

L'EVOLUZIONE BIOLOGICA:

Una teoria in evoluzione

Novara, 7 febbraio 2015

Paolo Tortora

Indipendentemente dalle teorie interpretative che si possono proporre per spiegarne le dinamiche, *l'evoluzione dei viventi è oggi un dato di fatto.*

Anche a prescindere da qualsiasi altro elemento *la radiodatazione delle rocce* che contengono fossili ha infatti dimostrato che sulla Terra esistevano specie diverse in diverse epoche



THE EMERGENCE OF LIFE

Land-Based Life



LAND PLANTS

LAND ARTHROPODS

AMPHIBIANS

3,500 MILLION YEARS B.P.

2,000

580

540

530

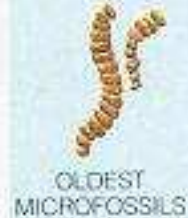
500

438

400

367

360



OLDEST MICROFOSSILS



FIRST EUKARYOTES



EDIACARAN FAUNA
Charooidiscus



Trilobite



Nautiloid

CAMBRIAN EXPLOSION

FIRST VERTEBRATES



Placoderm



Pterapsid



Coiled nautiloid

MASS EXTINCTION

MASS EXTINCTION

Water-Based Life

ARCHEAN

PROTEROZOIC

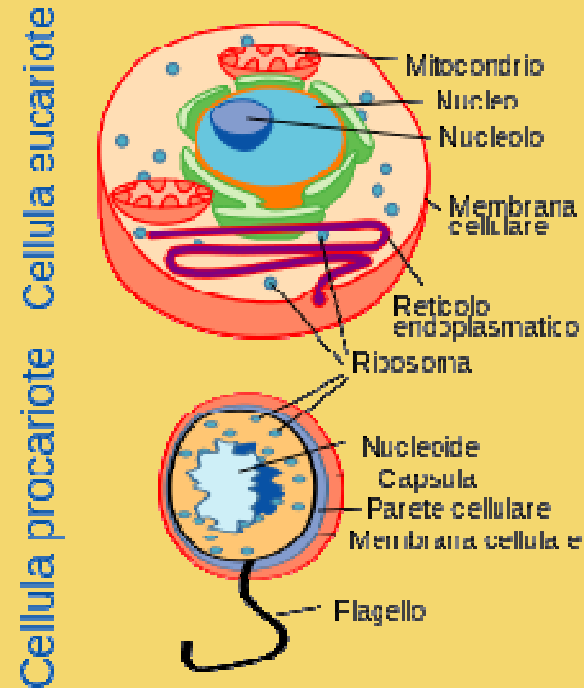
CAMBRIAN

ORDOVICIAN

SILURIAN

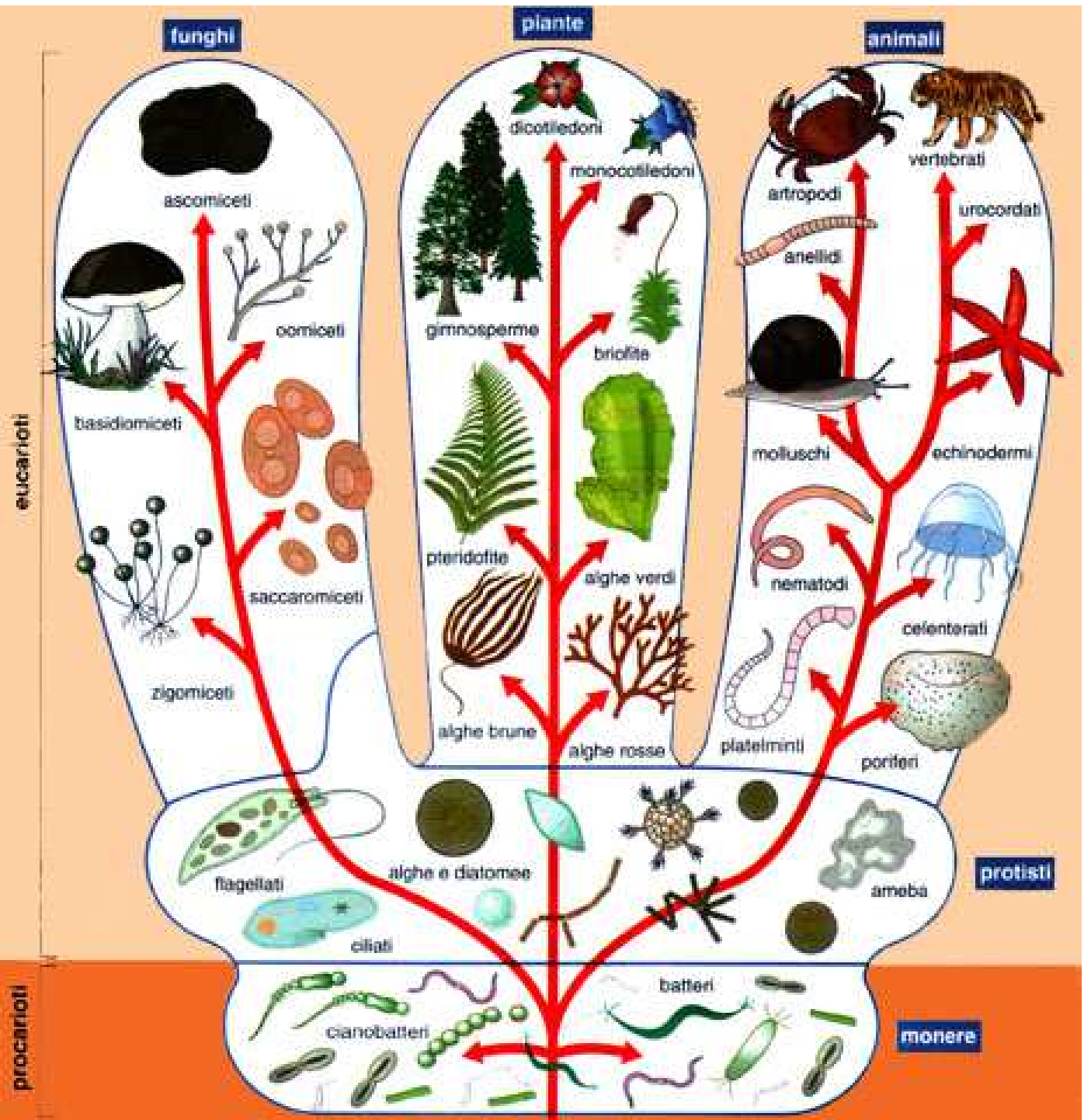
DEVONIAN

Ad esempio **3,5 miliardi di anni fa** gli unici esseri viventi erano **microrganismi** di grande semplicità organizzativa come i Procarioti.



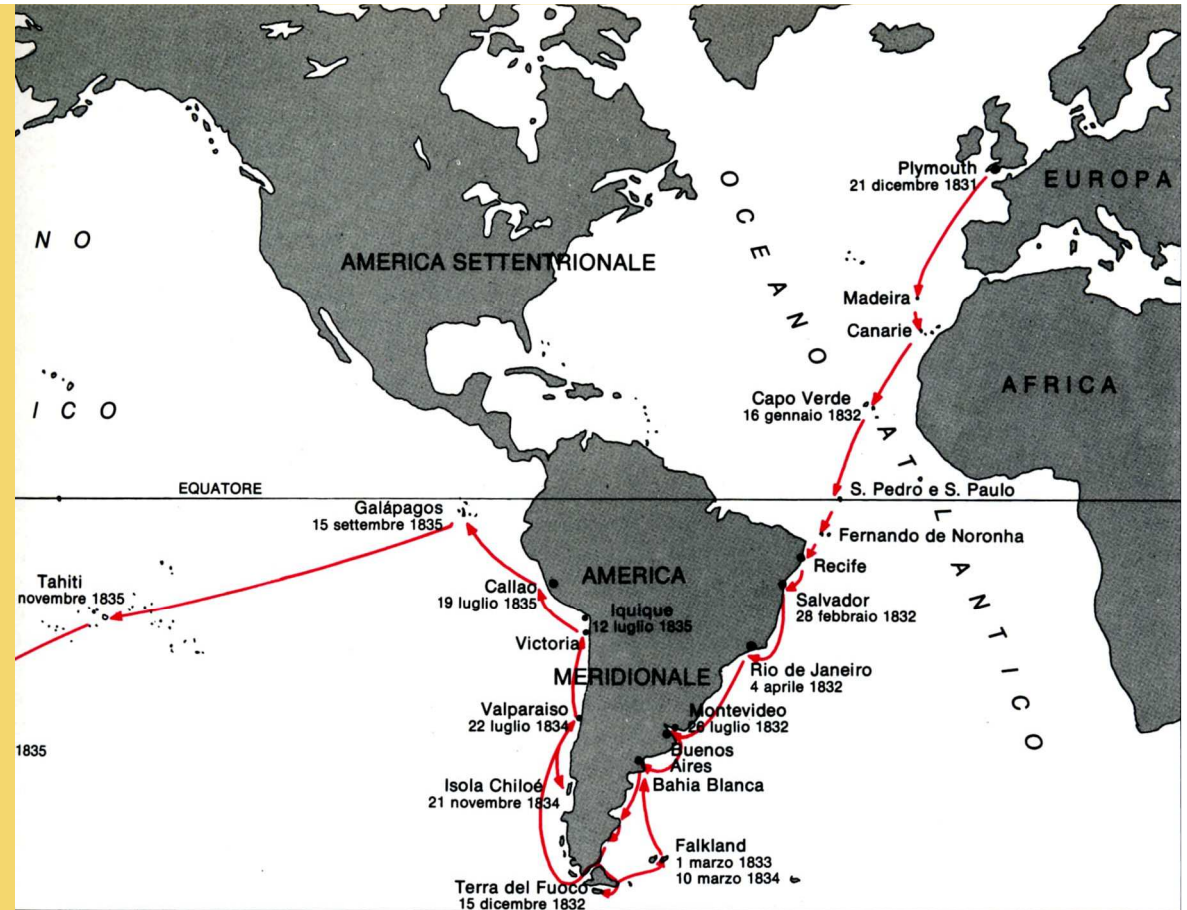
Gli **eucarioti**, compaiono molto tempo dopo (circa **2 miliardi di anni fa**). Gli eucarioti sono organismi con cellule più grosse ma soprattutto dotate di una struttura compartimentata e in particolare l'esistenza di un nucleo dove è confinato il materiale genetico. Gli organismi pluricellulari sono solo eucarioti (ma molti eucarioti sono unicellulari).

Più in generale la sistematica riconosce affinità tra specie e gruppi di specie a **livelli gerarchici progressivi** che hanno piena spiegazione solo supponendo la derivazione da un comune progenitore.





L'evoluzione spiega facilmente anche l'esistenza di organi atrofici come gli occhi della talpa o il **residuo di zampe nel pitone sudafricano**, strutture non più utilizzate rispetto alle specie progenitrici.



Sebbene altri prima di **Charles Darwin** avessero proposto l'idea che le specie si evolvono, indubabilmente a lui va ascritto il merito del successo della teoria evolutiva. Darwin sviluppa la teoria dopo il famoso viaggio attorno al mondo, tra il 1831 e il 1836, e nel **1859**, dopo molti anni di studio e documentazione, pubblica la sua opera sull'**Origine delle specie**.

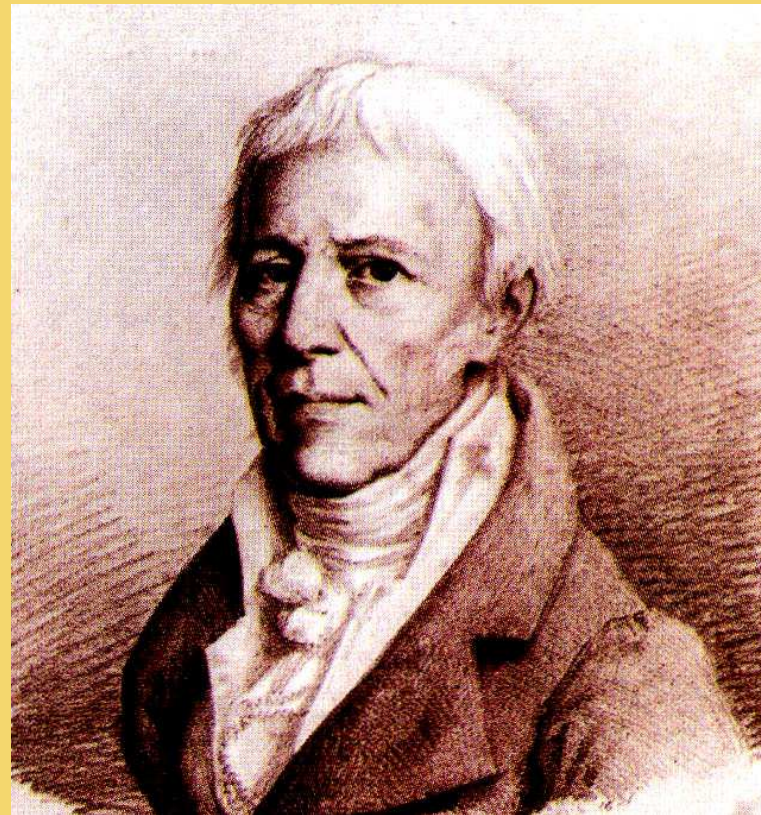
Se la “*discendenza con trasformazioni*” oggi non è più in discussione, **il problema aperto è invece la modalità e la causa** di queste trasformazioni.

