

Scienza della Zoologia ed evoluzione della diversità animale



ZOOLOGIA

Branca dinamica della Biologia

● **Disciplina di base**

● **Applicazioni:**

- Medicina umana e veterinaria
- Salute pubblica
- Agricoltura
- Conservazione delle risorse naturali

Caratteristiche della vita animale

```
graph TD; A[Caratteristiche della vita animale] --> B[Diversità]; A --> C[Unitarietà dei processi fondamentali]; C --> D[Principio unificante]; D --> E[Evoluzione];
```

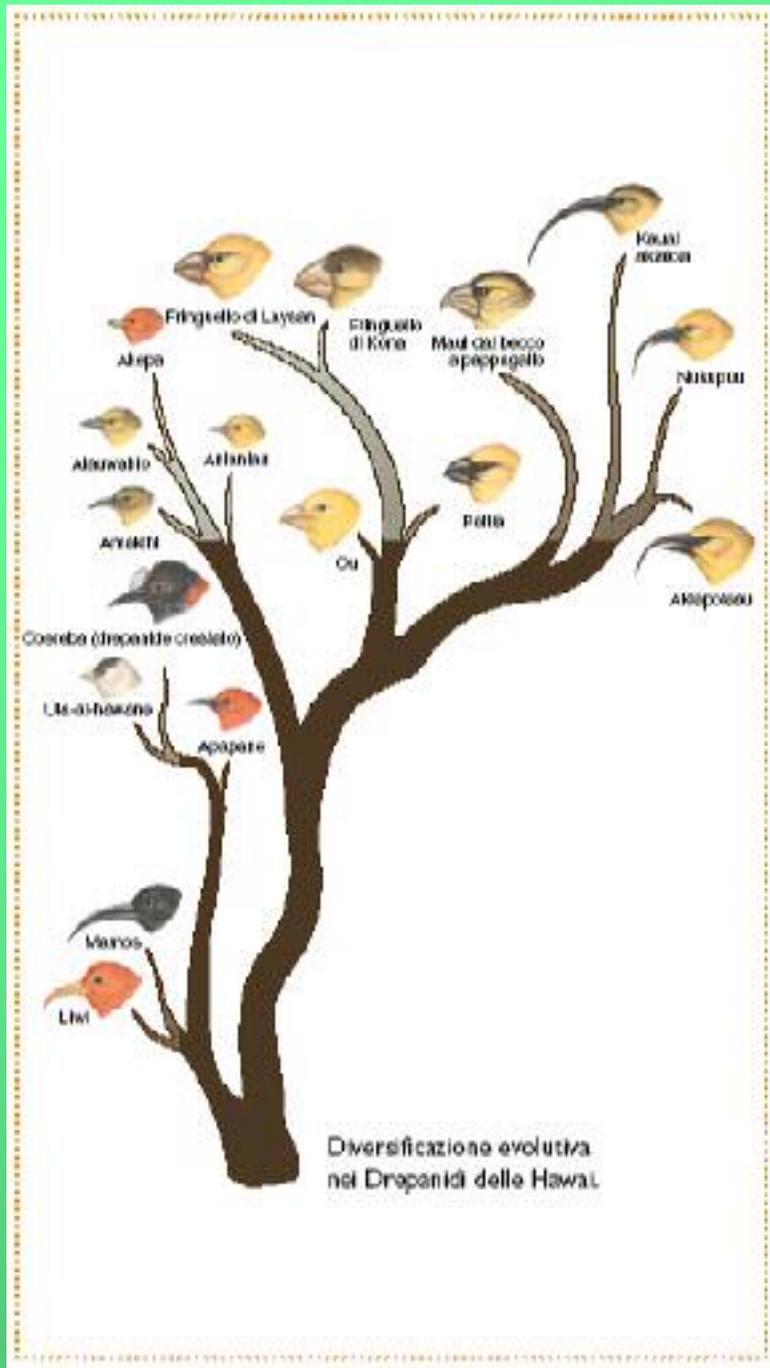
Diversità

Unitarietà dei processi
fondamentali

Principio unificante



Evoluzione



Il retaggio del continuo cambiare

Diversità della vita animale
Lunga storia (600 milioni di anni)
Evoluzione e Filogenesi

Metodo Scientifico
(Ipotetico-Deduttivo) = Teorie

Scienze sperimentali ed evolutive

Darwin e Wallace: origini della
teoria darwiniana

Il grande viaggio del *Beagle*



figura 1.2

Il viaggio di cinque anni del "Beagle".

