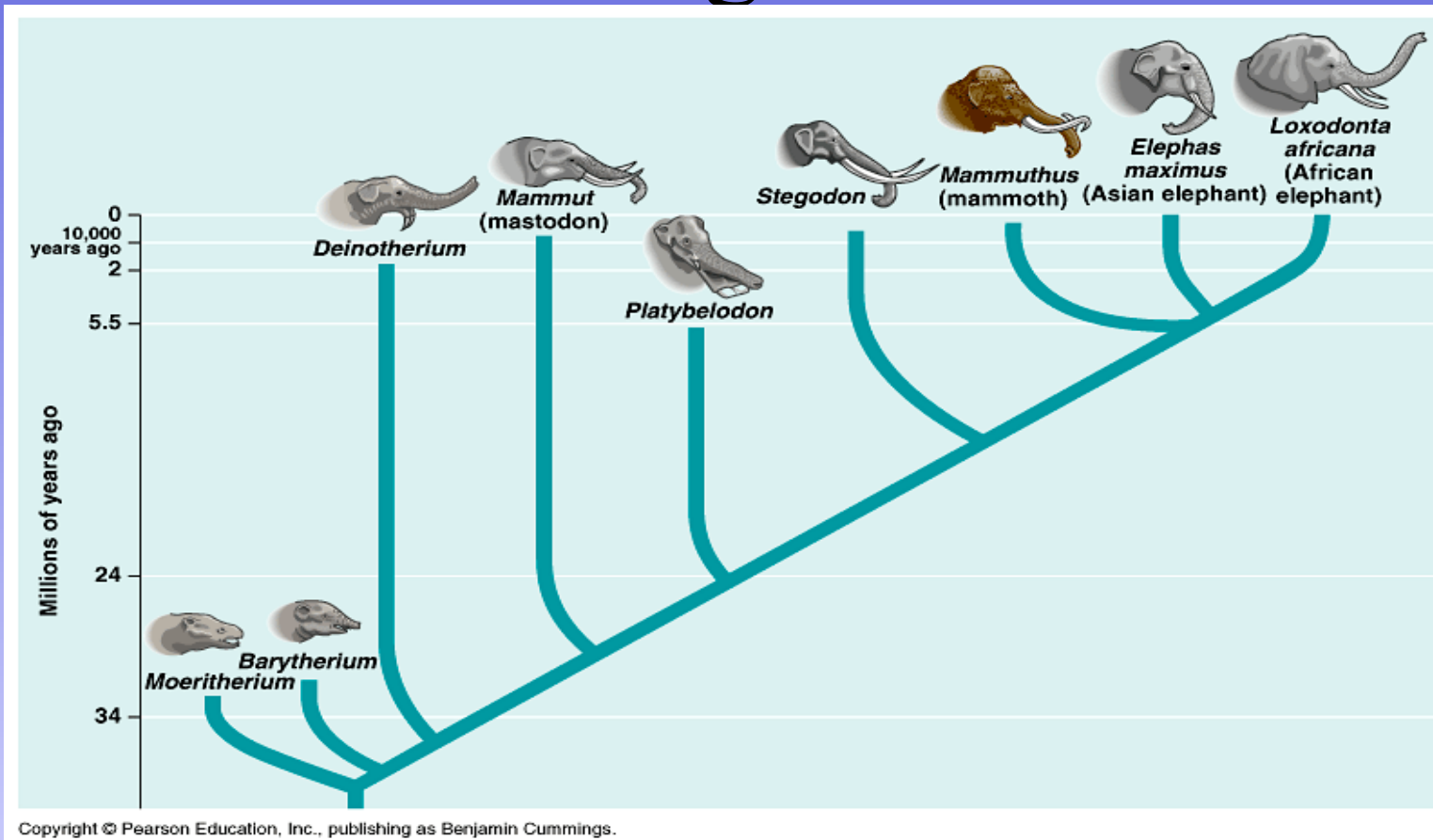
PUNTEGGIATI

- Stasi intervallata da brevi pulsazioni di grandi cambiamenti
- La selezione naturale è solo uno dei motori dell'evoluzione
- La funzione degli organi può radicalmente cambiare per via del preadattamento