Darwin nella sua teoria spiega l’origine delle specie l’una dall’altra nel tempo attraverso un semplice meccanismo contemporaneamente casuale e determinista composto dai seguenti **fattori**:

- l’enorme *variabilità* delle forme individuali
- la *selezione* naturale dei più adatti che si traduce nel loro maggiore *successo riproduttivo*
- La *trasmissione* dei caratteri alla progenie

(Darwin pensava che i caratteri acquisiti fossero ereditabili. Ma questo non influenza il nucleo centrale della teoria, basata su variabilità e selezione)

Le teorie di **Lamarck** sono oggi note tanto quanto quelle di Darwin. Qualche decennio prima di Darwin egli tentò di spiegare gli adattamenti in una prospettiva più teleologica. Egli asseriva che la varietà delle specie derivasse **dall'ereditarietà dei caratteri acquisiti da ogni singolo individuo**, come modalità di adattamento all'ambiente. Ipotizzava quindi una influenza diretta dell'ambiente sulla forma delle specie.



Darwin vs Lamarck

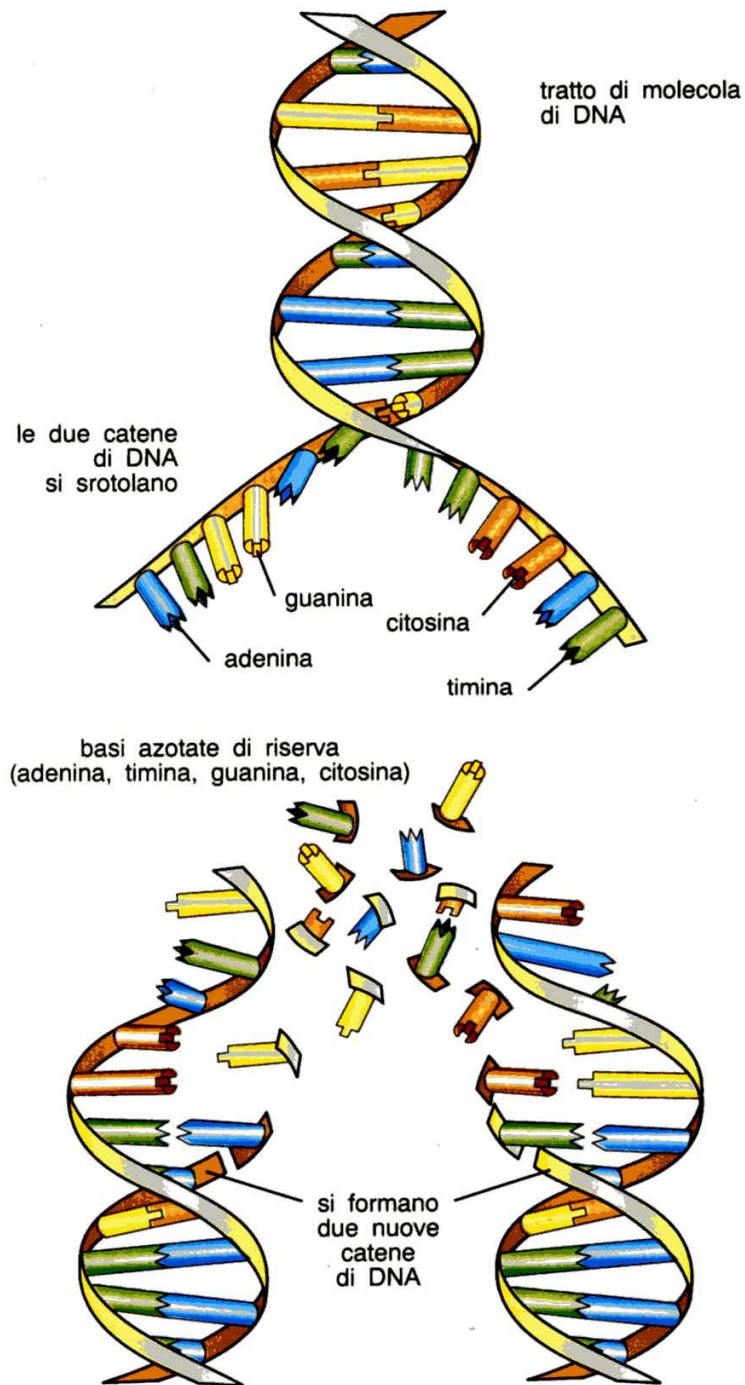
Invece, secondo il meccanismo darwiniano, condizione necessaria per la trasformazione evolutiva è la presenza di una amplissima varietà di forme individuali

(la sua metafora è quella di **un ammasso di pietre di tutte le forme possibili** rispetto ad in edificio da costruire)...

...e il mantenimento della variabilità della popolazione grazie al sorgere continuo di mutazioni casuali.

Un esempio di variabilità intra-specie: la varietà cromatica all'interno della stessa specie di coccinella asiatica.

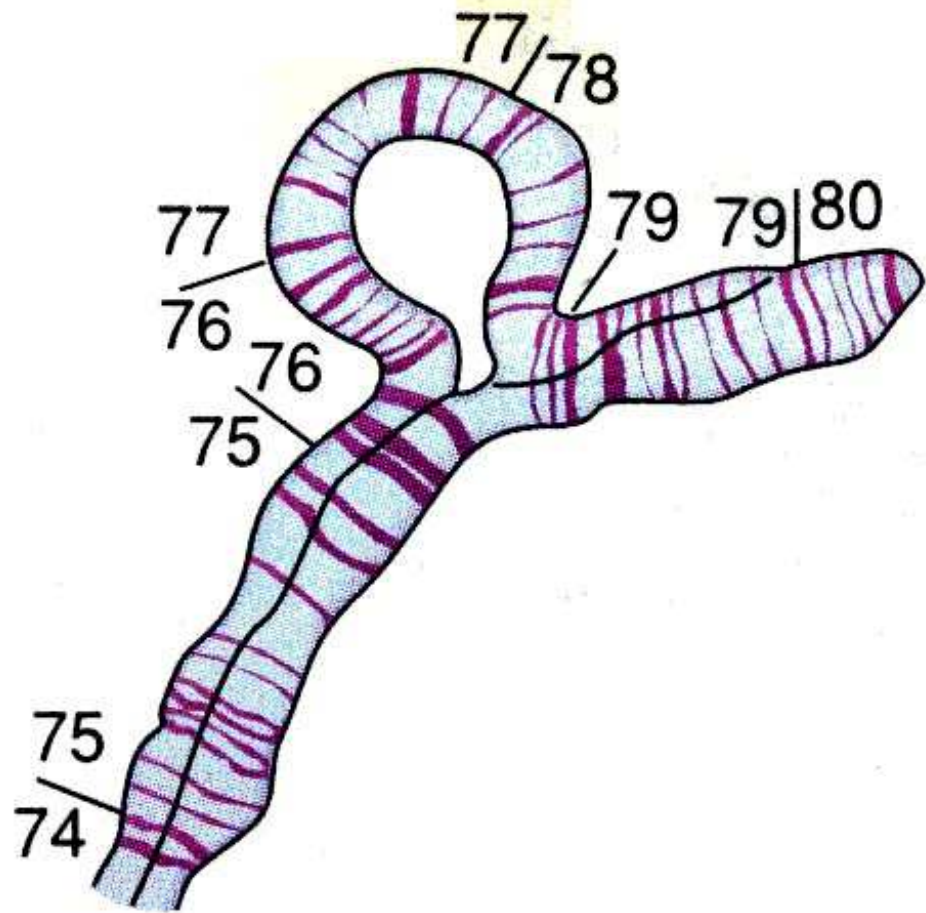




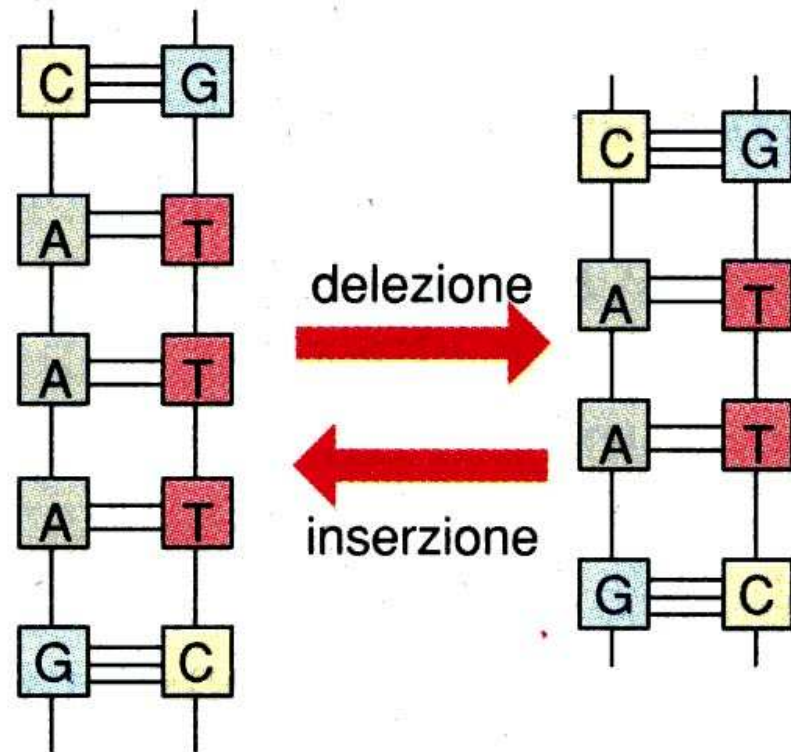
Le basi molecolari della variabilità

Darwin non conosceva la natura di tale variabilità.

Oggi si può reinterpretare la teoria di Darwin alla luce delle nostre conoscenze di biologia molecolare. La variazione dei caratteri somatici nel corso dell'evoluzione può derivare dalla mutazione dei caratteri genetici codificati nel DNA. Tali variazioni sono le **mutazioni**, eventi rari, che accadono almeno in linea di principio casualmente

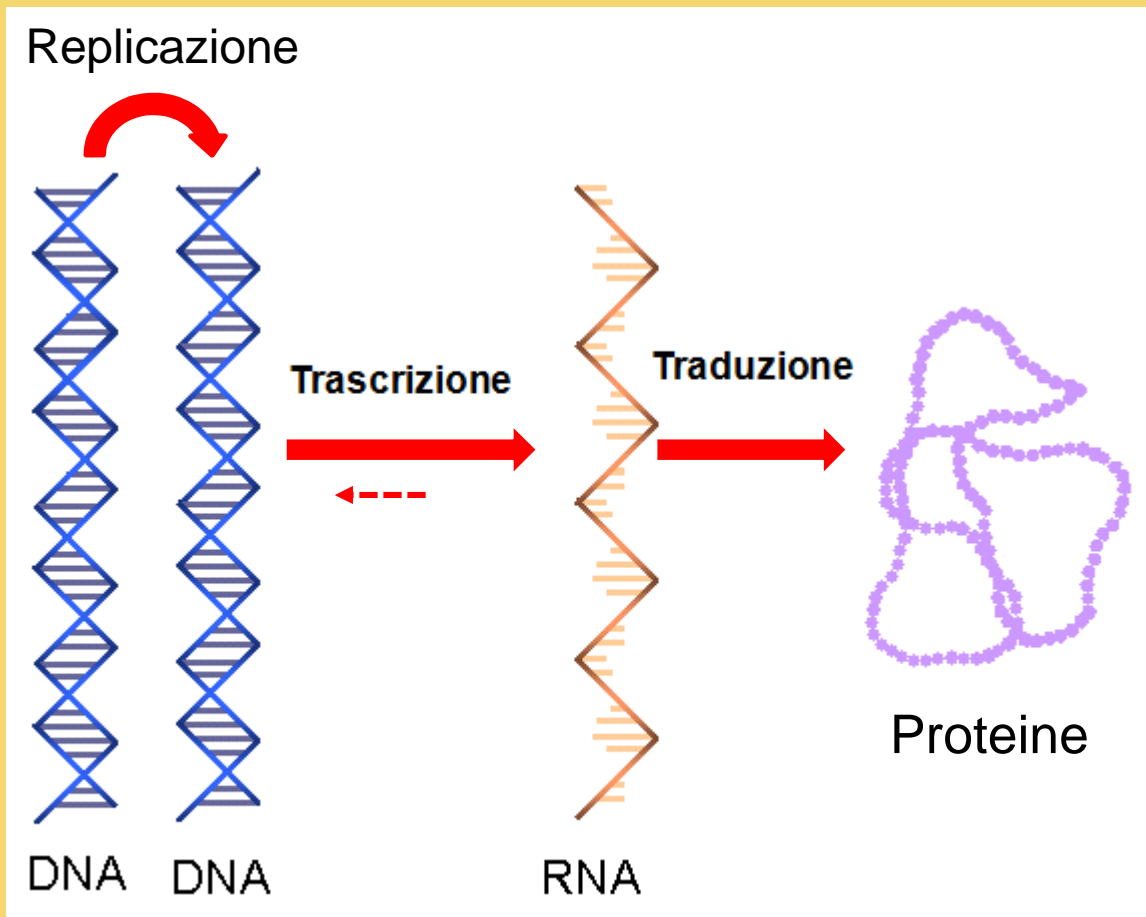


I più comuni casi di alterazione del codice genetico sono la **delezione cromosomica** e le **mutazioni puntiformi del DNA** (delezioni e inserzioni)



Il dogma centrale della biologia molecolare:

il flusso dell'informazione è unidirezionale, nella direzione
DNA → RNA → proteine