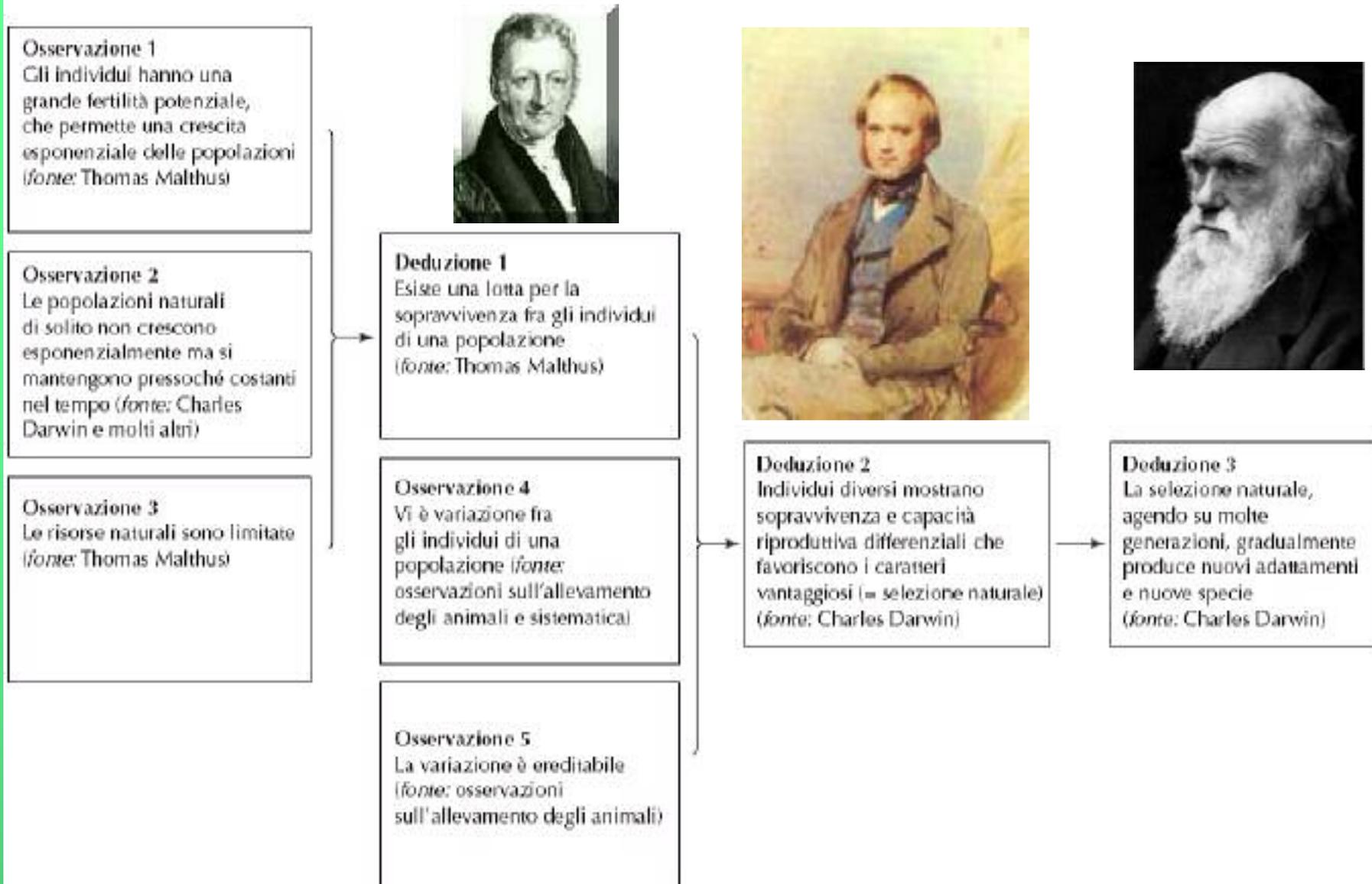


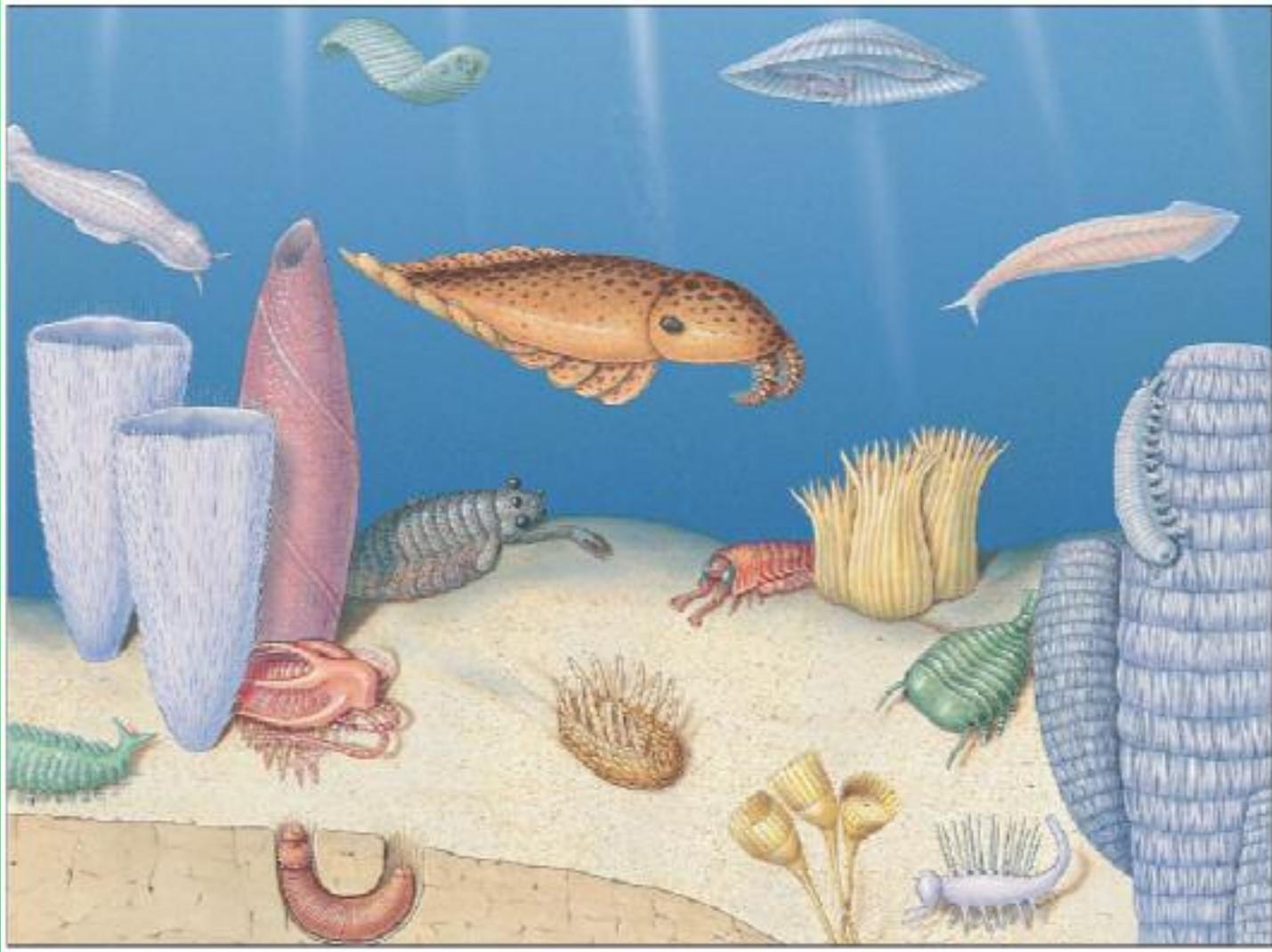
27 dicembre 1831 - 2 ottobre 1836:
 vascello di 27m! Comandante Fitz Roy.

The voyage of the Beagle, 1839

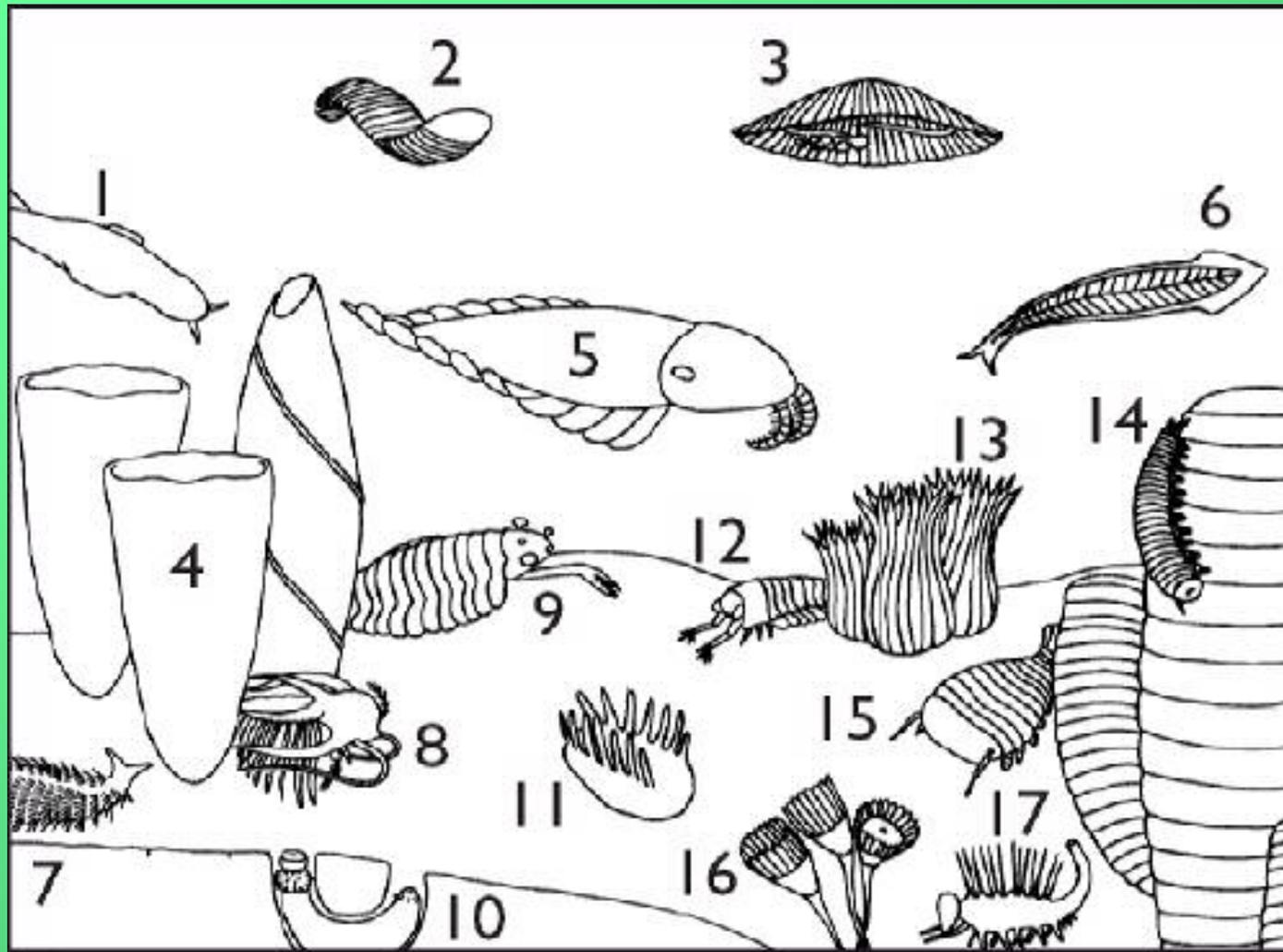
On the origin of species by means of natural selection, 1859

Il modello esplicativo di Darwin dell'evoluzione per selezione naturale





Animali del Cambriano, circa 580 milioni di anni fa, ricostruiti da fossili conservati negli scisti di Burgess della British Columbia, Canada. In questa epoca si differenziarono rapidamente nuovi piani strutturali, fra cui la maggior parte dei piani strutturali degli animali tutt'ora presenti.



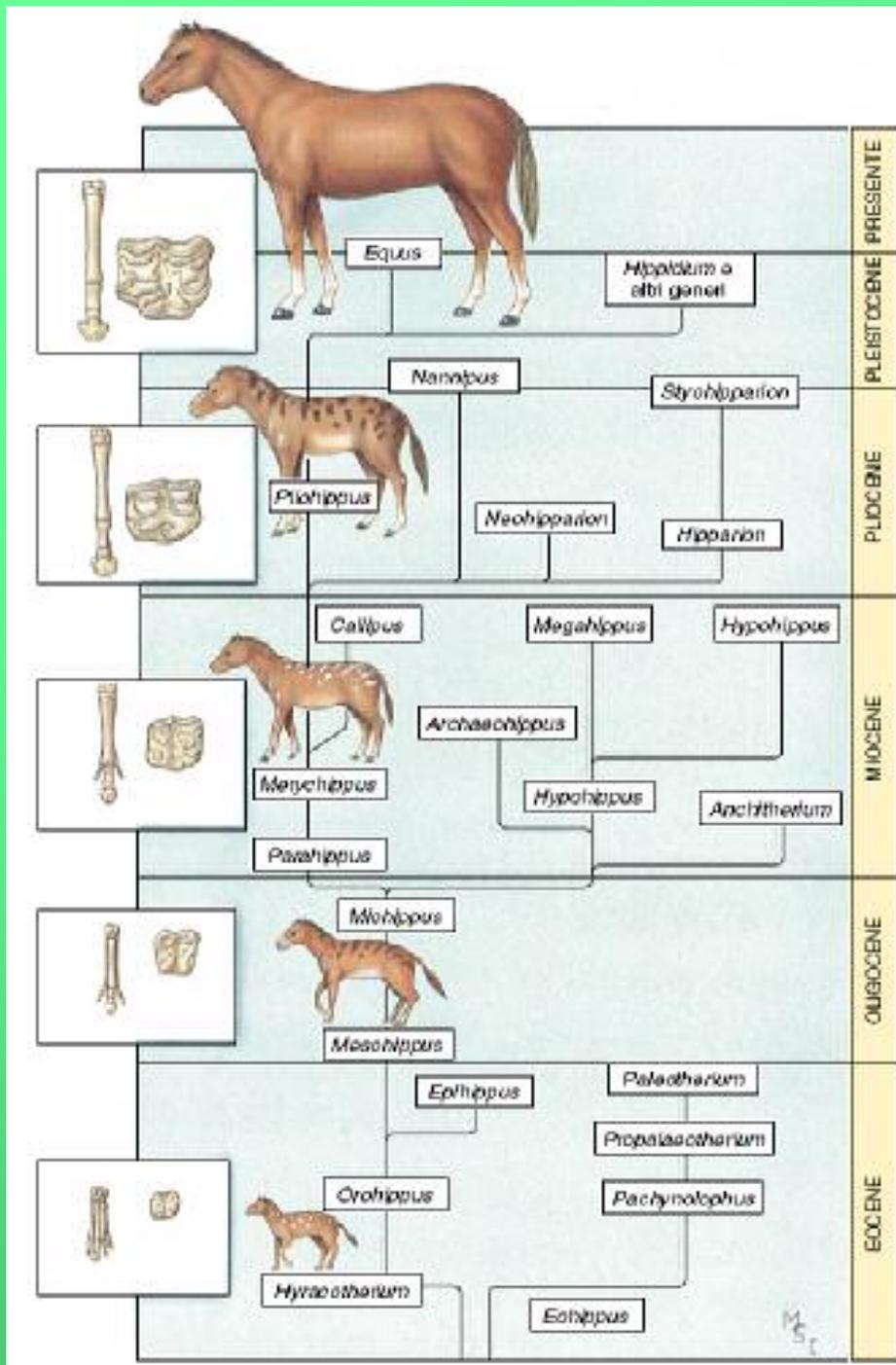
Amiskwia (1), appartenente a un phylum estinto; *Odontogriphus* (2), appartenente a un phylum estinto; *Eldonia* (3), un possibile echinoderma ; *Halichondrites* (4), una spugna; *Anomalocaris canadensis* (5), appartenente a un phylum estinto; *Pikaia* (6), un cordato primitivo; *Canadia* (7), un polichete; *Marrella splendens* (8), un artropode; *Opabinia* (9), appartenente a un phylum estinto; *Ottoia* (10), un priapulide; *Wiwaxia* (11), appartenente a un phylum estinto; *Yohoia* (12), un artropode; *Xiangiangia* (13), un organismo simile a un anemone di mare; *Aysheaia* (14), un onicoforo o un rappresentante di un phylum estinto; *Sidneya* (15), un artropode; *Dinomischus* (16), appartenente a un phylum estinto; *Hallucigenia* (17), appartenente a un phylum estinto.