Macroevoluzione anagenesi



Macroevoluzione cladogenesi



Macroevoluzione convergenza



Ambulocetus natans



Osteolaemus tetraspis –
coccodrillo nano

Macroevoluzione parallelismo



Cynocephalus



Plecotus auritus

Macroevoluzione stasi



Limulus polyphemus



Geochelone carbonaria

Latimeria chalumnae



Nautilus pompilius

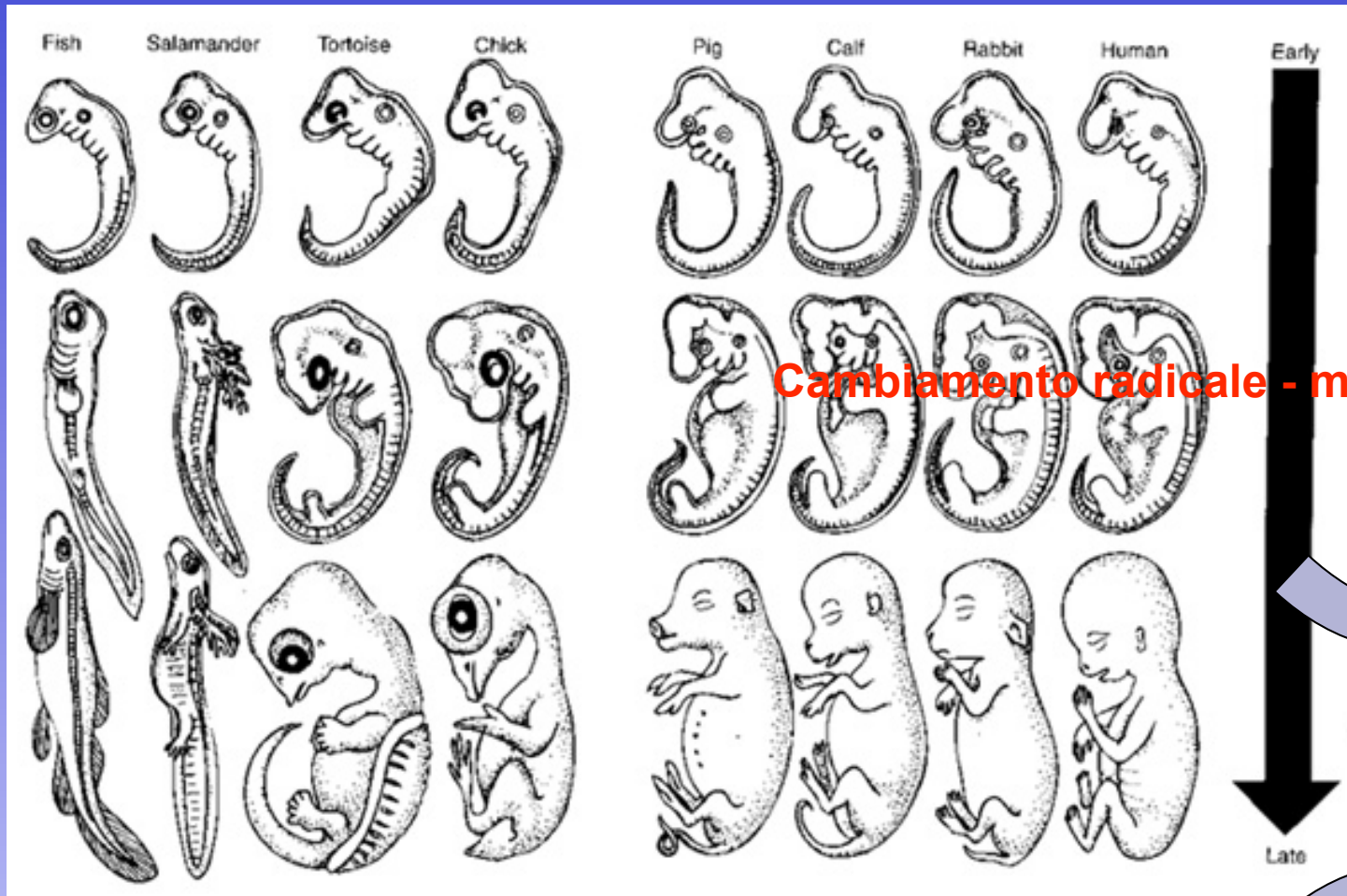




*Ipotesi della Regina Rossa
di Leigh Van Valen (1976)*

La regina rossa — un pezzo degli scacchi animato — insiste perchè essi corrano, veloce ed ancora più veloce. Esausta dopo una lunga corsa, Alice si lamenta: “Beh nel nostro paese” dice Alice ansimando, “doversti trovarti da qualche altra parte— se corri veloce per un pò come stiamo facendo noi.”