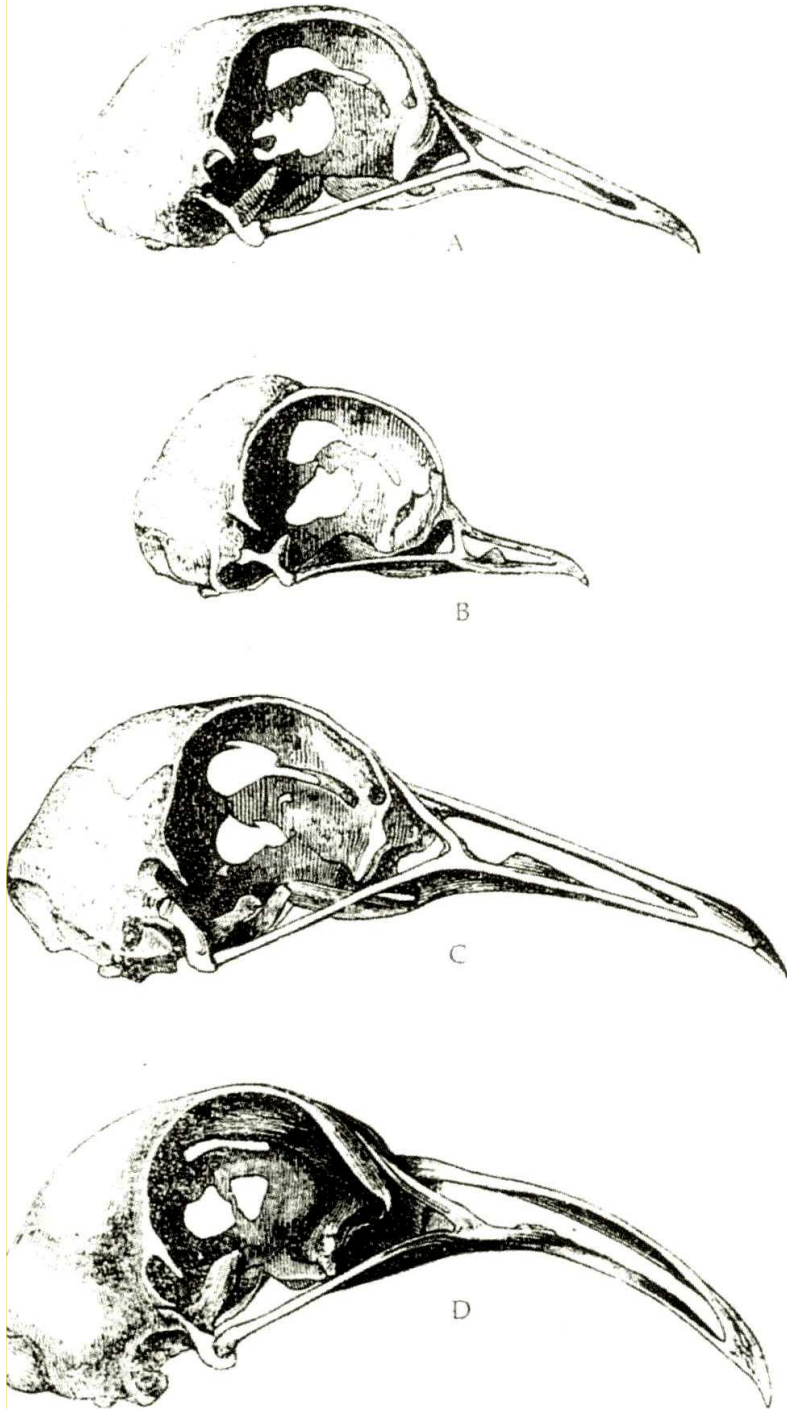


Le mutazioni del genoma si traducono in variazioni del fenotipo (l'insieme delle caratteristiche esteriori e funzionali) in quanto portano alla sintesi di proteine *mutate* cioè diverse dal tipo "selvatico", vale a dire la variante normale nella popolazione a cui appartiene l'individuo.

Le proteine a loro volta determinano le caratteristiche fenotipiche.

Ma il vero protagonista della creazione evolutiva è la selezione naturale.

E che la selezione dei riproduttori sia una forza realmente capace di plasmare la forma corporea delle specie appare evidente già dai disegni dello stesso Darwin relativi alle varietà di piccioni e di galli ottenuti in poche generazioni dagli allevatori.



Secondo Darwin nella straordinaria prolificità di una popolazione gli individui con caratteristiche più adattate a un certo contesto ambientale **sopravvivono più facilmente di altri, meno dotati** nella competizione per lo sfruttamento delle risorse (“sopravvivenza del più adatto”).

In questo modo essi **tramandano ai loro discendenti tali nuove caratteristiche** determinando la fisionomia della popolazione successiva.

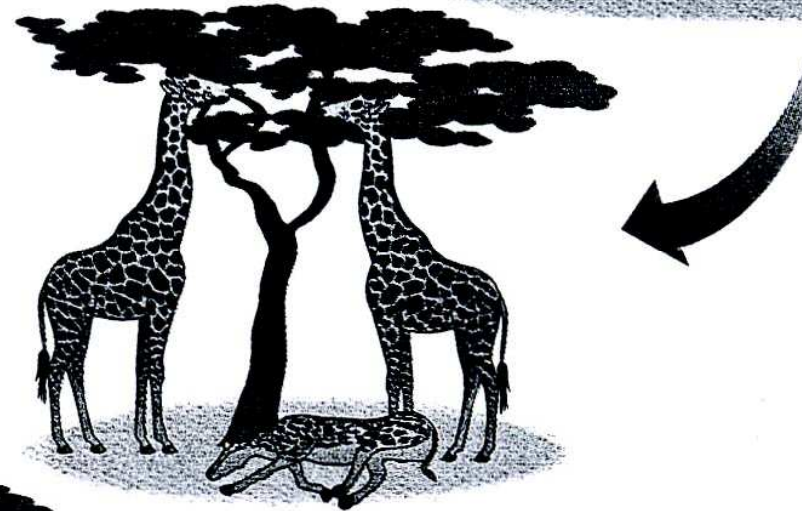
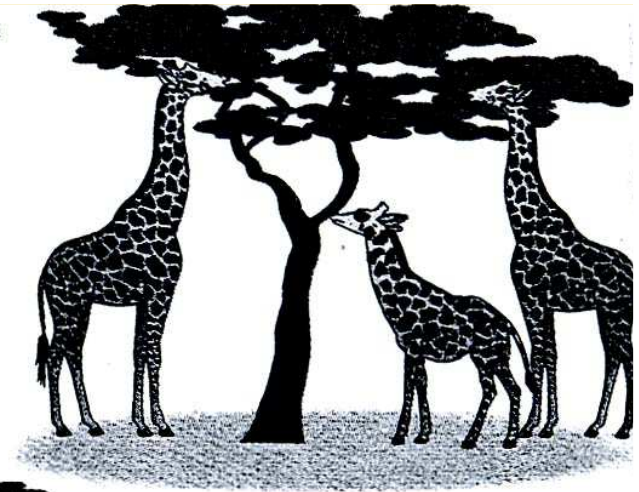
Il Darwinismo spiega quindi l'esistenza dei viventi in tutta la loro varietà ordinata grazie al semplice combinarsi di caso e necessità:

- **il *caso inteso*** come generatore inesauribile di caratteri morfologici di per sé senza utilità né scopo nella loro infinita varietà. Come in una discarica di macerie i frammenti sono di una miriade di forme e dimensioni.

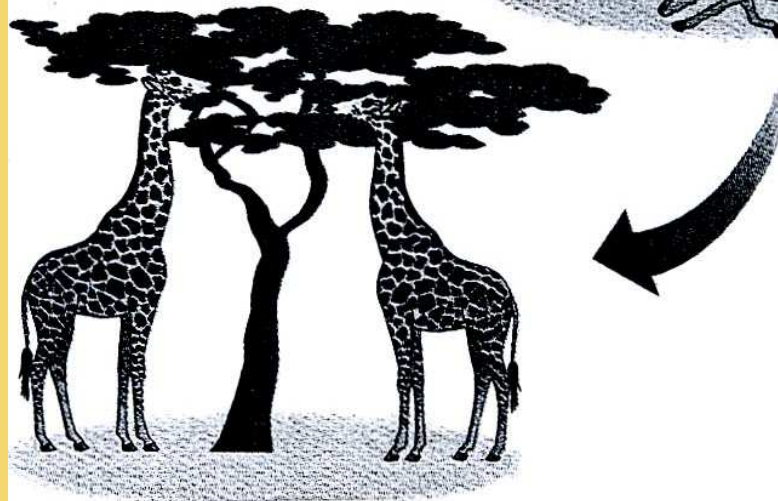
- **la *competizione* (fattore deterministico) tra gli individui, creatrice di novità morfologica.** Qui starebbe la capacità di scelta dei frammenti man mano utili alla costruzione dell'edificio, supponendo che ogni aggiunta costituisca un sia pur lieve vantaggio per la sopravvivenza individuale.

*Un classico esempio:
l'evoluzione della giraffa
secondo Darwin.* Al contrario
di Lamarck, la giraffa non si
evolve verso forme con il
collo sempre più lungo nel
tentativo di raggiungere la
sommità degli alberi.
Invece, sono le giraffe con il
collo più lungo a
sopravvivere e a trasmettere
le loro caratteristiche alla
progenie.

Esiste una variabilità iniziale
(dovuta a mutazioni
casuali) tra le future giraffe,
che presentano colli di
varia lunghezza.



La selezione naturale
elimina le giraffe inadatte
e fa sopravvivere quelle
con il collo lungo,
discendenti di quelle che
già possedevano questo
carattere. L'ambiente fa
semplicemente da
'giudice'.



Qui sta il paradosso dell'assunto darwiniano:

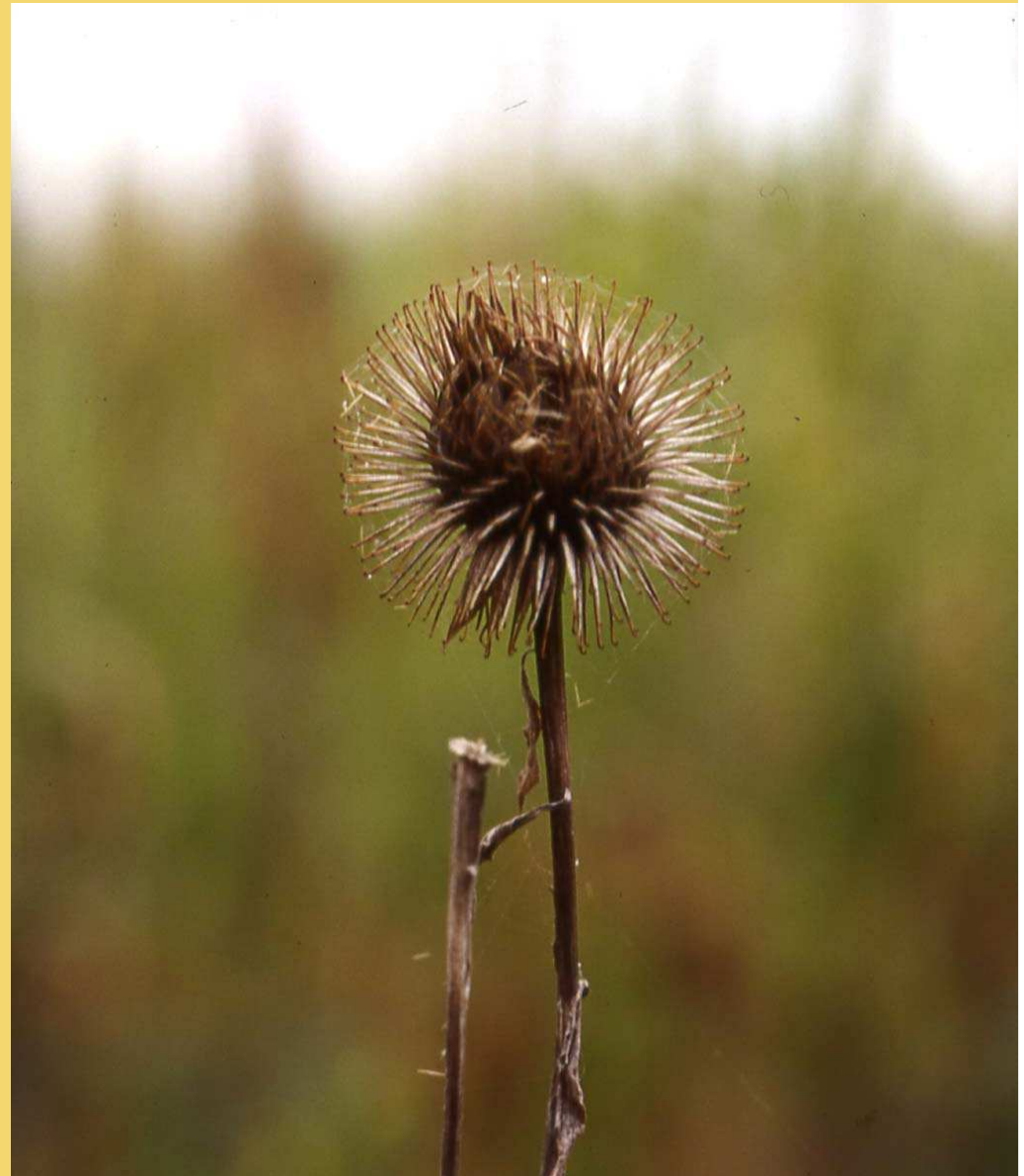
L'ordine complesso e funzionale degli organismi viventi si sarebbe creato attraverso un meccanismo del tutto cieco nella sua casualità generativa di varietà ma ineluttabile nella sua “necessaria” capacità creativa (combinazione di caso e necessità).