ADATTAMENTO

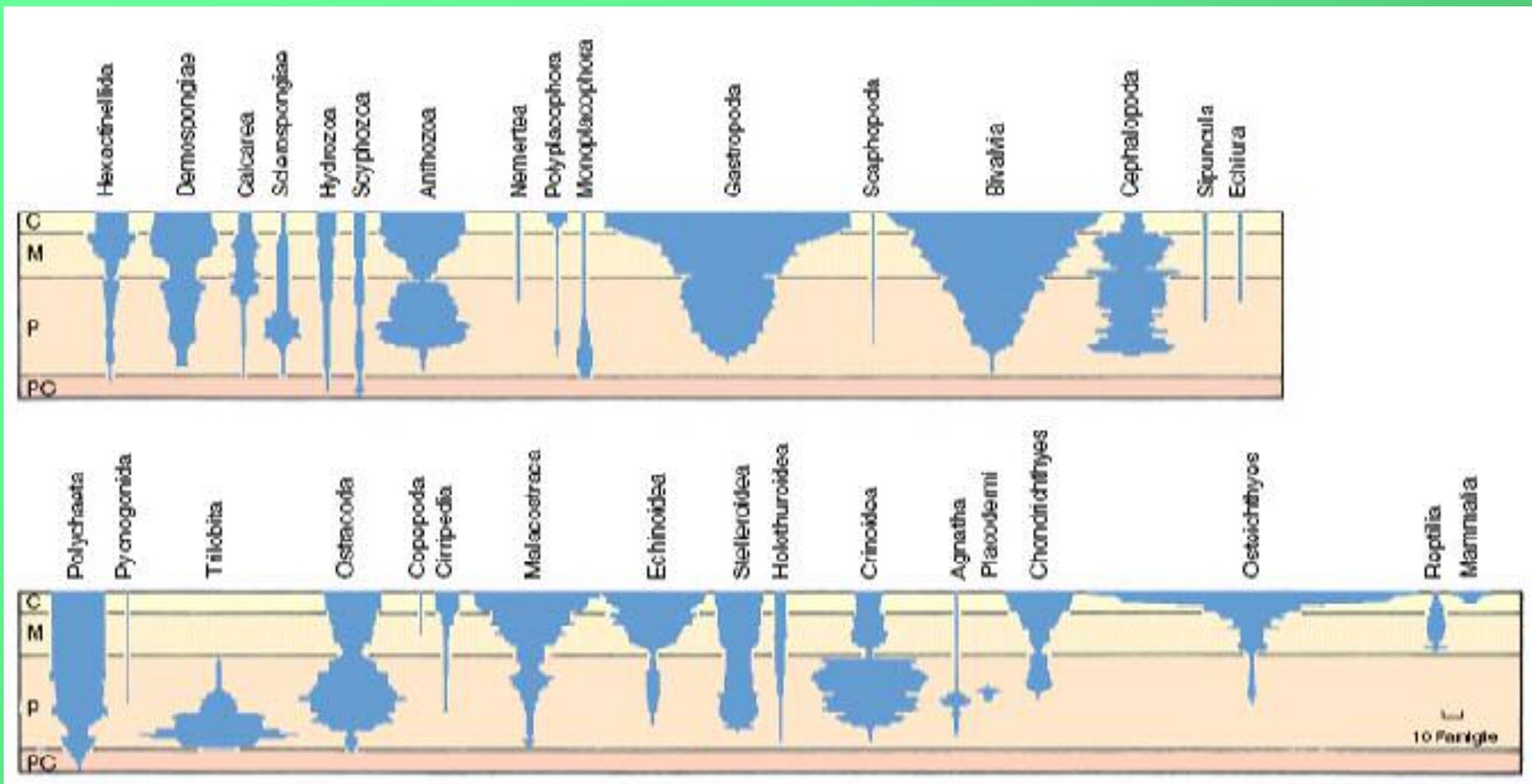
- Caratteri selezionati per consentire una migliore funzionalità
- Processo mediante il quale la selezione naturale regola la percentuale di geni che influenzano la fitness

Un carattere è considerato un **adattamento** solo se c'è evidenza che si è evoluto in modo da renderlo più efficace

Soluzioni ottimali = concetto relativo

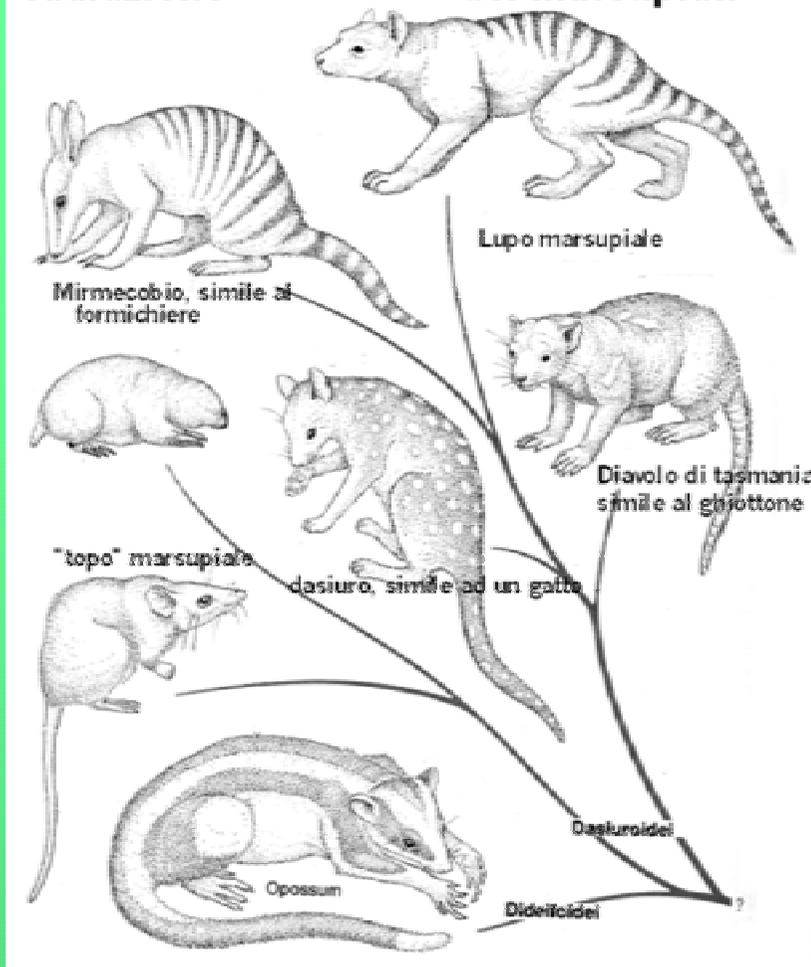


Ricostruzione dei generi di cavalli dall'Eocene al presente. Viene messo in evidenza l'andamento evolutivo verso un aumento della dimensione corporea, una maggiore complessità dei molari e la riduzione del numero delle dita, e viene riportata un'ipotetica genealogia dei generi fossili e quello attualmente vivente.



Profili di diversità a livello tassonomico di famiglia di gruppi animali diversi, basati sui resti fossili. Il Precambriano è indicato con (PC), il Paleozoico con (P), il Mesozoico con (M), il Cenozoico con (C). La larghezza di ciascun profilo è proporzionale al numero delle famiglie.