“Un tipo di paese piuttosto lento!” ribattè la Regina. “Qui bisogna correre piu’ di quanto si possa, per rimanere allo stesso posto. Se vuoi andare da qualche altra parte, devi correre al doppio di quanto fatto fino ad adesso!”

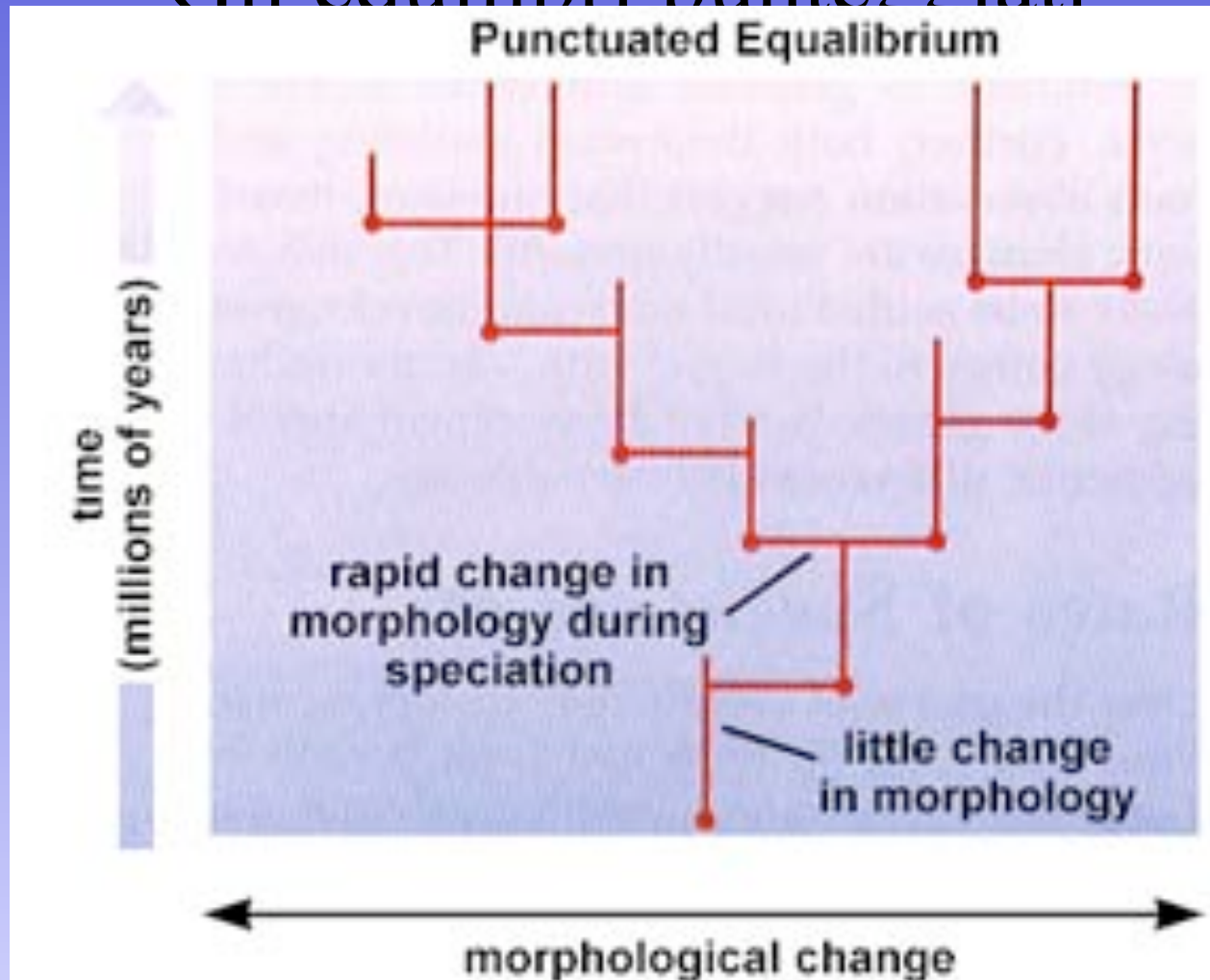


Cambiamento radicale - macroevoluzione

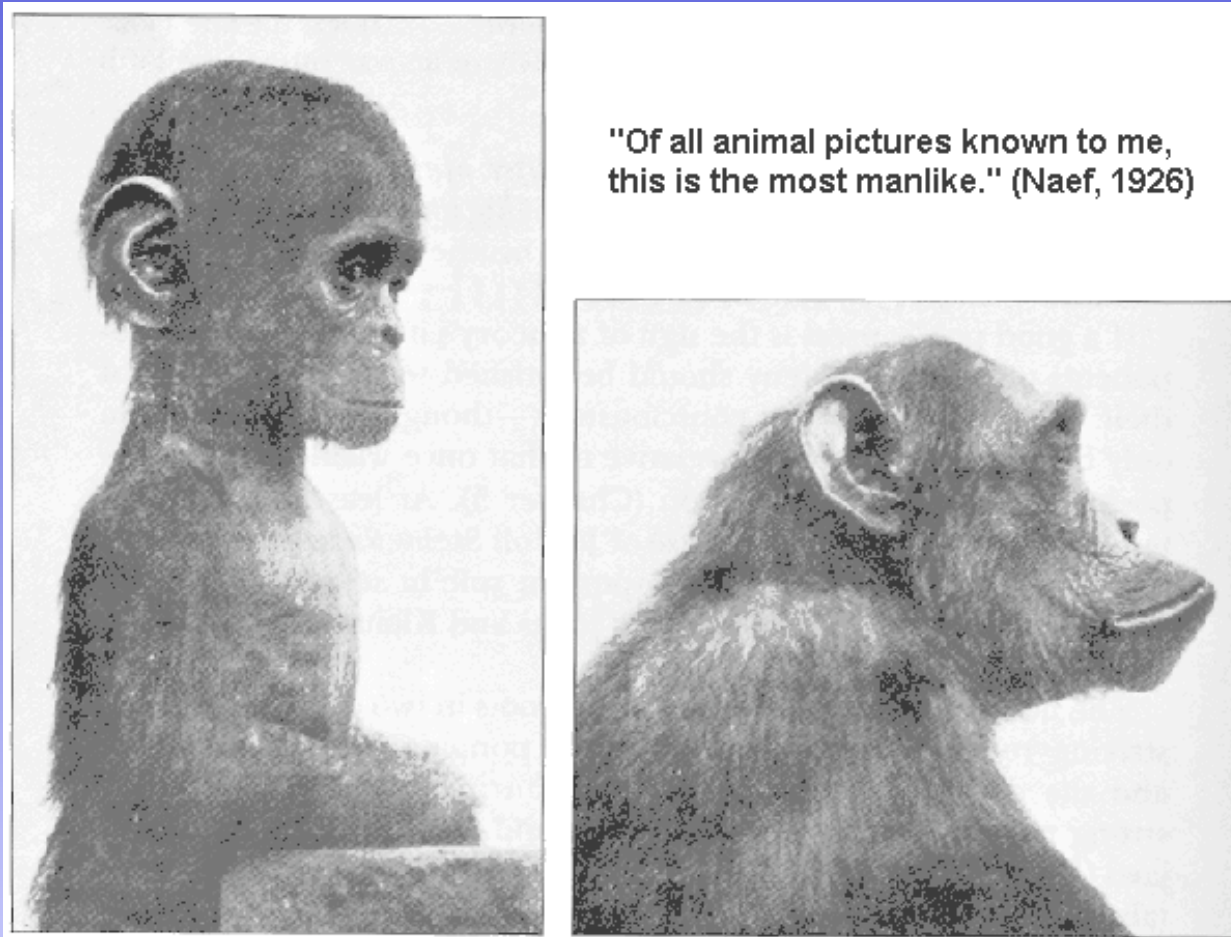
Stadio adulto

Cambiamento non radicale - microevoluzione