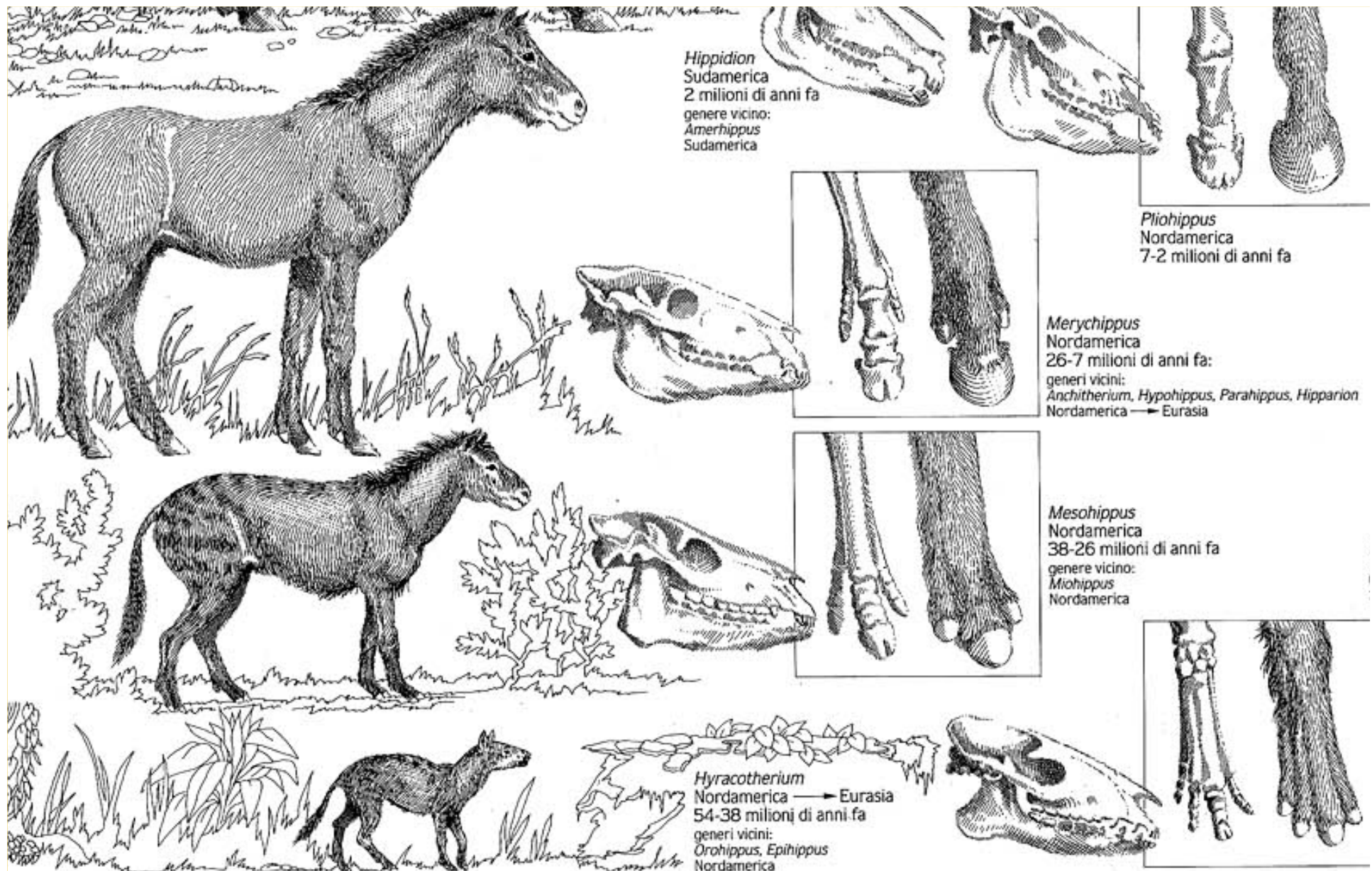
Il presupposto necessario è un tempo adeguatamente lungo per avere un numero di generazioni enorme:

le mutazioni non possono manifestarsi che negli individui della discendenza e data la loro natura casuale solo raramente potranno emergere di vantaggiose ed anche in questo caso si tratterebbe di vantaggi quasi impercettibili, che dovrebbero sommarsi progressivamente.

Il successo della teoria di Darwin oltre che nella sua semplicità sta nel fatto che **essa riesce a spiegare la presenza degli *adattamenti***, cioè di strutture con evidente significato funzionale rispetto ad una determinata finalità.

Per esempio **gli uncini dell'involucro fruttifero dell'*Arctium*** favoriscono la disseminazione attraverso il pelo dei mammiferi: un carattere che si sarebbe affermato per gli ovvi vantaggi riproduttivi.





Anche la storia evolutiva del cavallo ci testimonia come l'adattamento **dall'ambiente di foresta a quello di prateria** abbia selezionato la **modifica di statura, unghie e denti**



Molte specie di Orchidee (per esempio *Ophrys insectifera*) vengono impollinate da particolari specie di Imenotteri e per tale ragione esibiscono forme e colori corrispondenti a quelle dell'insetto (in questo caso *Gorytes mystaceus*) il quale viene attirato ad una pseudocopula.

L'aspetto del fiore sembra essersi conformato a quello dell'insetto impollinatore.

FIGURA B • *Mimetismo batesiano (senza punqiglione).*



mosca sirfide



Alcathae (falena)



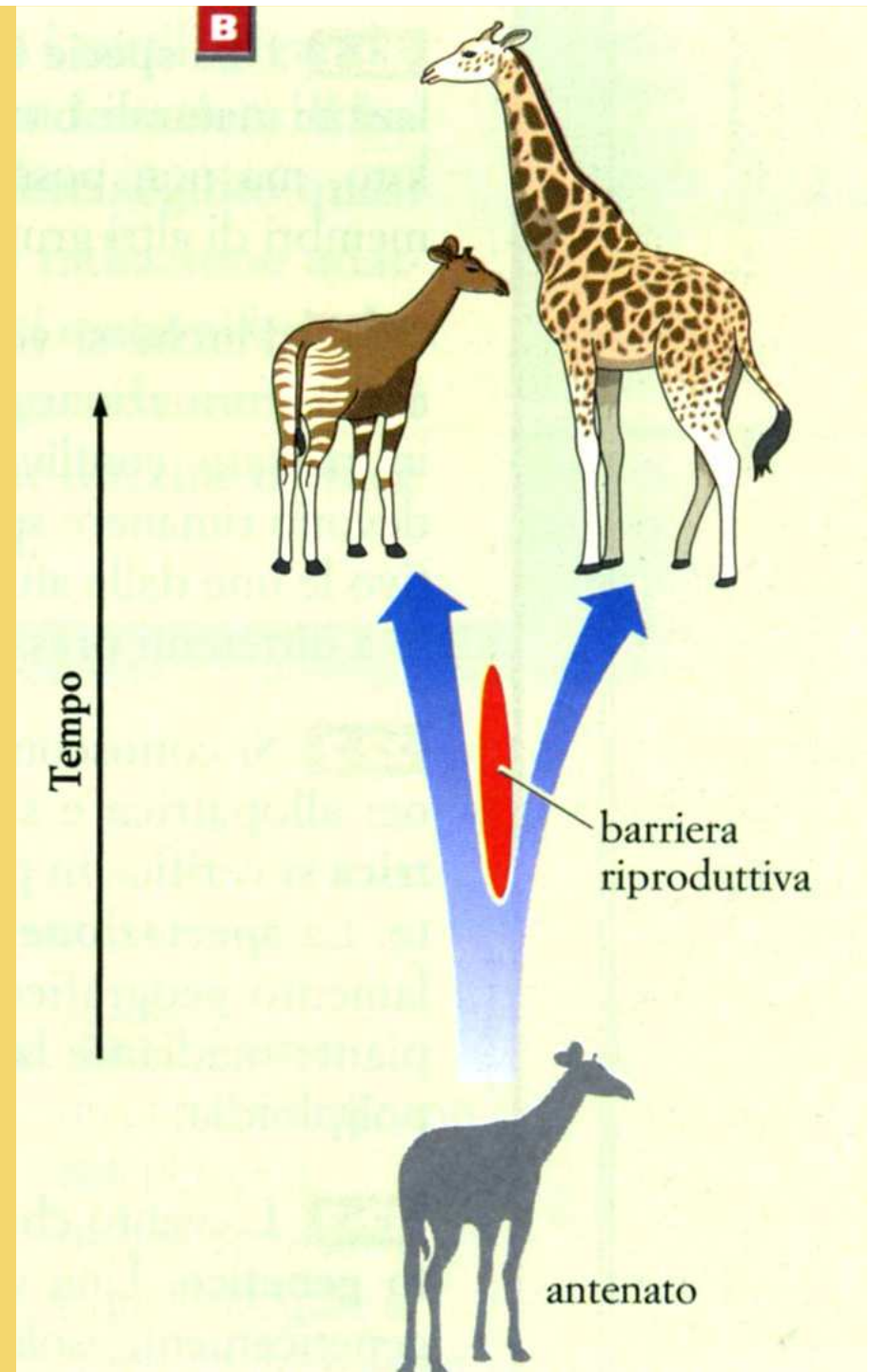
un coleottero

Gli stessi colori e forme riscontrate in **insetti senza pungiglione** si sarebbero invece selezionati in quanto vantaggiosi per gli individui che mimano i loro simili più pericolosi.

Un puntopotenzialmente problematico per la toeria darwiniana, è che **tutti i caratteri esitenti dovrebbero essere legati a qualche vantaggio** per la sopravvivenza, anche quelli apparentemente neutri.

L'origine delle specie secondo Darwin

ogni specie può differenziarsi in due specie quando due popolazioni diverse di questa si trovassero in ambienti diversi, come ad esempio la foresta e la savana. Lottando **per la sopravvivenza in condizioni diverse**, gli individui delle due popolazioni si differenzierebbero in modo così marcato **da non potersi più riprodurre** qualora si riincontrassero. Sarebbero perciò nate due specie nuove a partire da una.