radiazione adattativa dei marsupiali

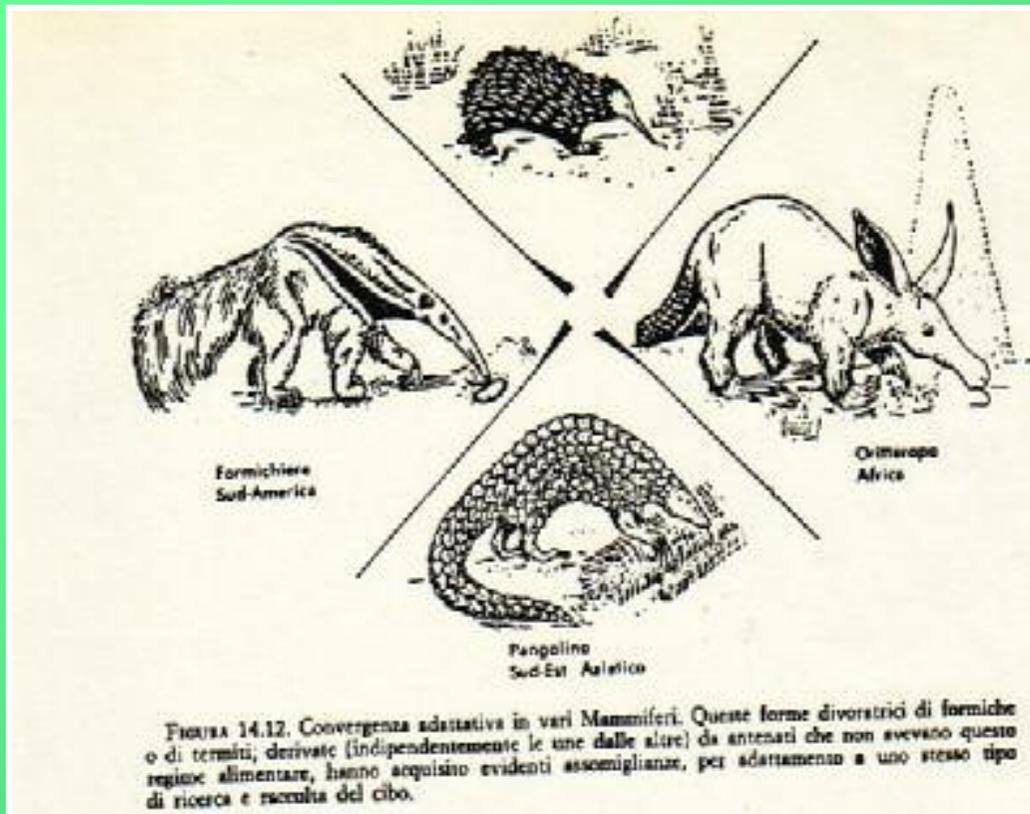


Si parla di radiazione adattativa quando si assiste alla diffusione in nicchie diverse di specie che possedevano antenati comuni.

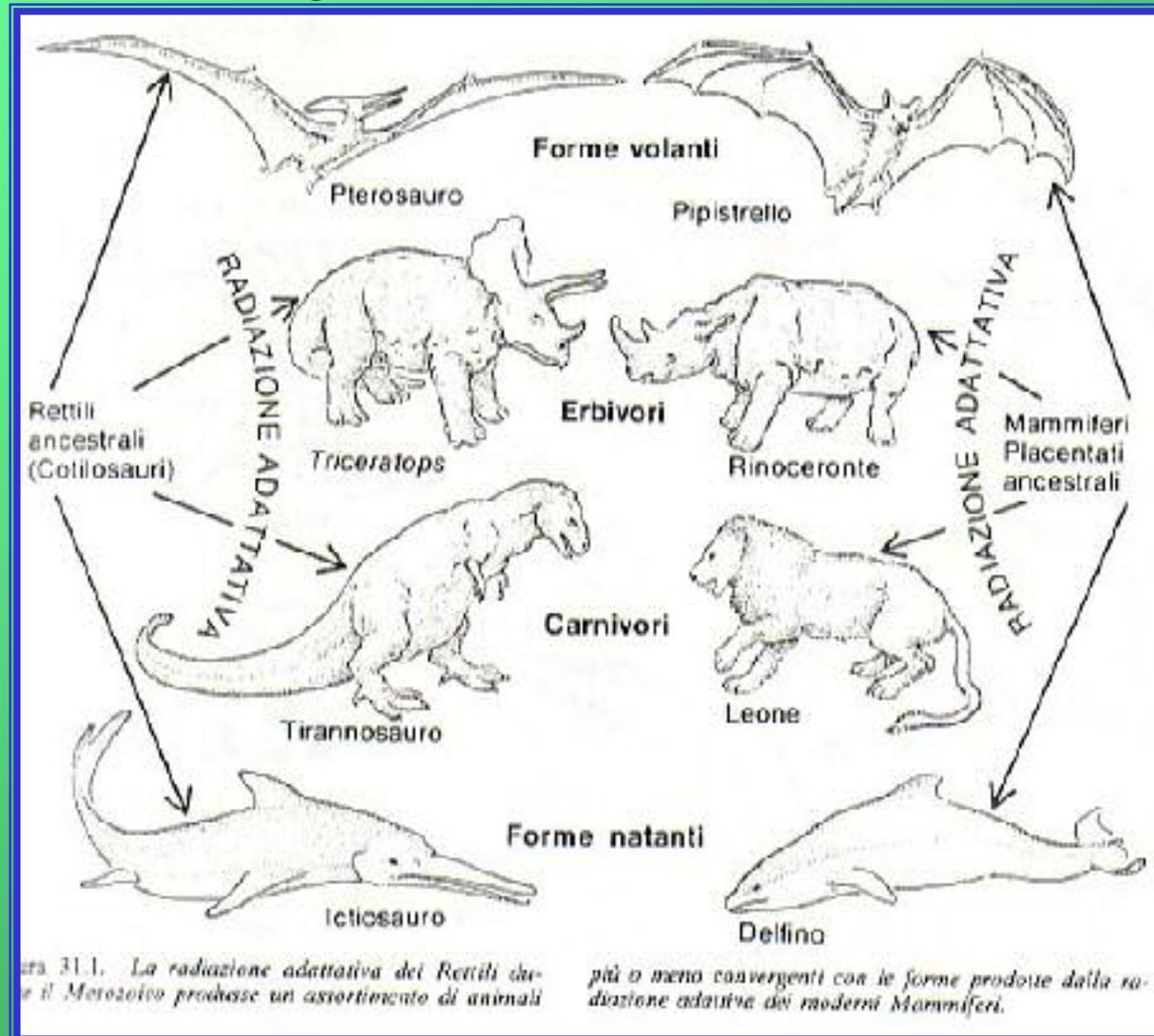
La convergenza evolutiva si ha quando una stessa nicchia è occupata da organismi risultanti da radiazioni adattative diverse, avvenute per lo più in parti diverse del mondo.

In ambienti geograficamente lontani in cui sono presenti nicchie simili, si sono sviluppati organismi dalle caratteristiche simili, ma molto diversi quanto ad anatomia (per esempio presenza o meno di placenta, sviluppo embrionale diverso ecc.); nel disegno qui a lato si vedono marsupiali molto simili a mammiferi placentati del continente euro-asiatico ed Africano. L'Australia negli ultimi 70 milioni di anni è rimasta isolata dagli altri continenti, per cui i marsupiali si sono liberamente sviluppati, con una sorprendente varietà di forme simili a quelle presenti nel continente euroasiatico.

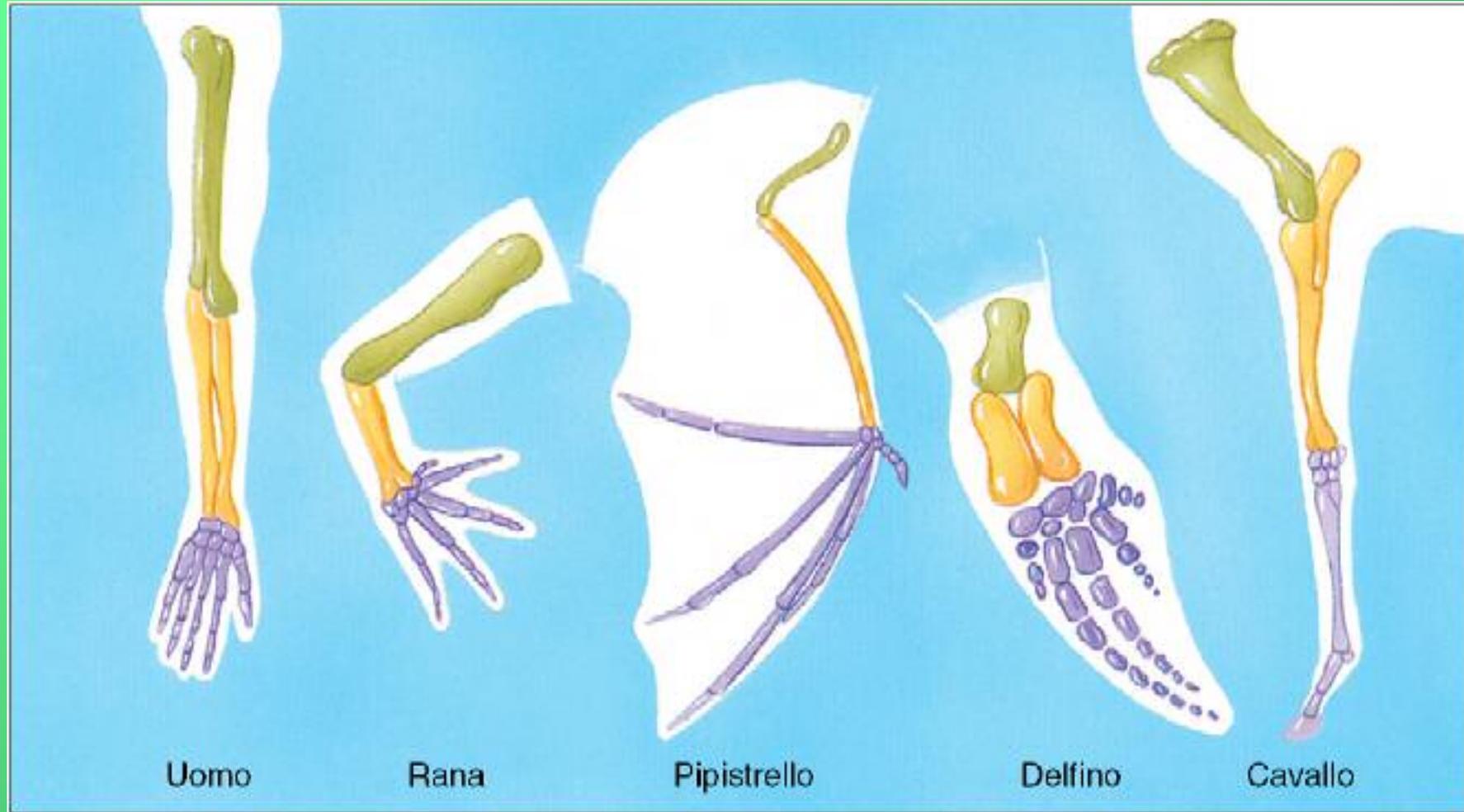
Altri esempi.....