Tempi e modi dell'evoluzione:
Gli equilibri punteggiati



Un caso molto speciale di neotenia



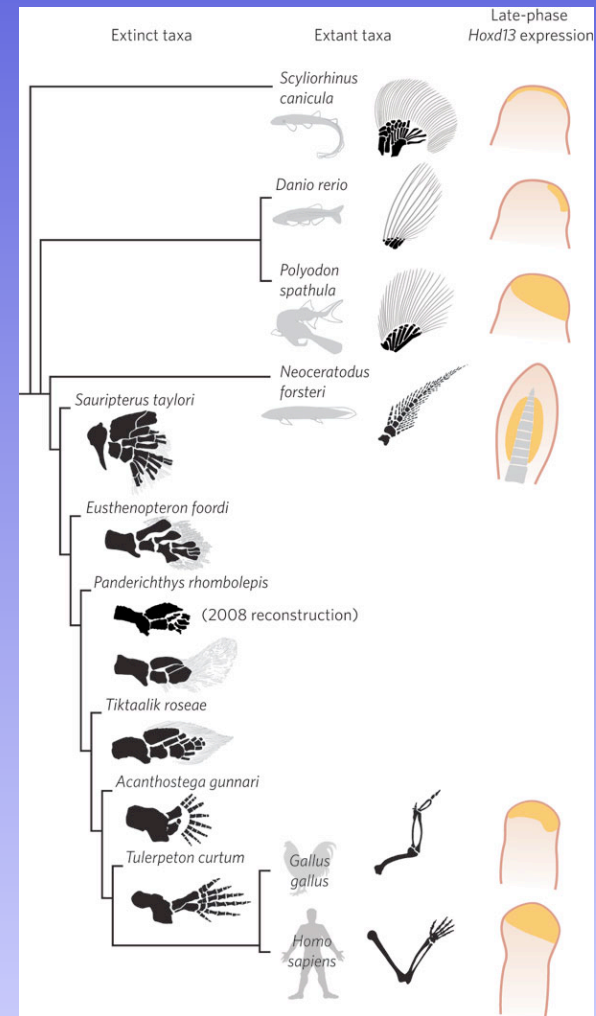
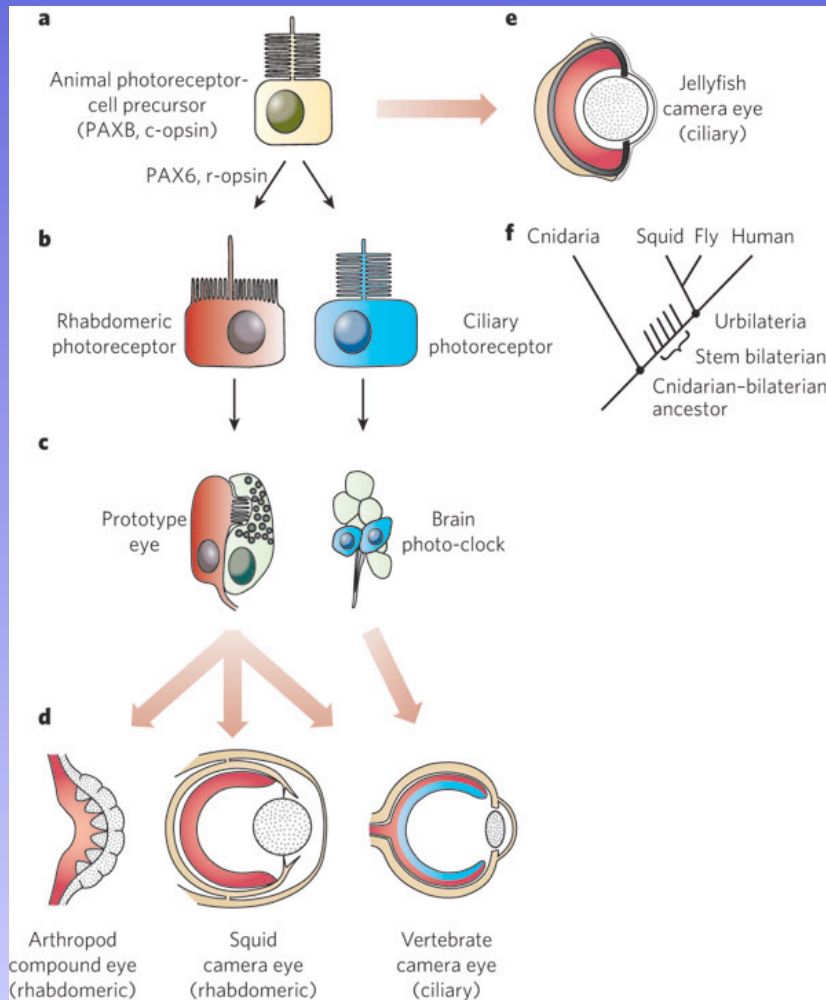
Neotenia, l'axolotl