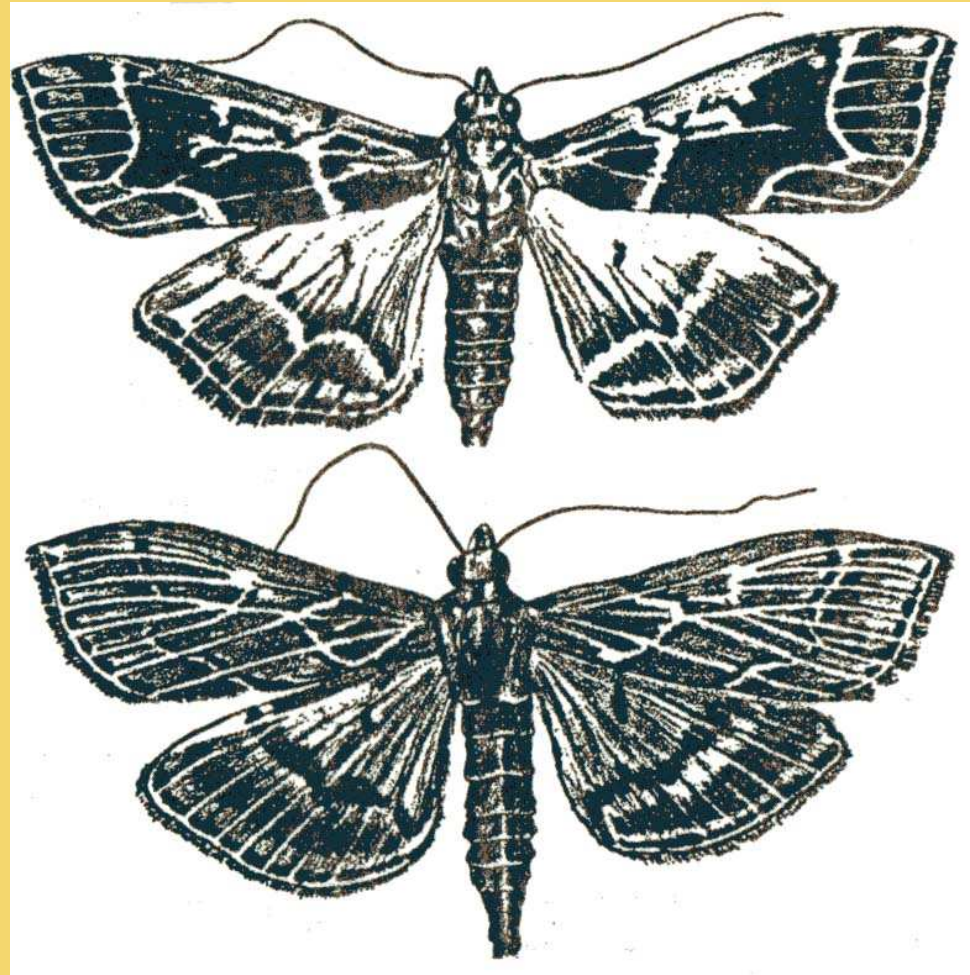


Le tartarughe delle Galapagos

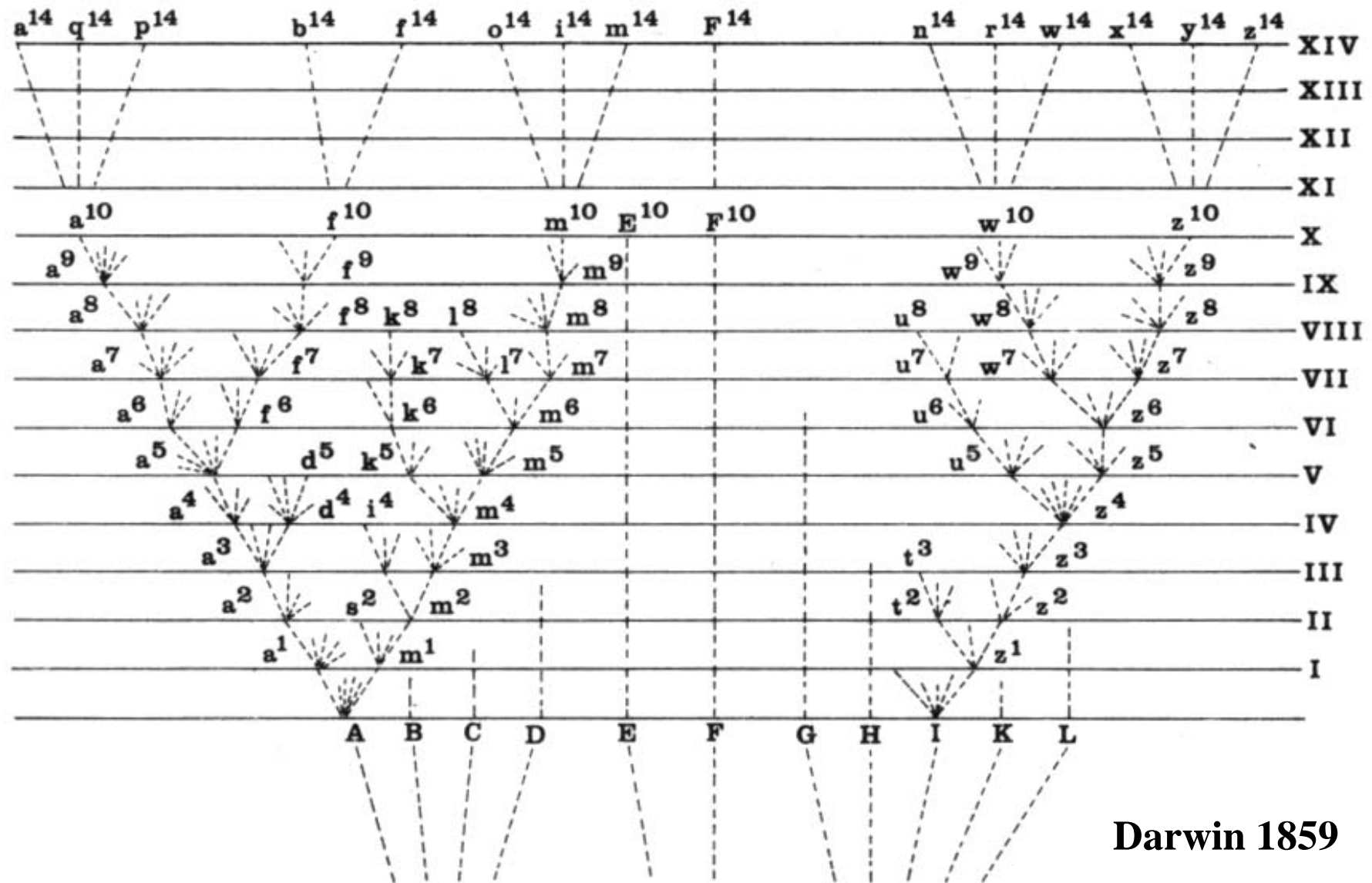
descritte da Darwin sono discendenti di un originario progenitore sudamericano e si differenziano in sottospecie secondo le condizioni di ogni isola: per esempio dove i germogli di cui nutrirsi sono **disposti su arbusti più alti il carapace consente di poter sollevare il collo** con maggior comodità. Individui casualmente forniti di un carapace leggermente più alto sarebbero sopravvissuti più numerosi di altri lasciando una prole con il carapace mediamente un po' rialzato, e così via.



La farfalla del banano, **endemica delle Hawaii**, certamente non esisteva prima che, circa mille anni fa, questa pianta venisse introdotta su queste isole: è possibile che essa sia **derivata da specie le cui larve si nutrivano a spese di altre piante**, per il prevalere nella progenie di individui che avevano **casualmente acquisito la capacità di nutrirsi a spese del banano**

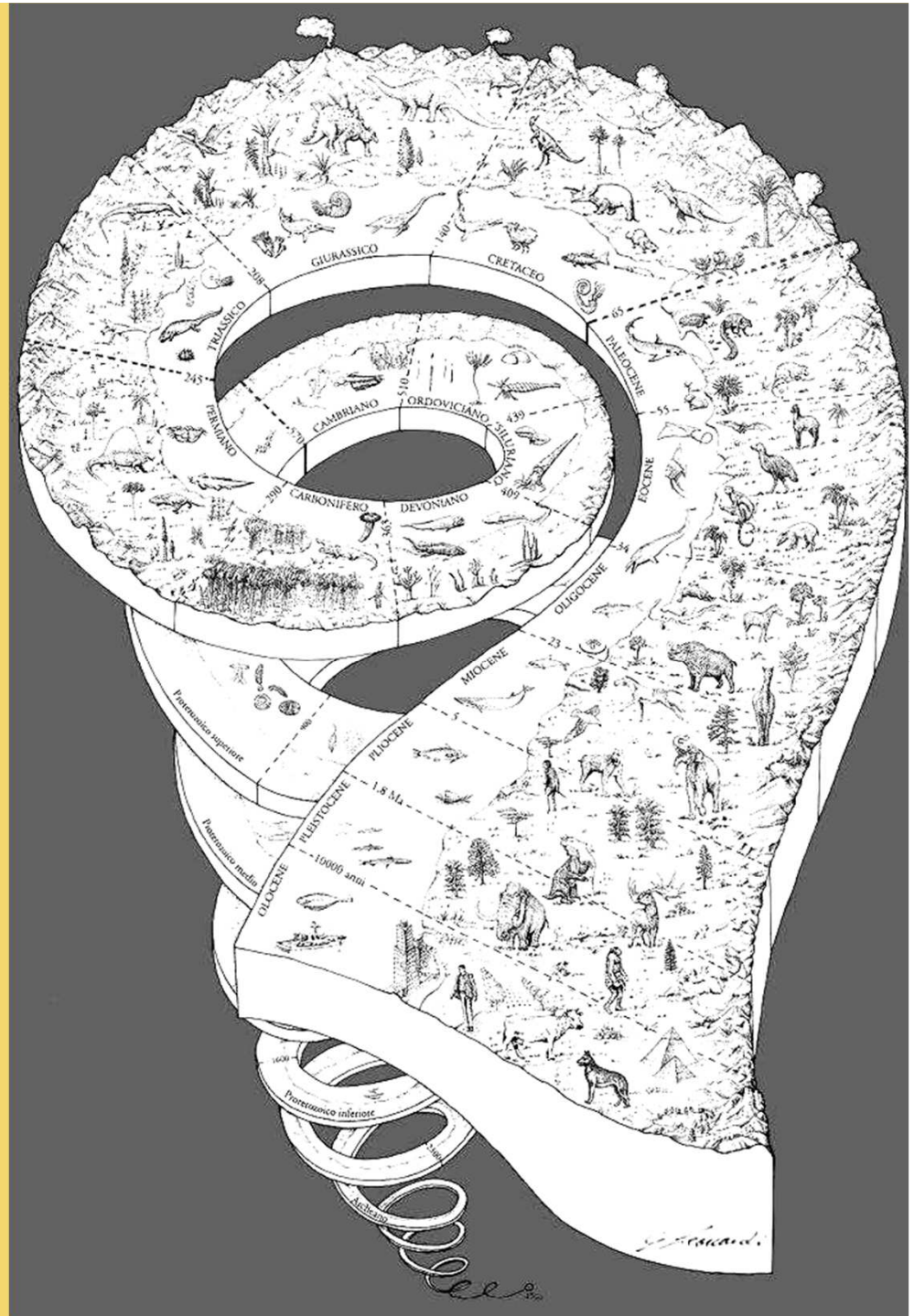


In tempi sufficientemente lunghi questo semplice meccanismo trasformerebbe insensibilmente una specie in un'altra **fino a spiegare il formarsi di tutte le specie esistite ed esistenti.**



Darwin 1859

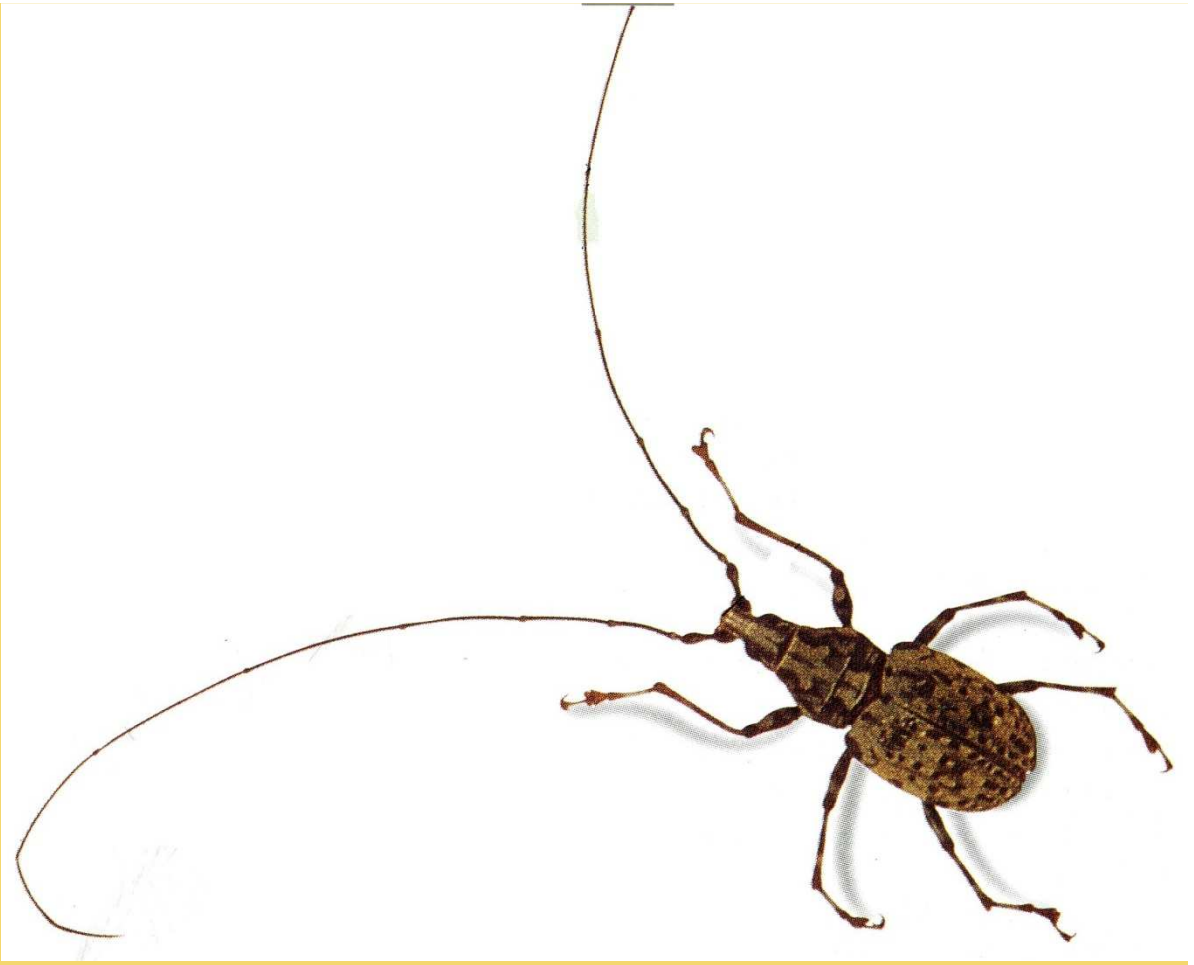
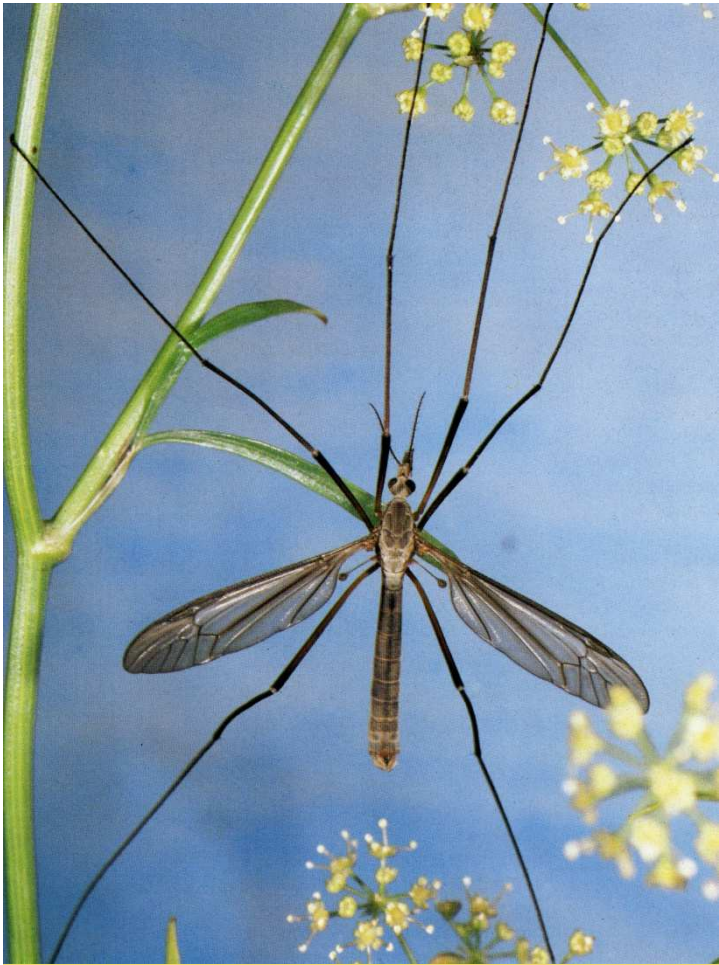
Così, attraverso il graduale modificarsi delle specie esteso in un tempo enormemente prolungato le specie divergeranno sempre più tra loro, **fino a distinguersi in gruppi sistematici con forti differenze anatomiche.** Ciò spiegherebbe tutta la varietà attuale dei viventi a partire da una sola forma unicellulare iniziale.