Il fenomeno della convergenza e della radiazione adattativa si può osservare esaminando gli animali qui sotto rappresentati: ad esempio gli ittiosauri e i delfini presentano corpo affusolato, coda, pinne, anche se l'anatomia interna delle singole strutture è diversa.



Arti anteriori di cinque vertebrati che mostrano omologie scheletriche: in verde, **omero**; in giallo, **radio e ulna**; in viola, **carpali, metacarpali e falangi**. L'omologia delle ossa e delle modalità di collegamento sono evidenti, nonostante le modificazioni evolutive acquisite per usi diversi.

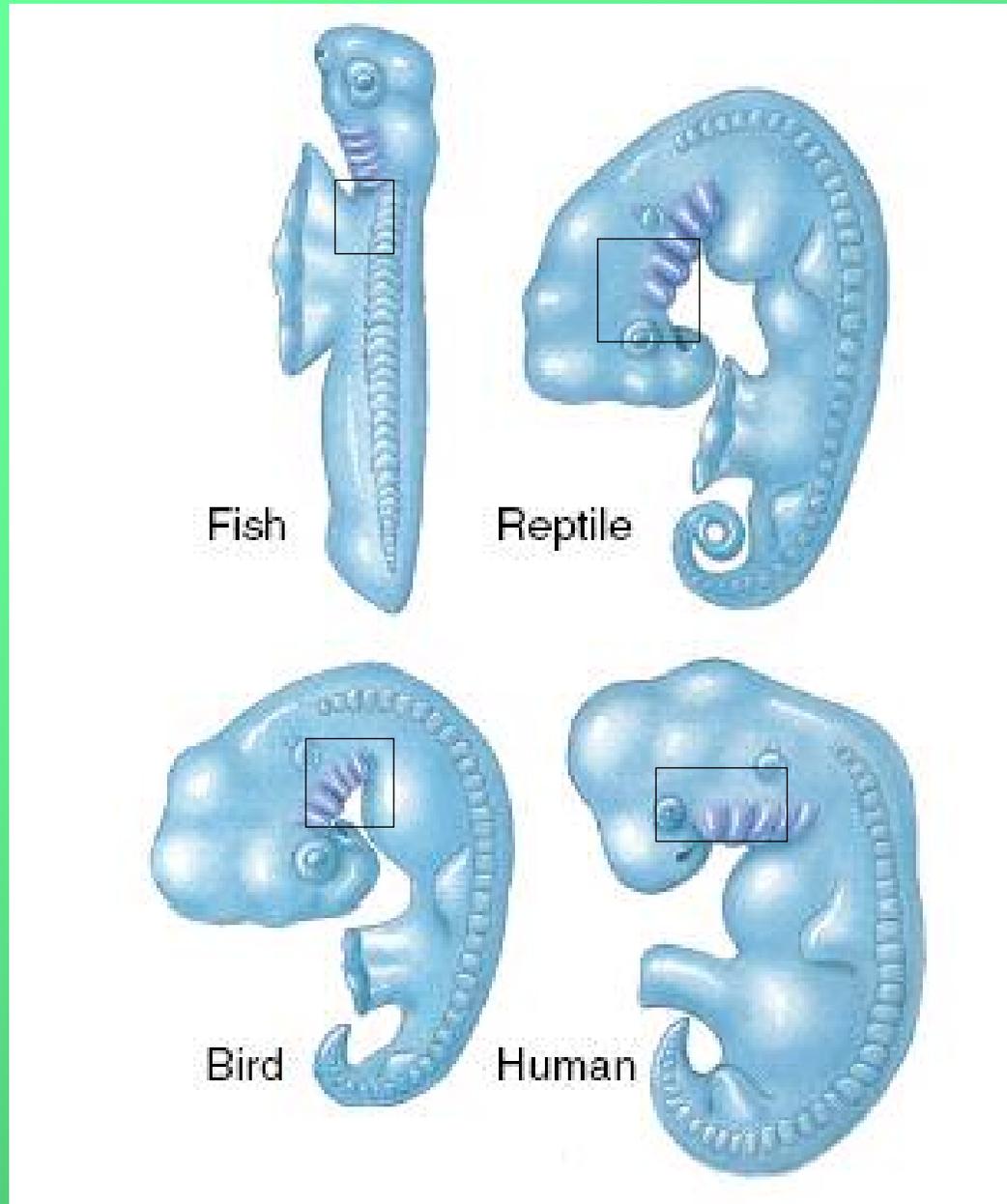


Nella *legge biogenetica universale* di Ernst Haeckel, proposta dal biologo evoluzionista alla fine del XIX secolo, si postula che gli embrioni viventi, durante il loro sviluppo, ripercorrano il processo evolutivo dei loro progenitori. Egli teorizzò che nel corso del suo sviluppo nell'utero materno, l'embrione umano dapprima mostri le caratteristiche di un pesce, poi di un rettile ed infine quelle umane. In altre parole, *l'ontogenesi riassume la filogenesi* cioè lo sviluppo di un individuo ricapitola le tappe evolutive della sua ascendenza.

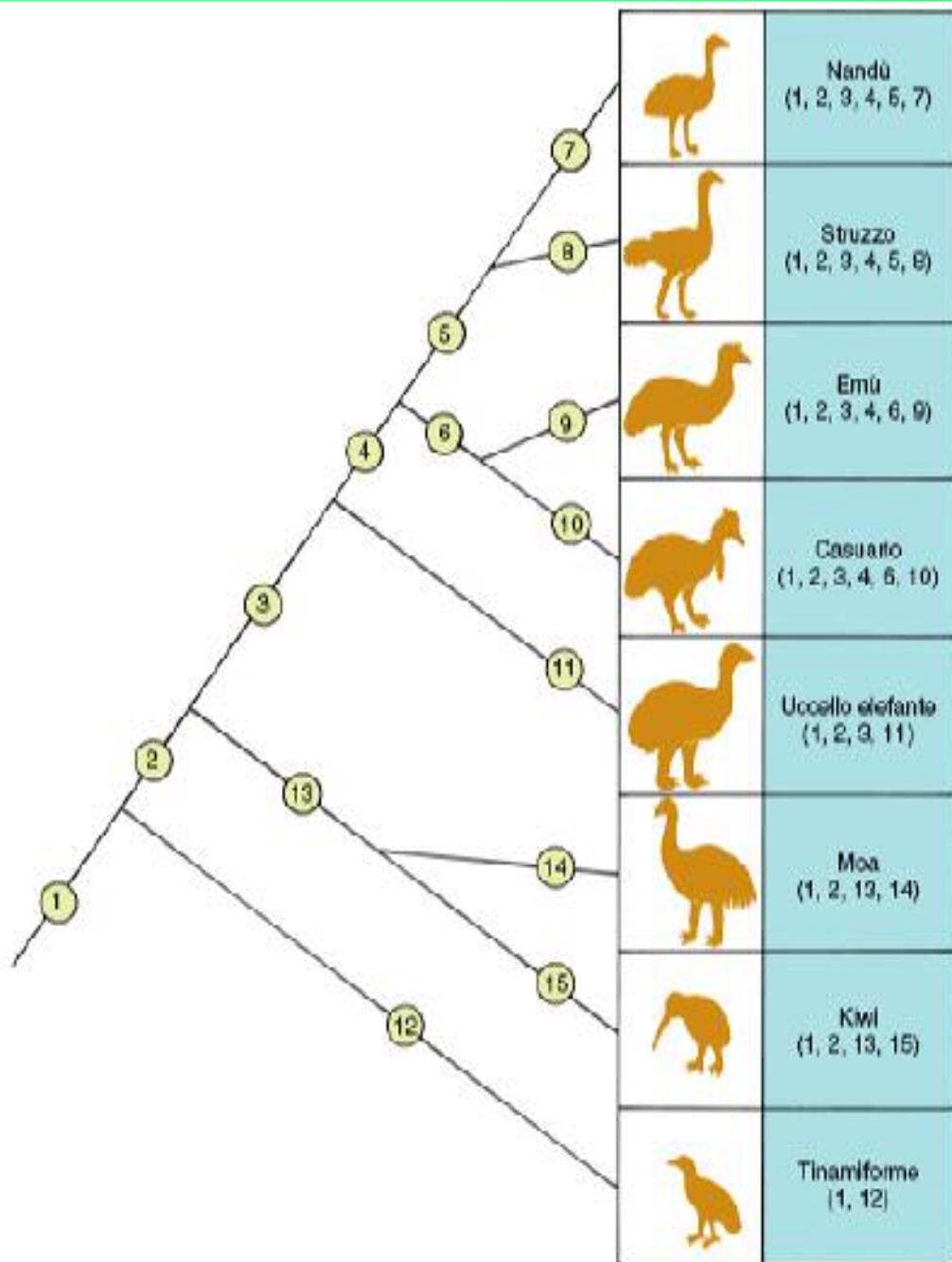
La legge è oggi considerata ancora uno dei principi biologici fondamentali, anche se alcuni aspetti delle idee di Haeckel, considerati alla luce delle successive ricerche embriologiche, si sono rivelati non corretti, o quanto meno non generalizzabili.

Altri evoluzionisti moderni sono più categorici, demolendo questa che era considerata un tempo una prova dell'evoluzione e ritenendo impossibile adattarla alla conoscenza più attuale secondo cui le caratteristiche dell'adulto sono contenute nei geni della prima cellula dell'embrione.