Ambystoma mexicanum

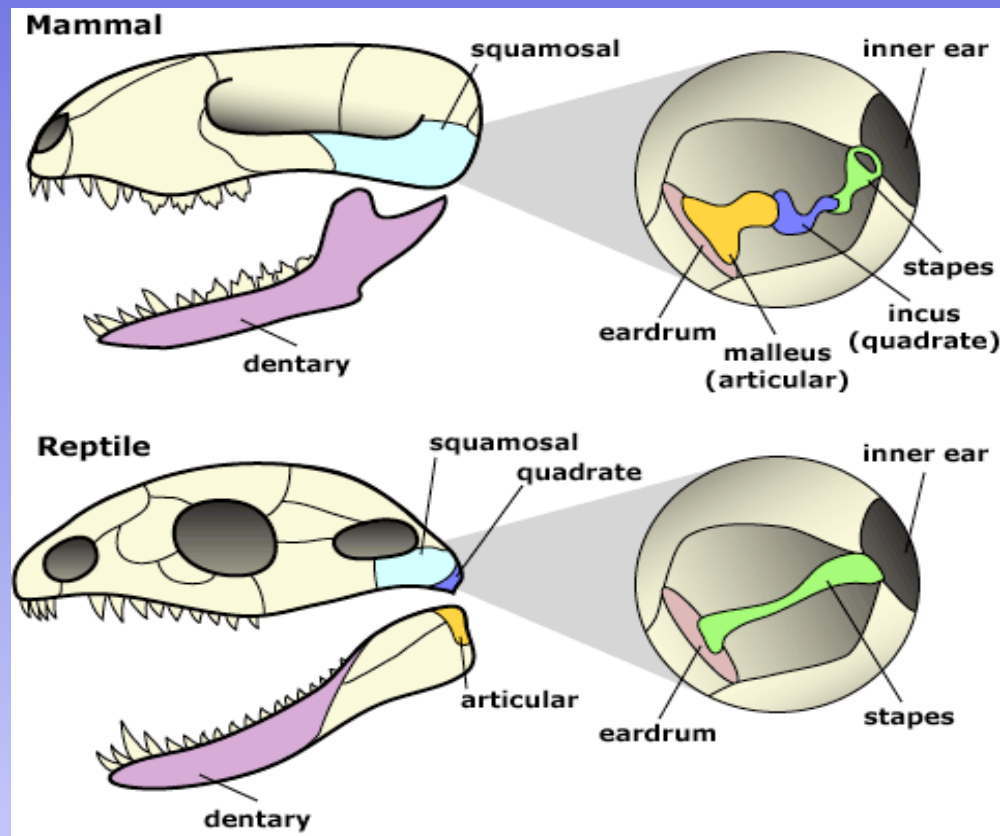


La neotenia spesso ha portato alla nascita dei nuovi *bauplan*

L'omologia profonda



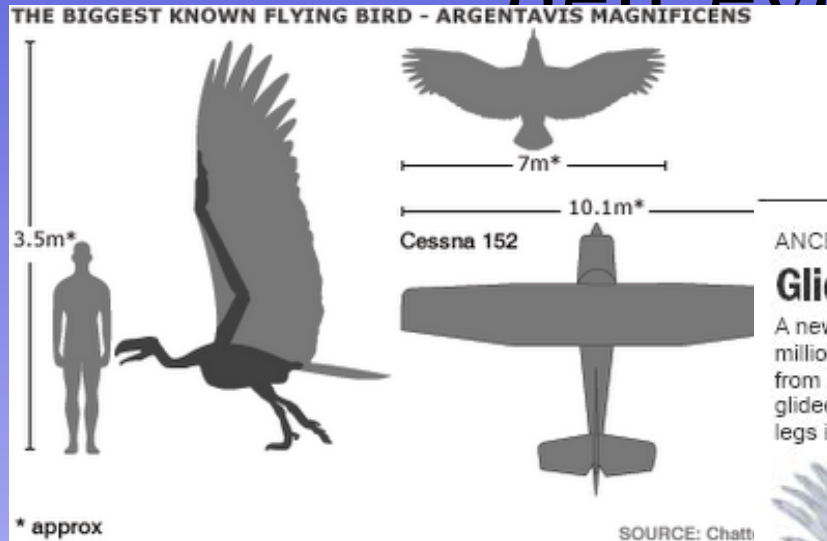
L'evoluzione dell'orecchio medio



I limiti dell'evoluzione per selezione naturale "constraint"



Che cosa non è la teoria dell'evoluzione



L'evoluzione non è la realizzazione di un progetto preesistente

L'evoluzione non è un progetto perfetto



FIG. 339. — Apollo Belvidere.⁵⁵³



FIG. 340.⁵⁵⁶



Greek.

FIG. 341. — Negro.⁵⁶⁴



FIG. 342.³⁶⁷



Creole Negro.

FIG. 343. — Young Chimpanzee.⁵⁶⁶



FIG. 344.⁵⁶⁸



Young Chimpanzee.

L'evoluzione
non è uno
strumento
politico

..e non è una ipotesi, ma una teoria
confermata da centinaia di
osservazioni indipendenti