Ad un secolo e mezzo di distanza dall'enunciazione della **teoria di Darwin (1859)** sono emersi diversi aspetti problematici.

La varietà neutrale. Si può notare che la maggior parte delle caratteristiche diagnostiche nella classificazione delle specie **non ha apparentemente rilevanza adattativa.** Per esempio le pigne delle Conifere sono diverse da specie a specie, ma non è evidente la ragione di tale eterogeneità.

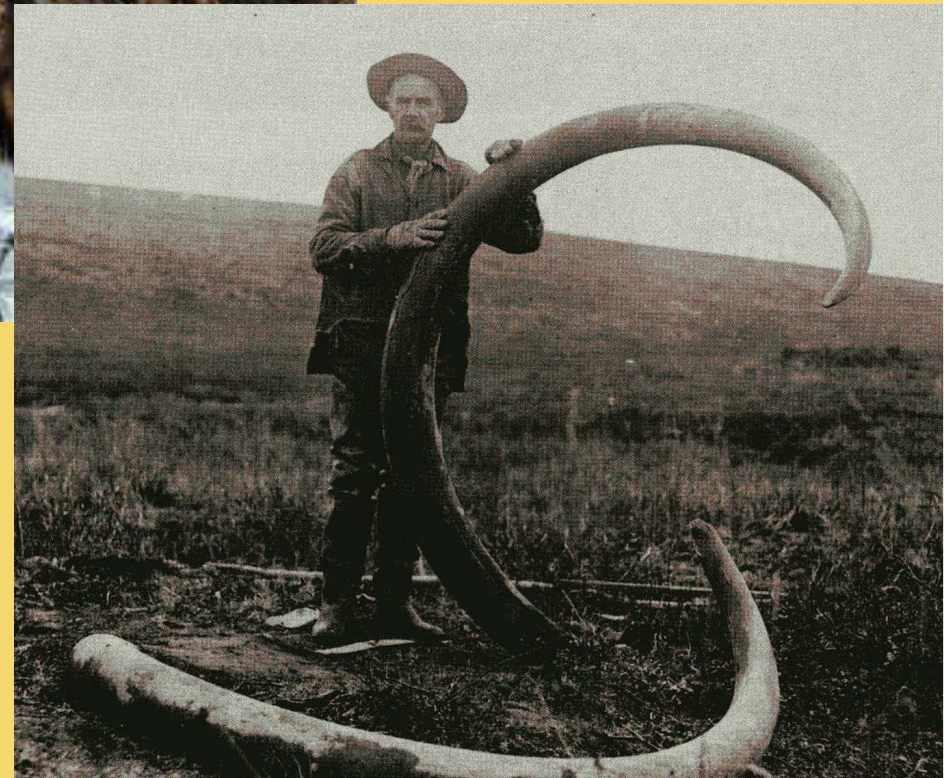


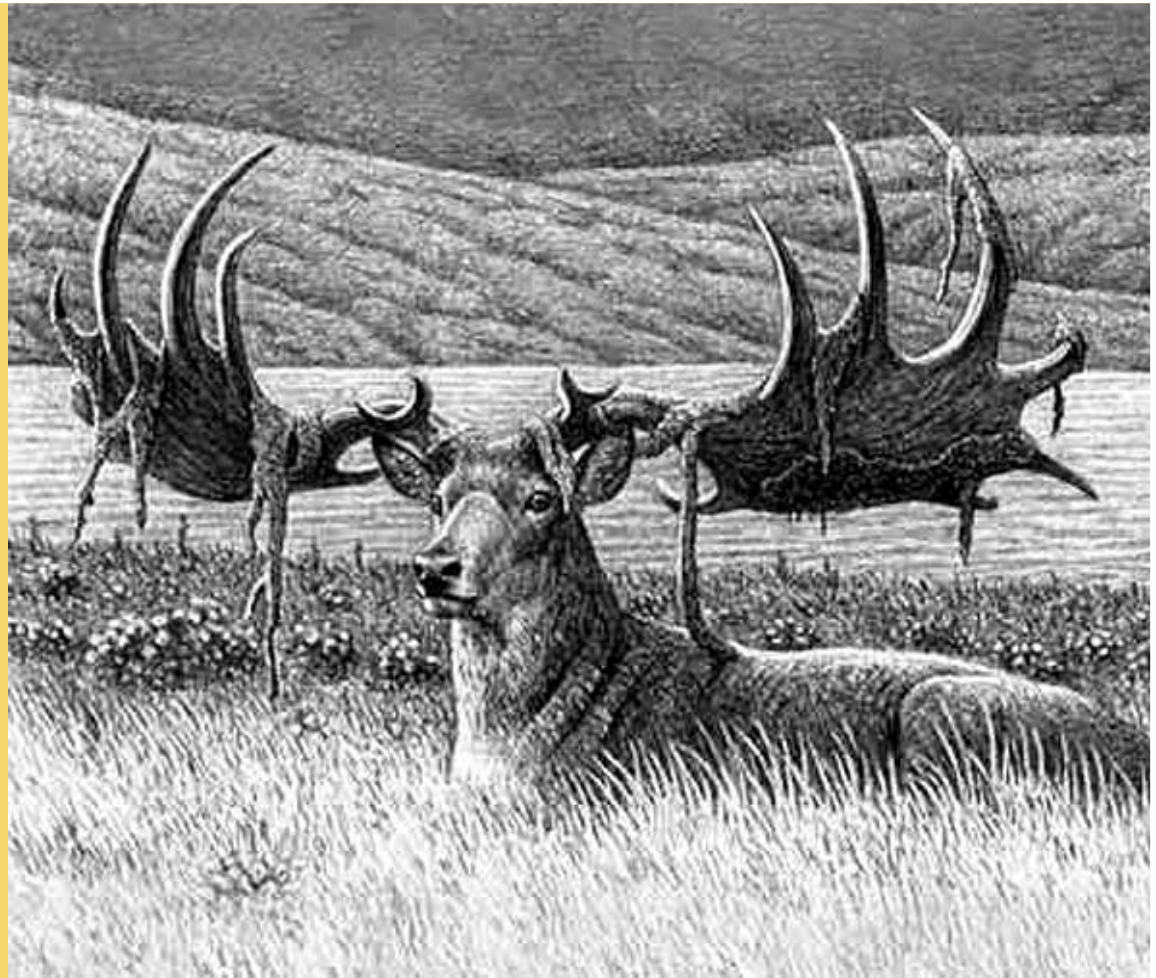


Inoltre, si osserva spesso che certi organi, come le zampe della Tipula o le antenne di certi Coleotteri, appaiono addirittura svantaggiosamente ingombranti!



In certe specie di Mammuth le zanne erano spropositate e assurdamamente ricurve.





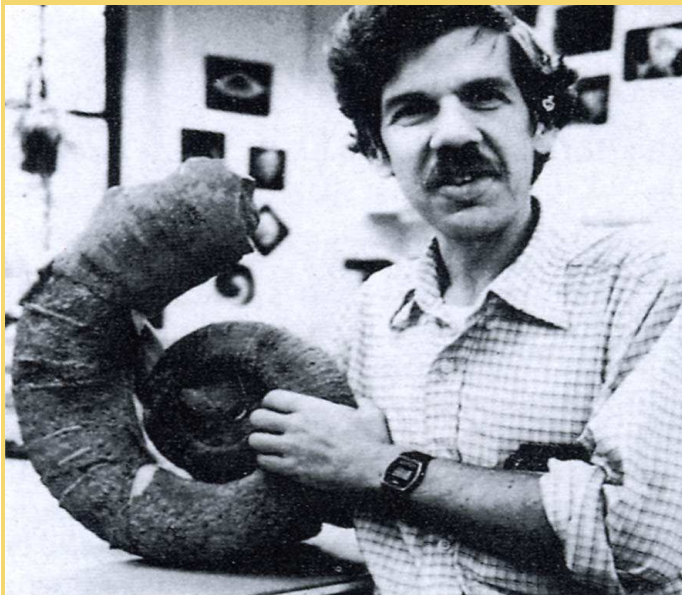
In tutti i Cervidi il palco cade ogni anno per poi ricrescere di nuovo. L'estinto Megaloceros poi aveva un palco di tre metri, pesante 200 Kg. Forse si è selezionato nella lotta per la conquista delle femmine? Ma che dire allora delle renne nelle quali anche le femmine sono dotate di palco caduco?

Alcuni riaggiustamenti della teoria

I paleontologi (Gould e Eldredge '72) con il modello degli “**Equilibri punteggiati**” hanno fatto osservare che

- le specie mediamente permangono invariate per tempi lunghissimi (5-10 milioni di anni)

- la speciazione avviene in un arco di tempo geologicamente quasi istantaneo (5-50 000 anni), dato che normalmente non si trovano le forme intermedie tra una specie e la sua discendente.



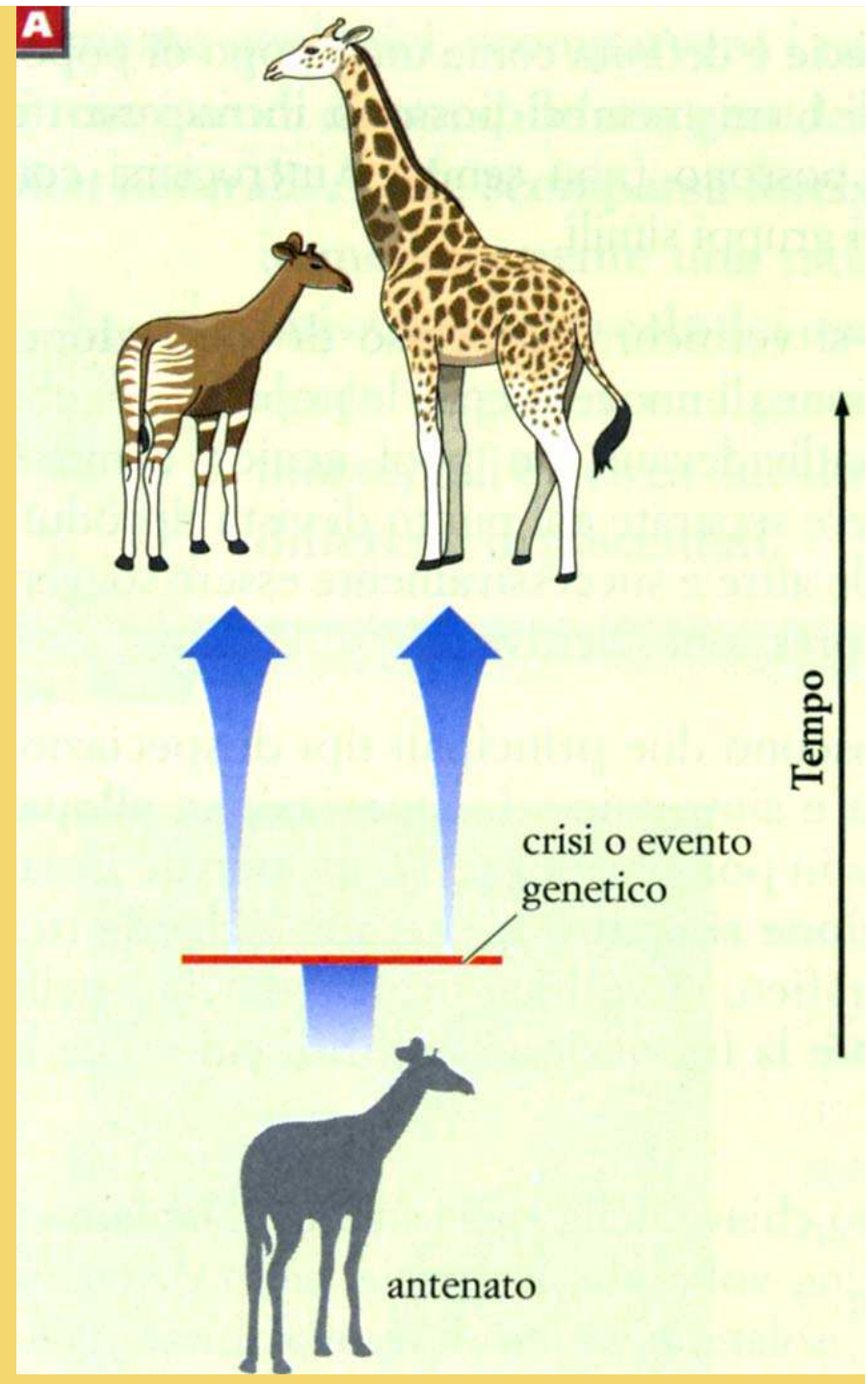
I pipistrelli al loro sorgere, 50 milioni di anni fa, si presentano identici a quelli attuali, anche con ecolocalizzazione:

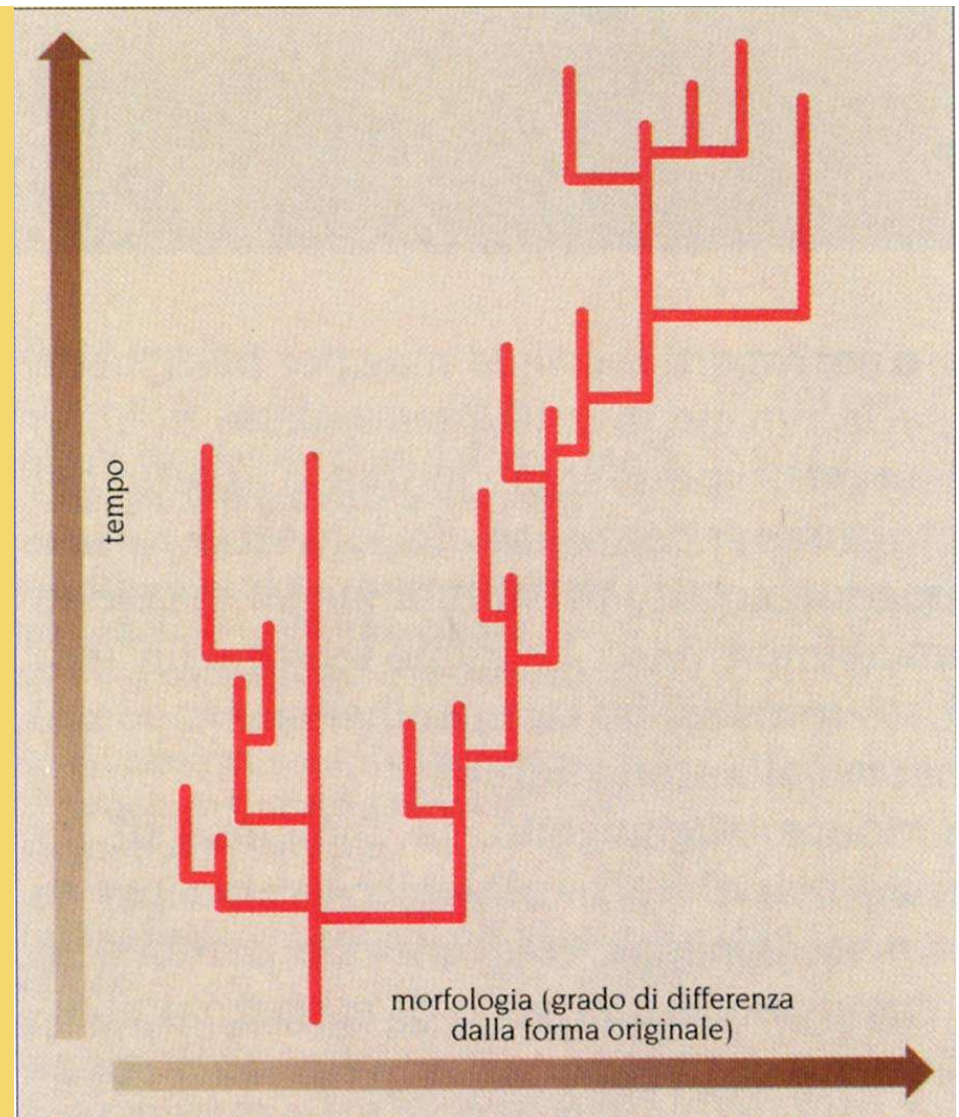
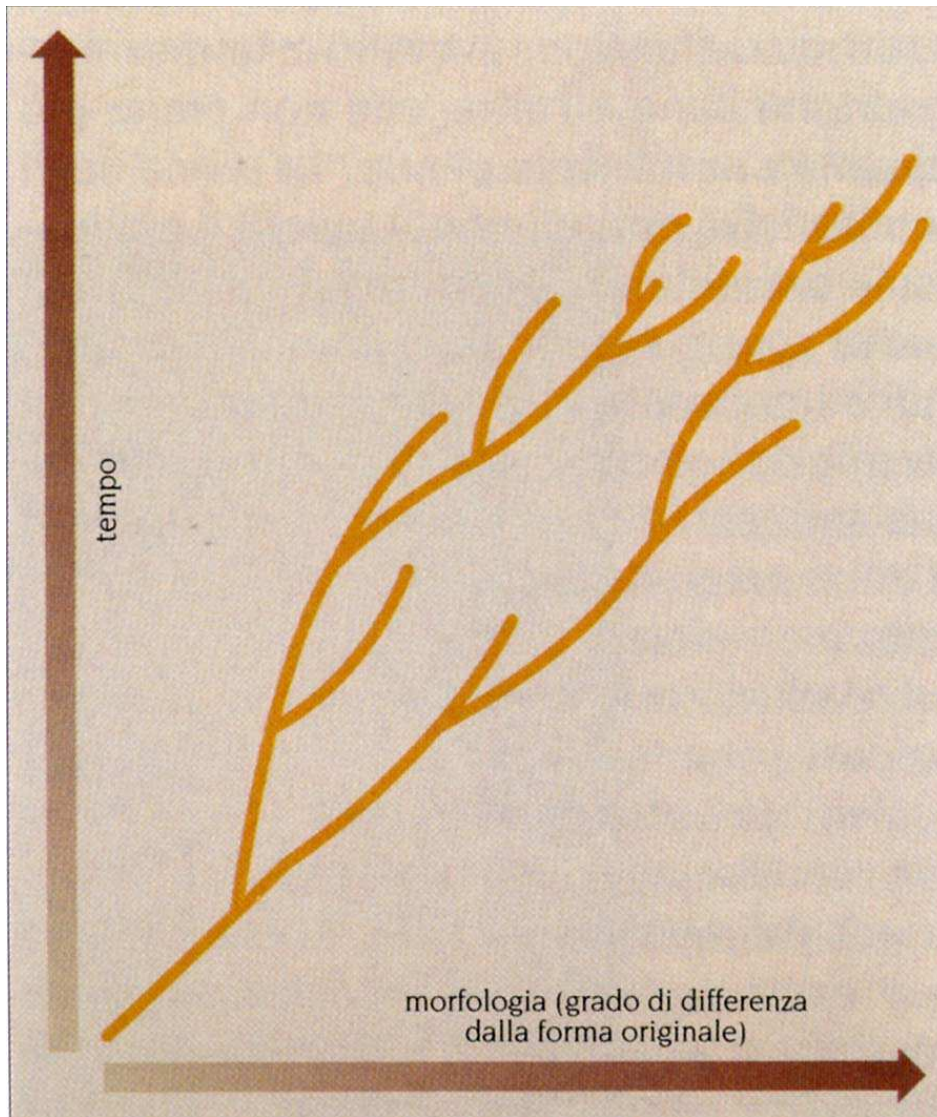
una origine rapidissima e avvolta nell'oscurità cui segue un tempo enorme senza innovazioni.



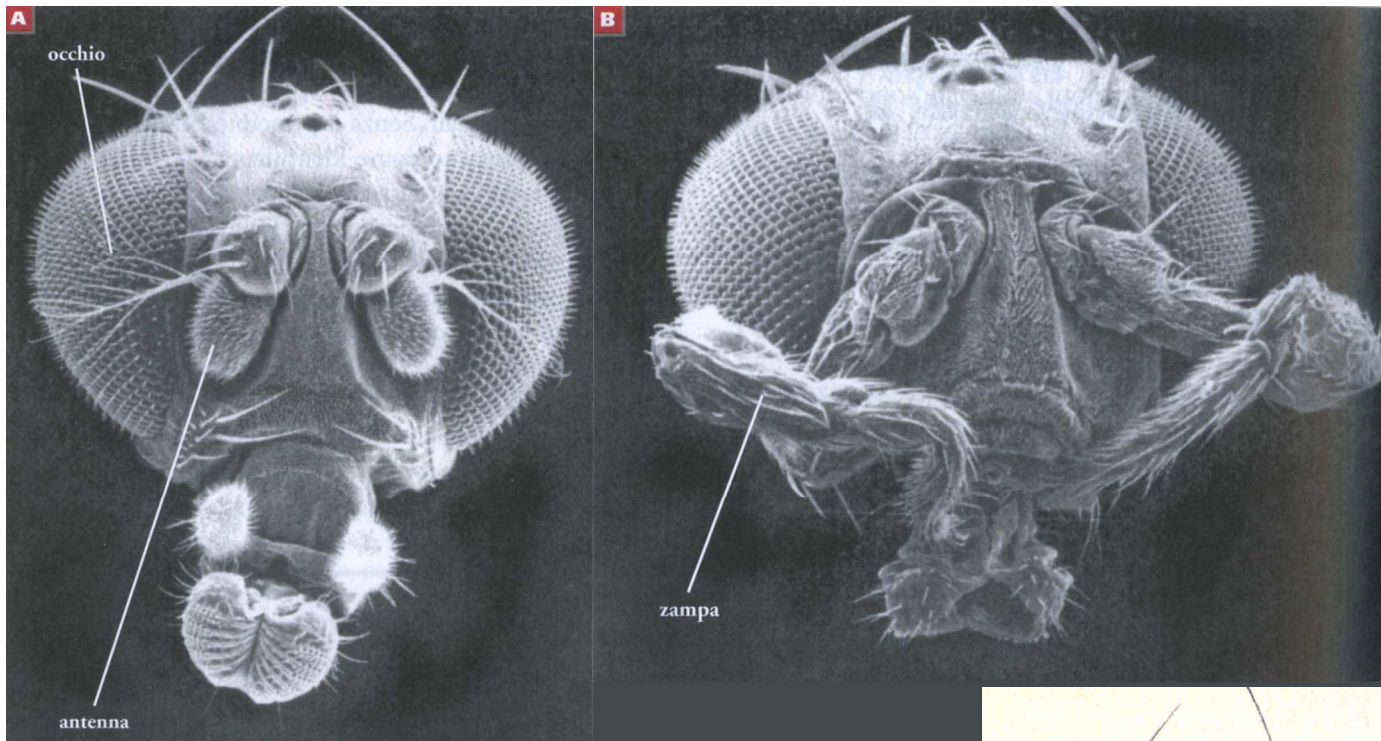
La speciazione sarebbe perciò un evento eccezionale: la specie è tendenzialmente stabile nell'arco dei milioni di anni.

Solo quando l'ambiente si modifica in modo drastico e su una vasta porzione di territorio certe specie scompaiono e certe altre compaiono successivamente ad esse (Vrba '85).

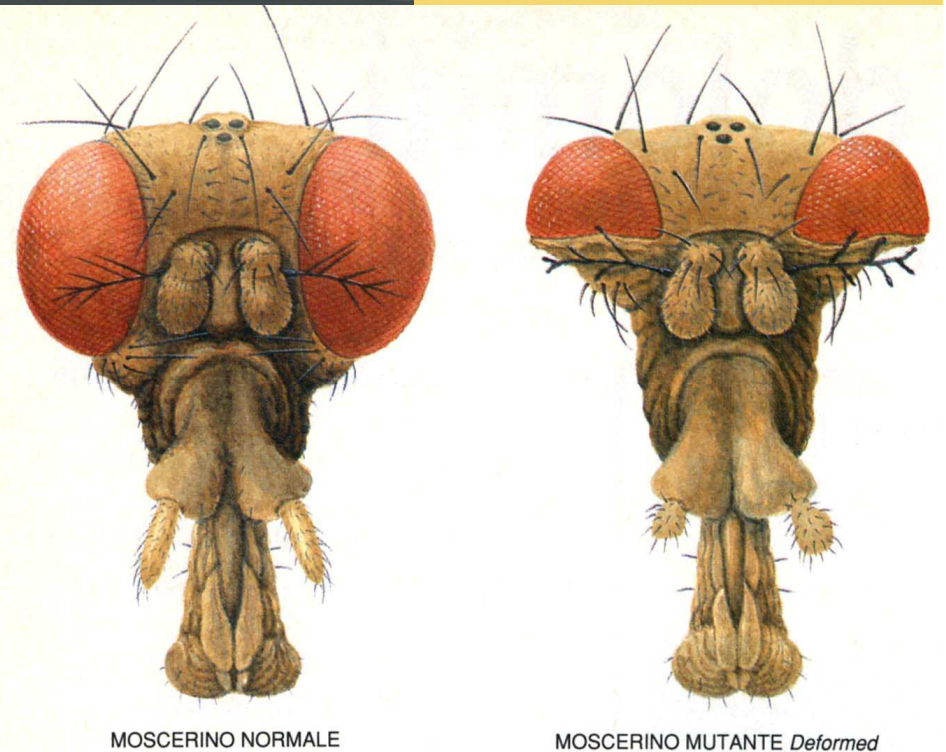




Così al classico modello gradualista oggi si tende a sostituire quello degli **equilibri punteggiati**.