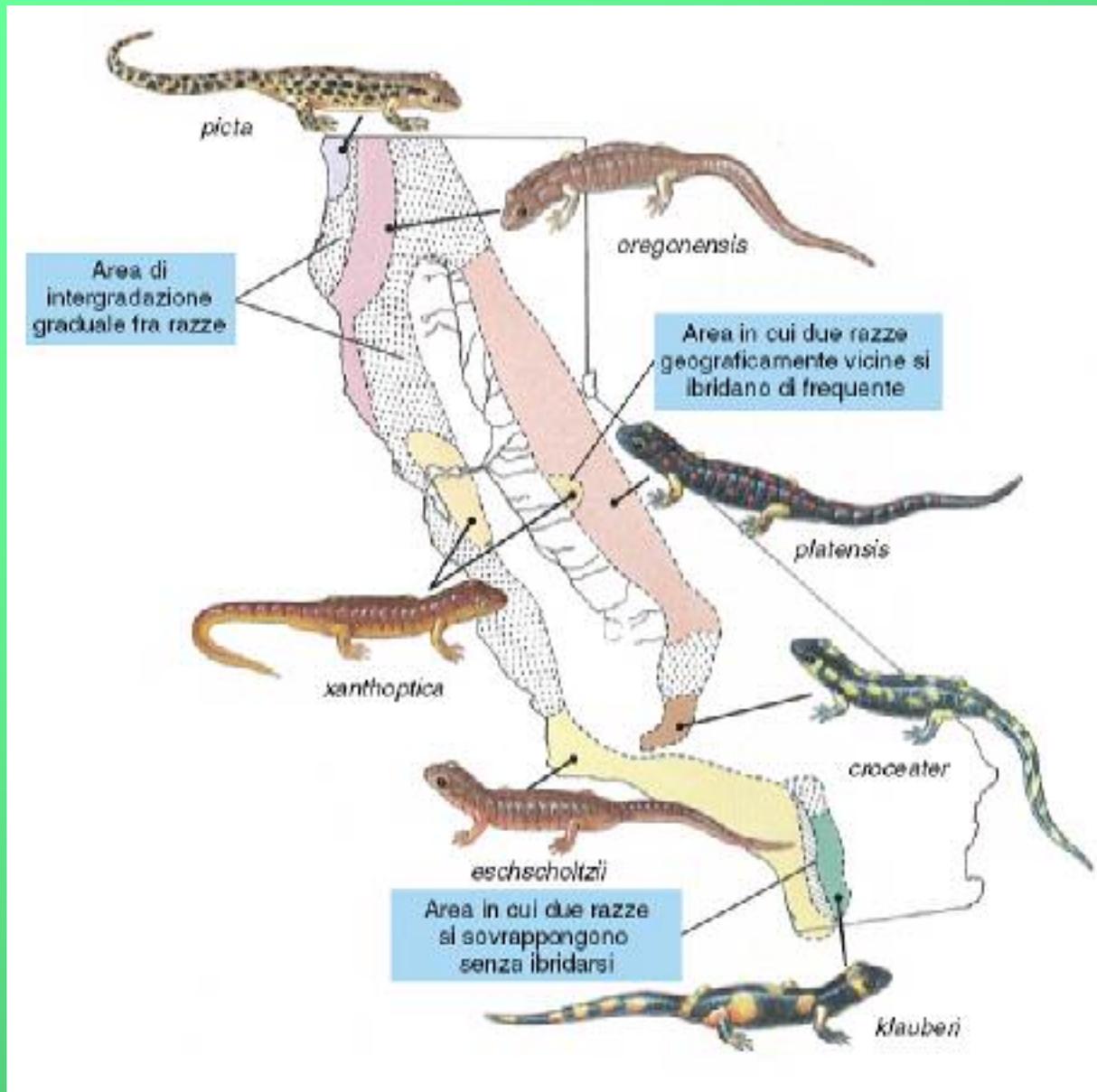




Confronto fra gli archi branchiali di embrioni diversi. Tutti gli embrioni sono mostrati senza il sacco del tuorlo. Da notare la grande similitudine fra i quattro embrioni a questo precoce stadio di sviluppo.



Rapporti filogenetici basati su 15 strutture omologhe negli uccelli non volatori. Le caratteristiche omologhe sono numerate da 1 a 15 e sono riportate sia sui rami, in corrispondenza del nodo dove si sarebbero originate sia per ciascuna specie che le presenta. Se venisse cancellata la struttura dell'albero, questa potrebbe essere ricostruita senza errori seguendo la distribuzione delle omologie mostrate dagli uccelli sui rami terminali dell'albero.



Speciazione in atto:

variazione geografica nella colorazione degli urodeli del genere *Ensatina*.

Le popolazioni di *Ensatina eschscholtzii* formano un anello geografico intorno alla Central Valley, California.

Lungo tutto l'anello, popolazioni adiacenti, differenziate, sono interfeconde; le due popolazioni (sottospecie *Ensatina e. eschscholtzii* ed *E. e. klauberi*) che si sovrappongono all'estremo inferiore dell'anello sono riproduttivamente isolate.

Queste due sottospecie sarebbero riconosciute come appartenenti a specie diverse se attraverso l'anello si estinguessero le popolazioni intermedie che le collegano. Questo esempio dimostra che le barriere riproduttive possono evolvere gradualmente.

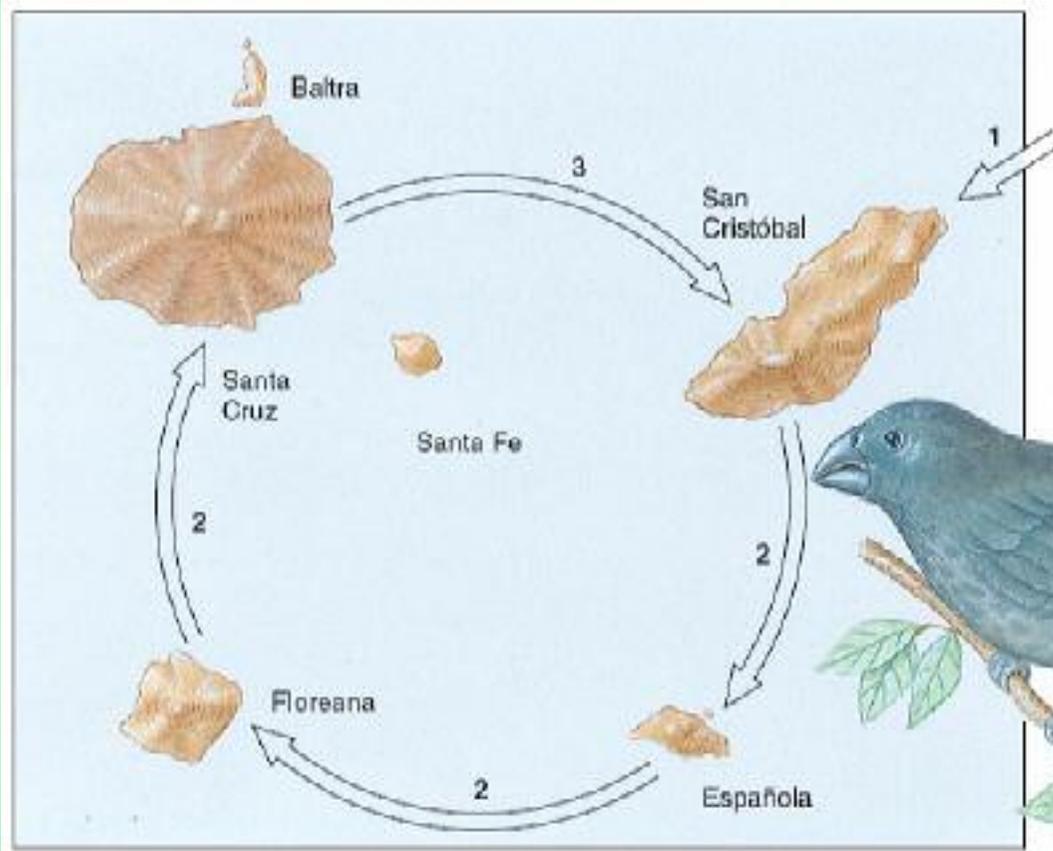
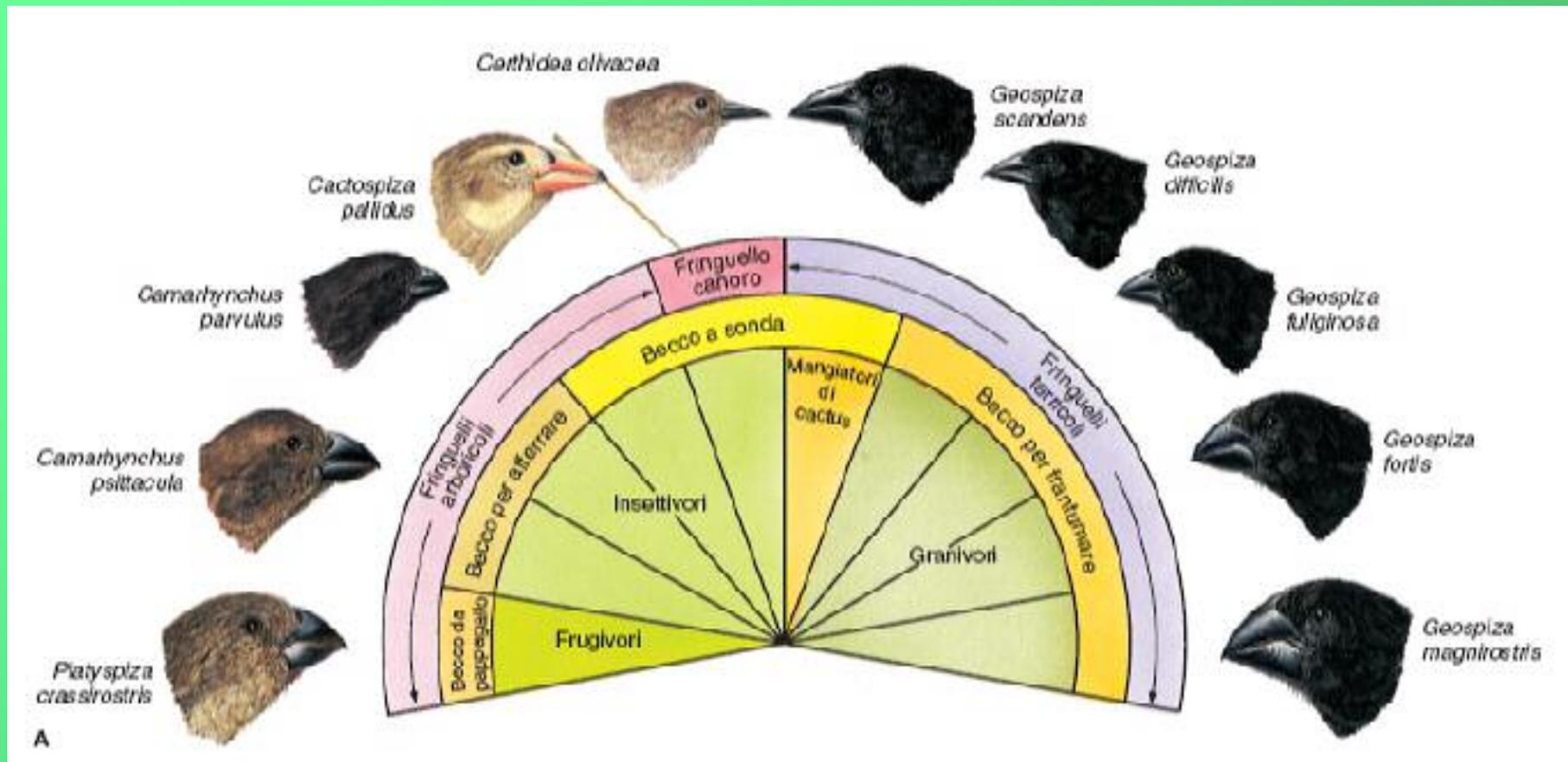


figura 1.15

Possibile modello per spiegare l'evoluzione delle 13 specie dei fringuelli di Darwin nelle isole Galapagos. Questo modello prevede tre passaggi successivi: (1) fringuelli immigranti dal Sud America raggiungono l'arcipelago e colonizzano un'isola; (2) dopo aver colonizzato la prima isola i fringuelli si disperdono sulle altre, adattandosi alle differenti condizioni locali e acquisendo caratteristiche genetiche differenti; (3) dopo un periodo di isolamento, si realizza un contatto secondario fra le diverse popolazioni. Le diverse popolazioni possono essere quindi riconosciute come specie diverse se risultano isolate riproduttivamente l'una dall'altra.

Radiazione adattativa:

formazione di molte specie ecologicamente differenziate a partire da un unico stock ancestrale.



Radiazione adattativa in 10 specie di fringuelli di Darwin (D. Lack) di Santa Cruz, una delle isole delle Galapagos. Sono mostrate le differenze nel becco e nelle modalità di nutrirsi. Tutte le specie apparentemente discendono da una singola specie ancestrale arrivata dal Sud America.

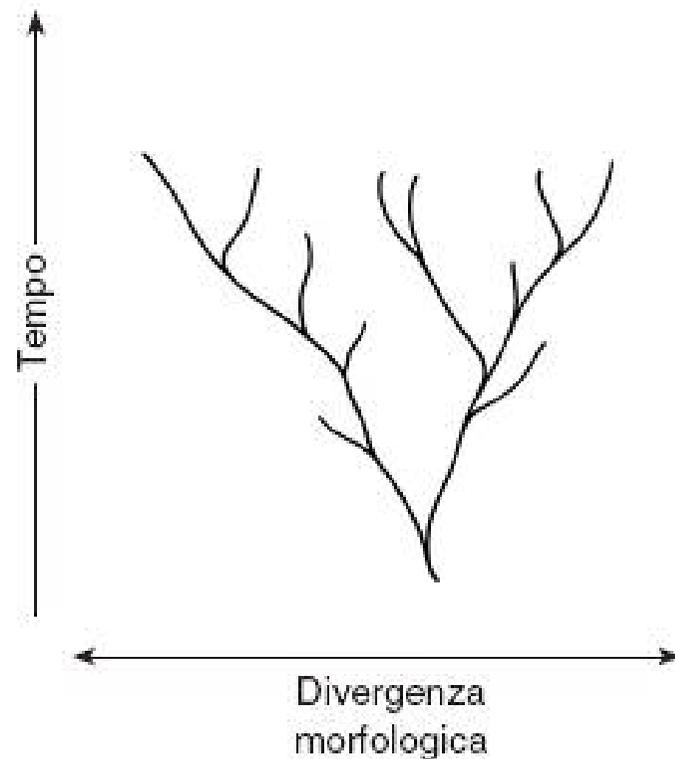


figura 1.18

Un modello gradualista dei cambiamenti evolutivi della morfologia, secondo il quale questo processo procede in maniera costante nel corso del tempo geologico (milioni di anni). Le biforcazioni, seguite da una divergenza graduale, portano alla speciazione.

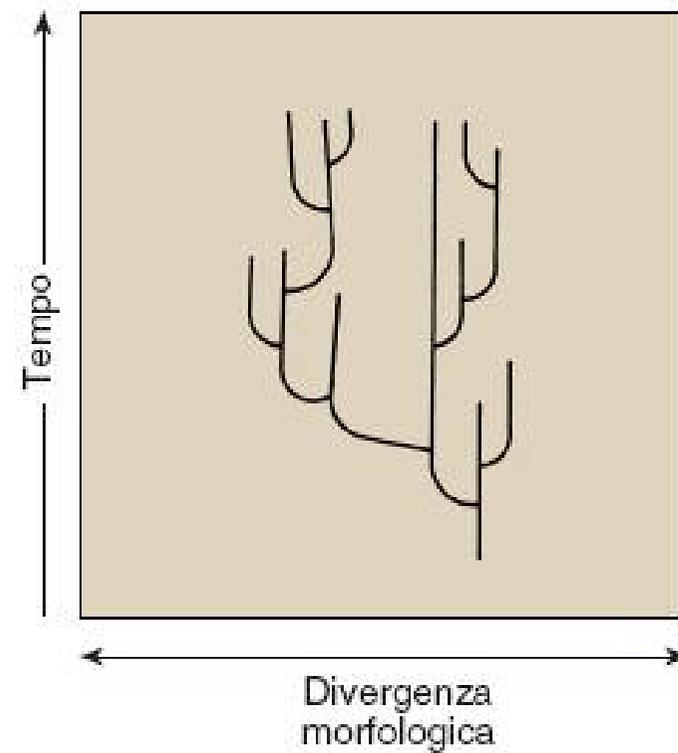


figura 1.19

Un modello di equilibrio interrotto, secondo il quale le variazioni evolutive sono concentrate in rapide esplosioni di specie che portano rapidamente a speciazione (linee laterali), seguite da periodi prolungati di piccoli cambiamenti, nel corso del tempo geologico (milioni di anni).



A



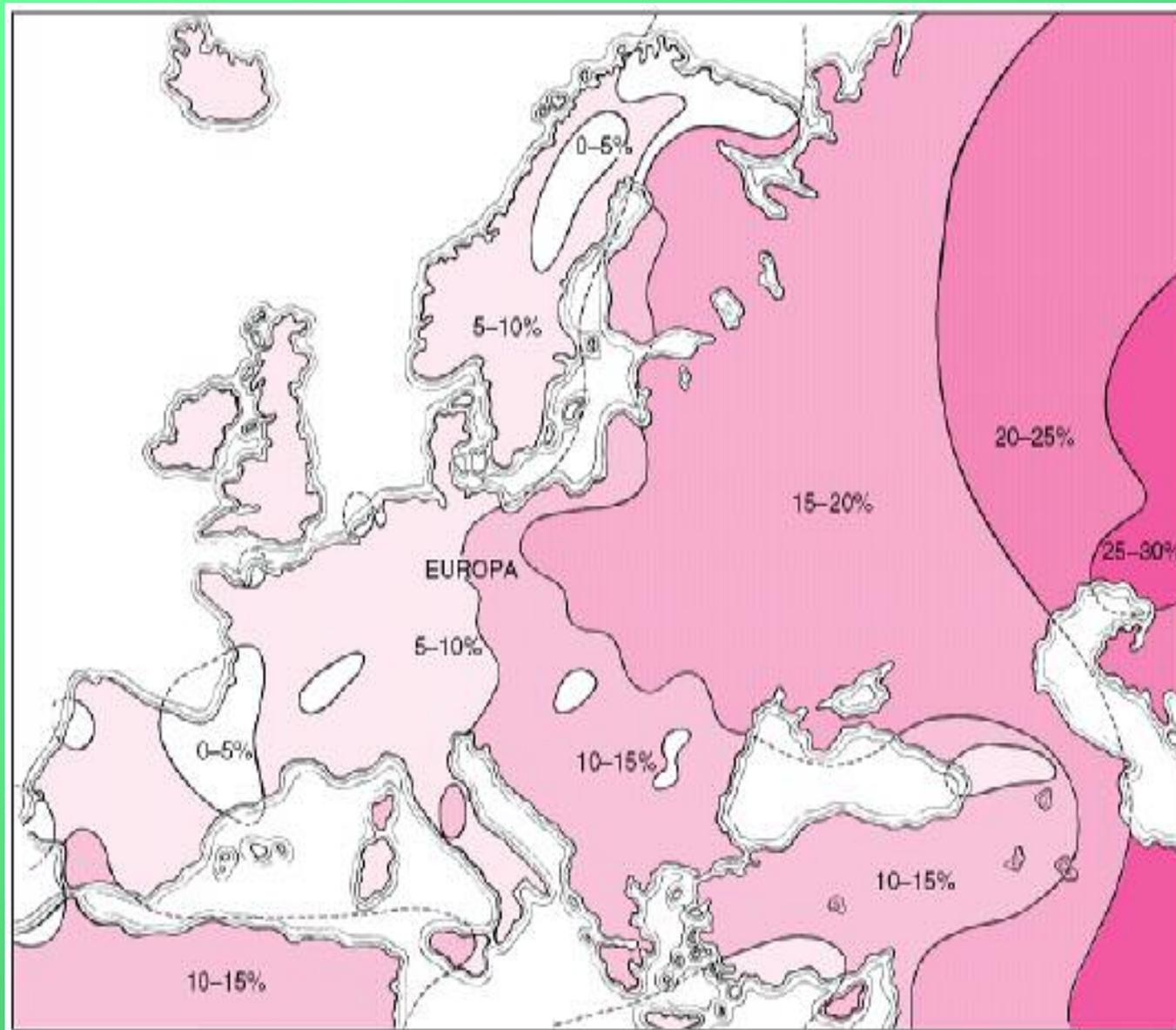
B



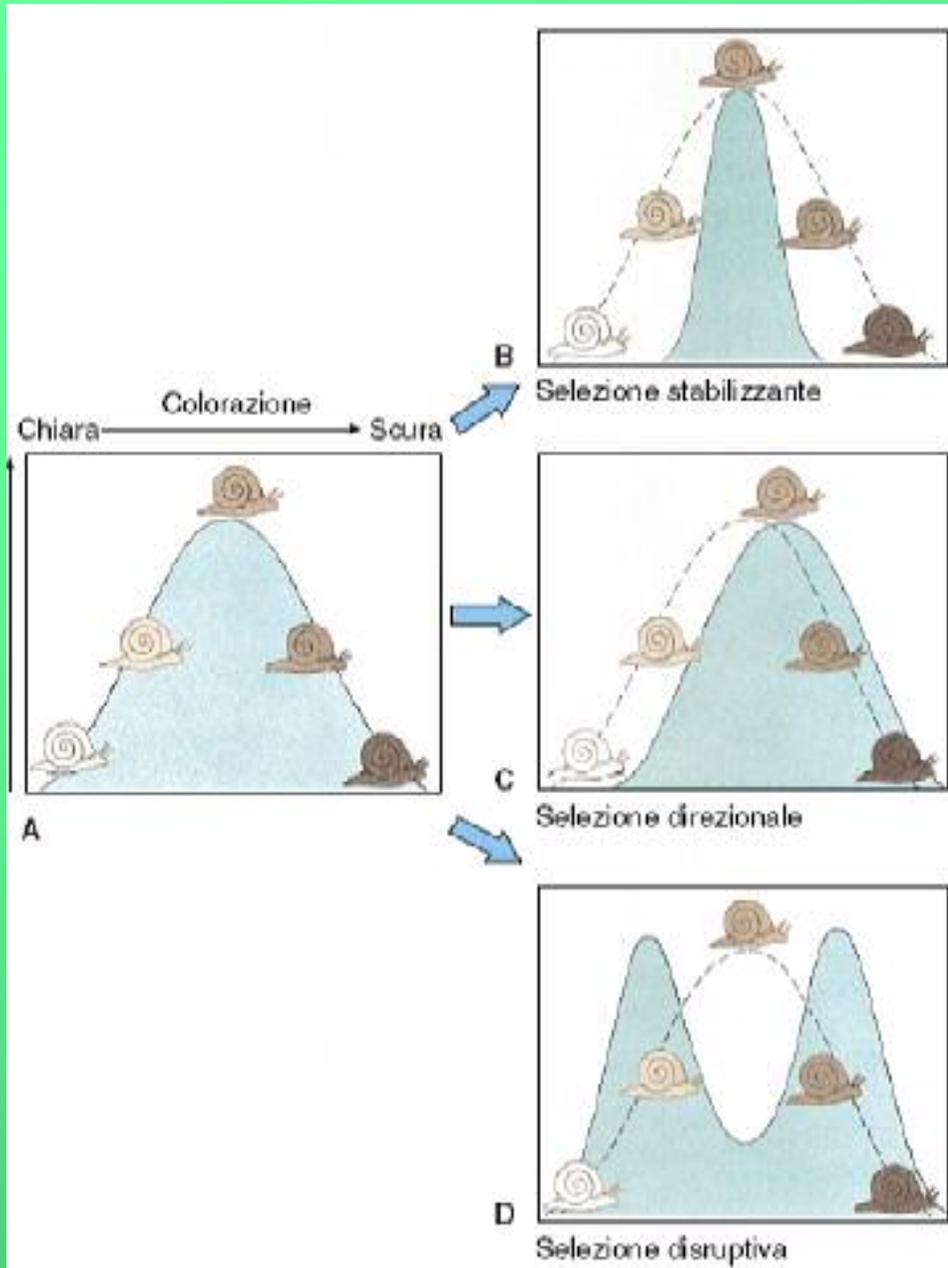
C

figura 1.20

Forma chiara e melanica della falena *Biston betularia* (A) su un albero coperto da licheni (non inquinato) e (B), su un albero ricoperto da fuliggine nei pressi dell'area industriale di Birmingham, Inghilterra. Queste variazioni nel colore hanno una base genetica semplice. C, recente riduzione della frequenza della forma melanica in seguito al miglioramento della qualità dell'aria nelle aree industriali inglesi. La frequenza della forma melanica era ancora superiore al 90% negli anni '60, quando le emissioni di fumo e diossido di zolfo erano ancora elevate. In seguito, con la diminuzione di queste emissioni, i licheni ripresero a crescere sui tronchi degli alberi, rendendo la forma melanica più facilmente individuabile da parte dei predatori. Nel 1986, solo il 50% delle falene era melanica, le rimanenti erano tutte chiare.



Frequenze dell'allele codificante per il gruppo sanguigno B nell'uomo in Europa. Questo allele è più comune a Est e diviene progressivamente più raro andando verso Ovest. L'allele potrebbe essersi originato a Est e per poi diffondersi tra popolazioni geneticamente contigue. Non vi è un vantaggio selettivo noto associato a questo allele e i suoi cambiamenti in frequenza sono probabilmente associati a deriva genetica casuale.



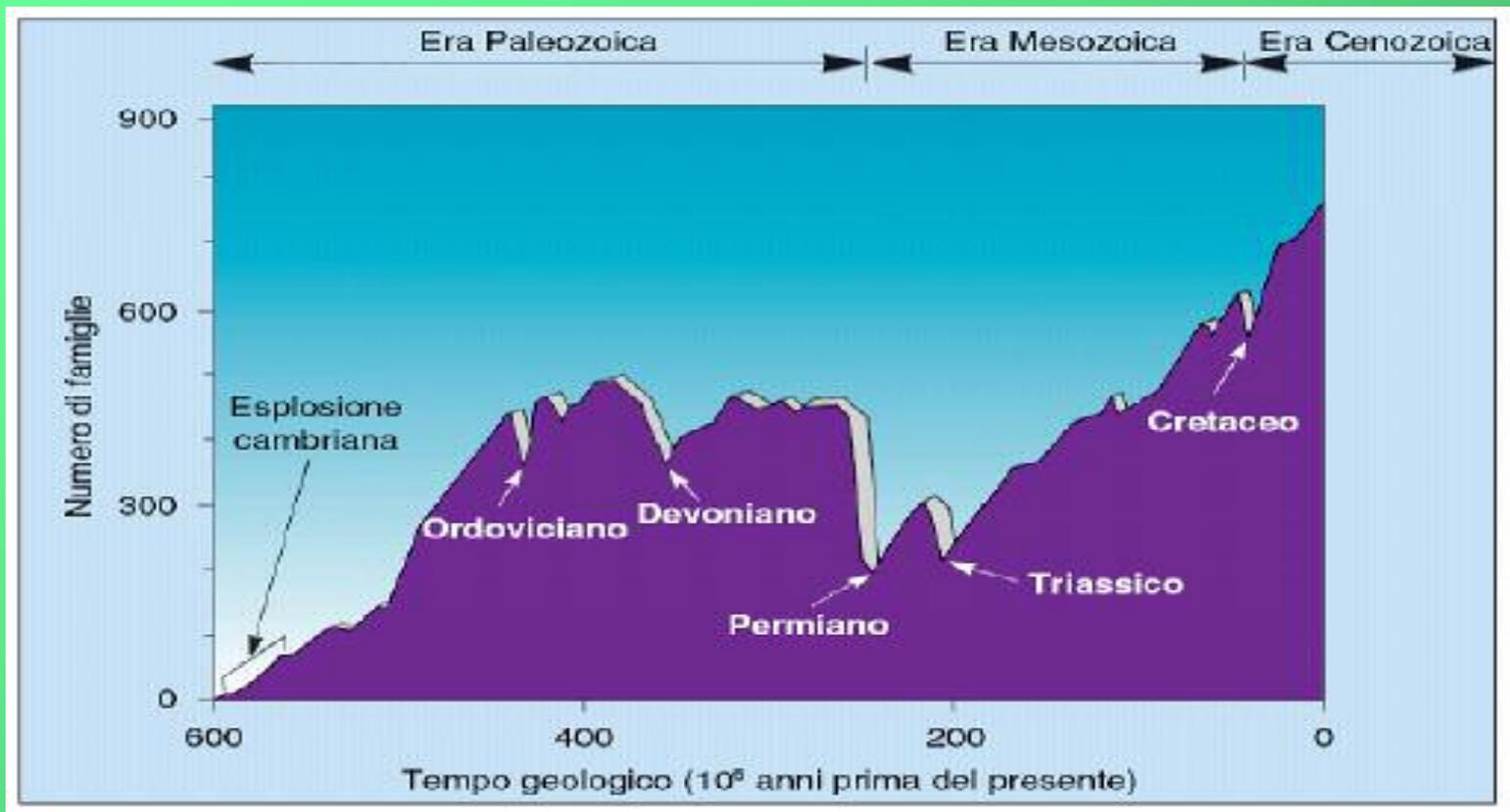
Risposte alla selezione in un carattere continuo (poligenico), la colorazione nelle chiocchie.

A, frequenza nella distribuzione prima della selezione.

B, la selezione stabilizzante agisce contro le forme estreme della popolazione, in questo caso eliminando le forme chiare e scure e quindi stabilizzando la media.

C, la selezione direzionale cambia la media della popolazione, in questo caso favorendo le varianti colorate in scuro.

D, la selezione disruptiva favorisce entrambi gli estremi, ma non la media; la media rimarrà invariata, ma la distribuzione nelle frequenze della popolazione non avrà più una forma a campana.



Estinzioni di massa. Animali marini dotati di scheletro.