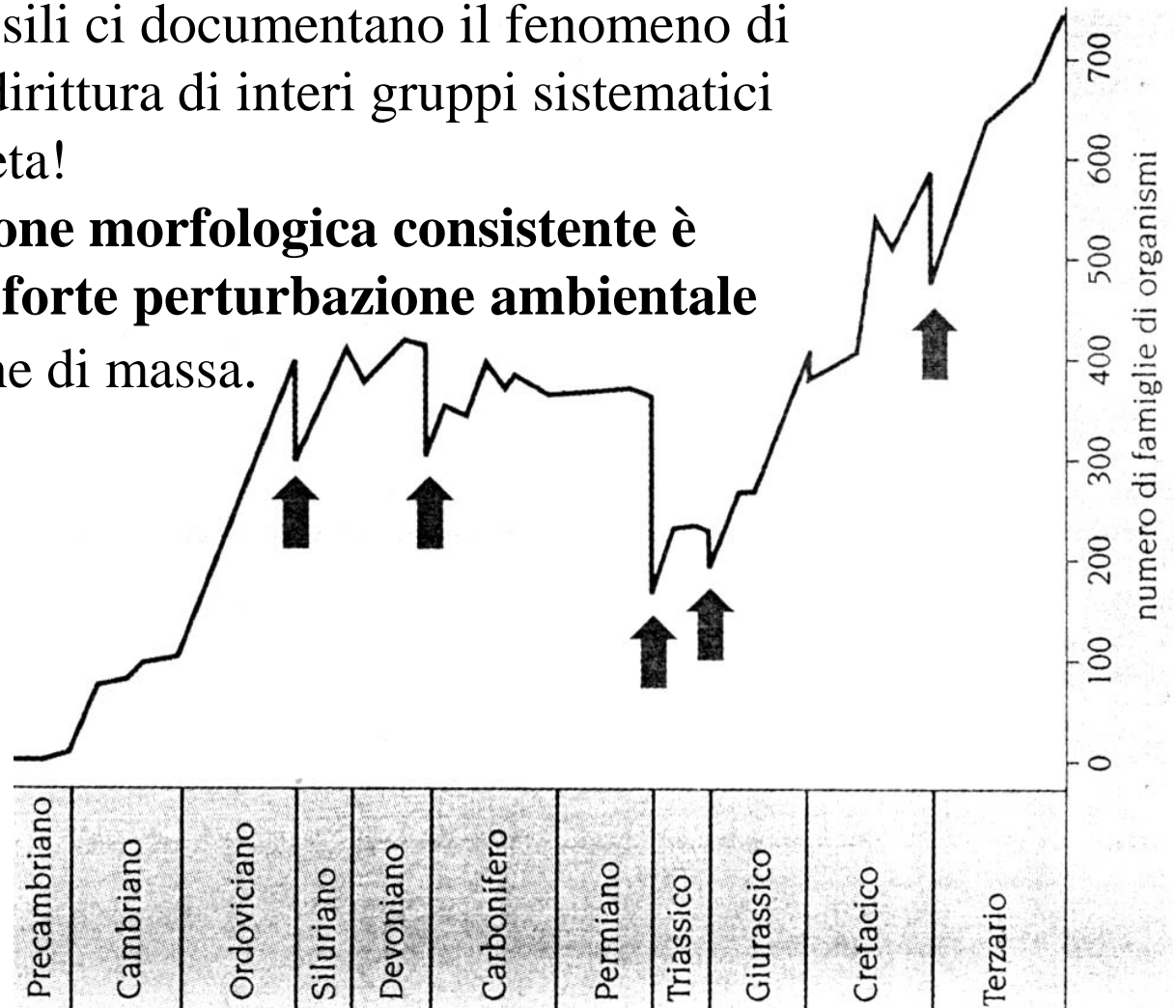
Le mutazioni sistemiche. Alcuni **geni sovrintendono alla formazione di interi organi del corpo**: una mutazione dei geni regolatori comporta improvvisi e radicali cambiamenti morfologici. Si può perciò immaginare un modello evolutivo a macromutazioni!



Estinzioni di massa e macroevoluzione: un altro riaggiustamento della teoria

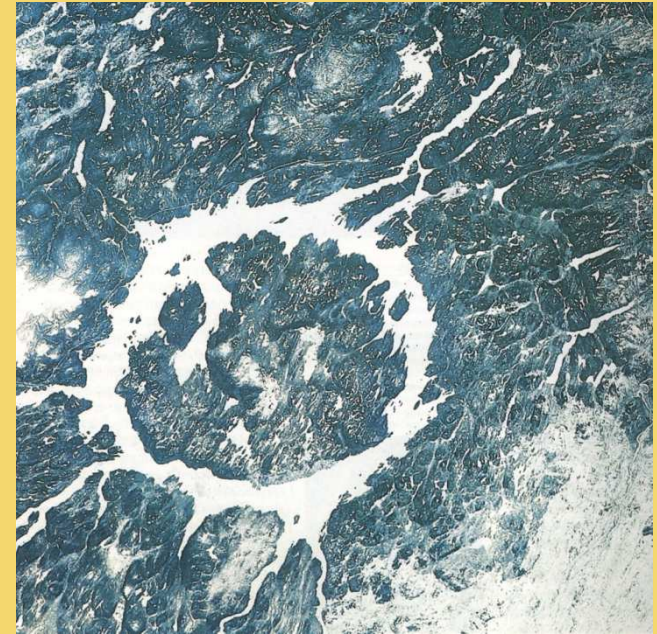
La teoria darwiniana prevede gradualisticamente un continuum di forme individuali che soccombono nel tempo geologico. Nella realtà i fossili ci documentano il fenomeno di estinzioni delle specie e addirittura di interi gruppi sistematici distribuite in maniera discreta!

Il sorgere di una innovazione morfologica consistente è sempre successivo ad una forte perturbazione ambientale e alla conseguente estinzione di massa.





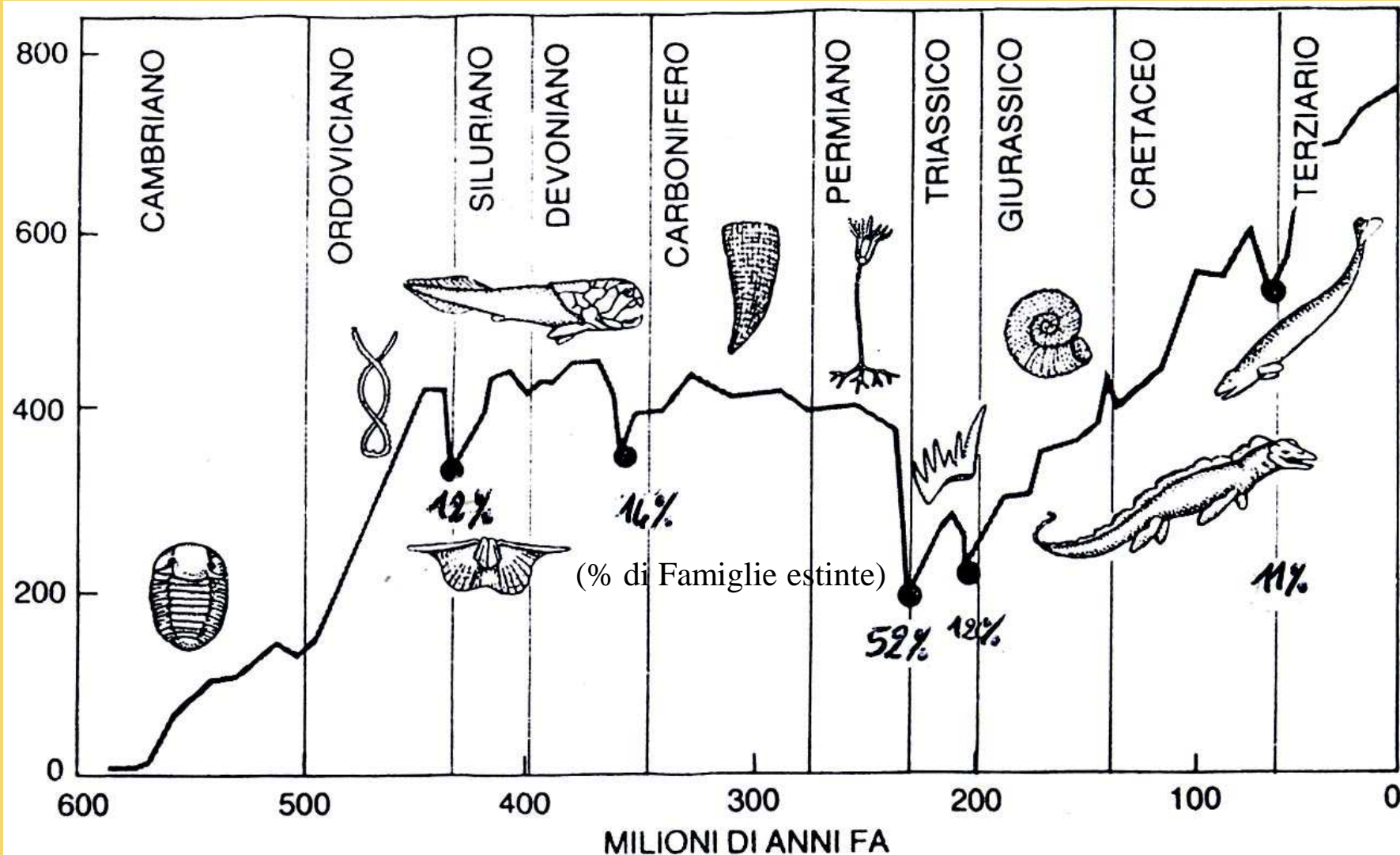
Impatti meteoritici di grande portata sono ormai chiaramente dimostrati per la storia del nostro pianeta.



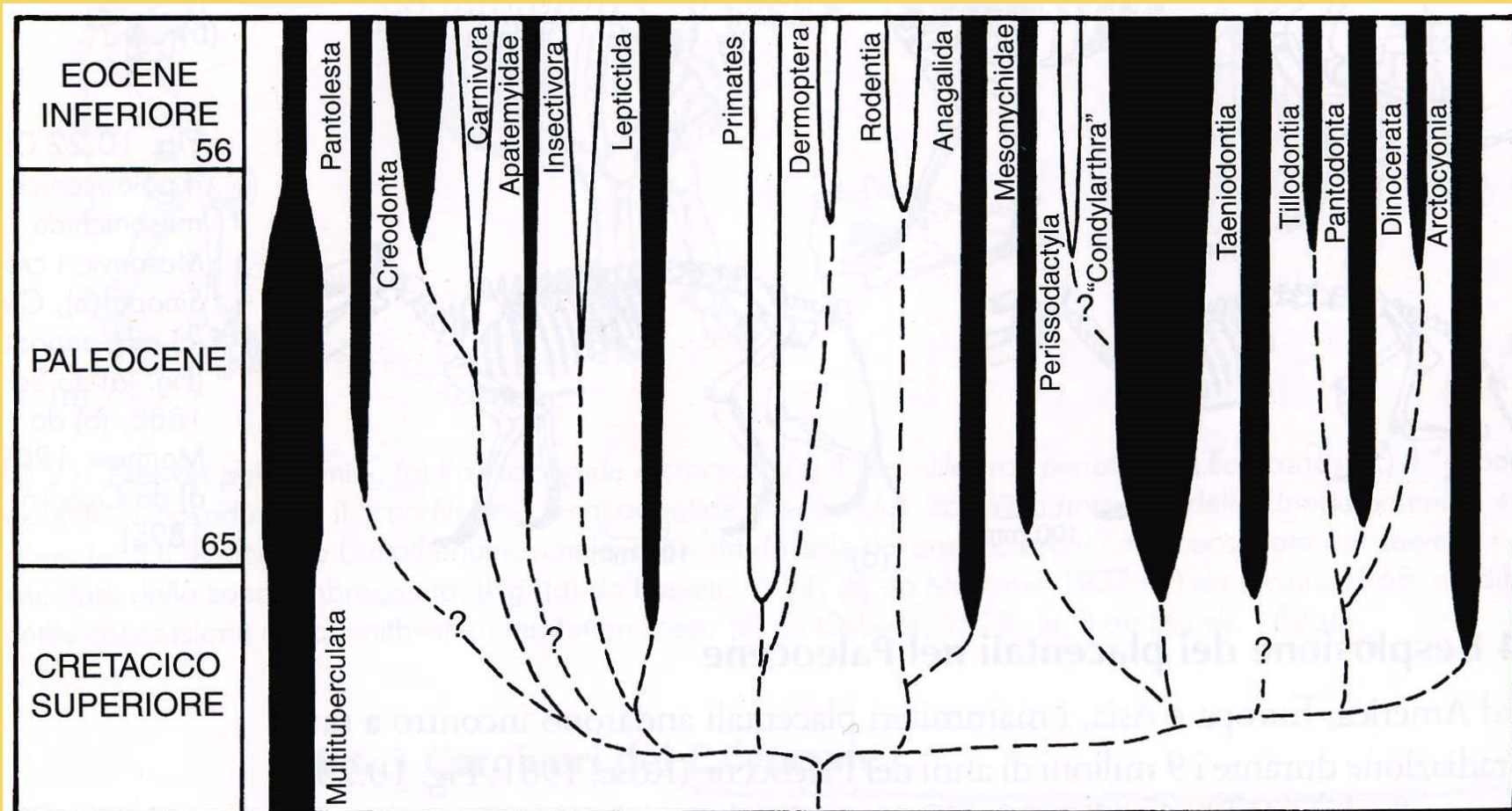
E' noto che "improvvisi" mutamenti climatici hanno determinato **cambiamenti nel livello delle acque, nel regime delle temperature e delle piogge**, con conseguenti "improvvisi" fenomeni di estinzione e speciazione.



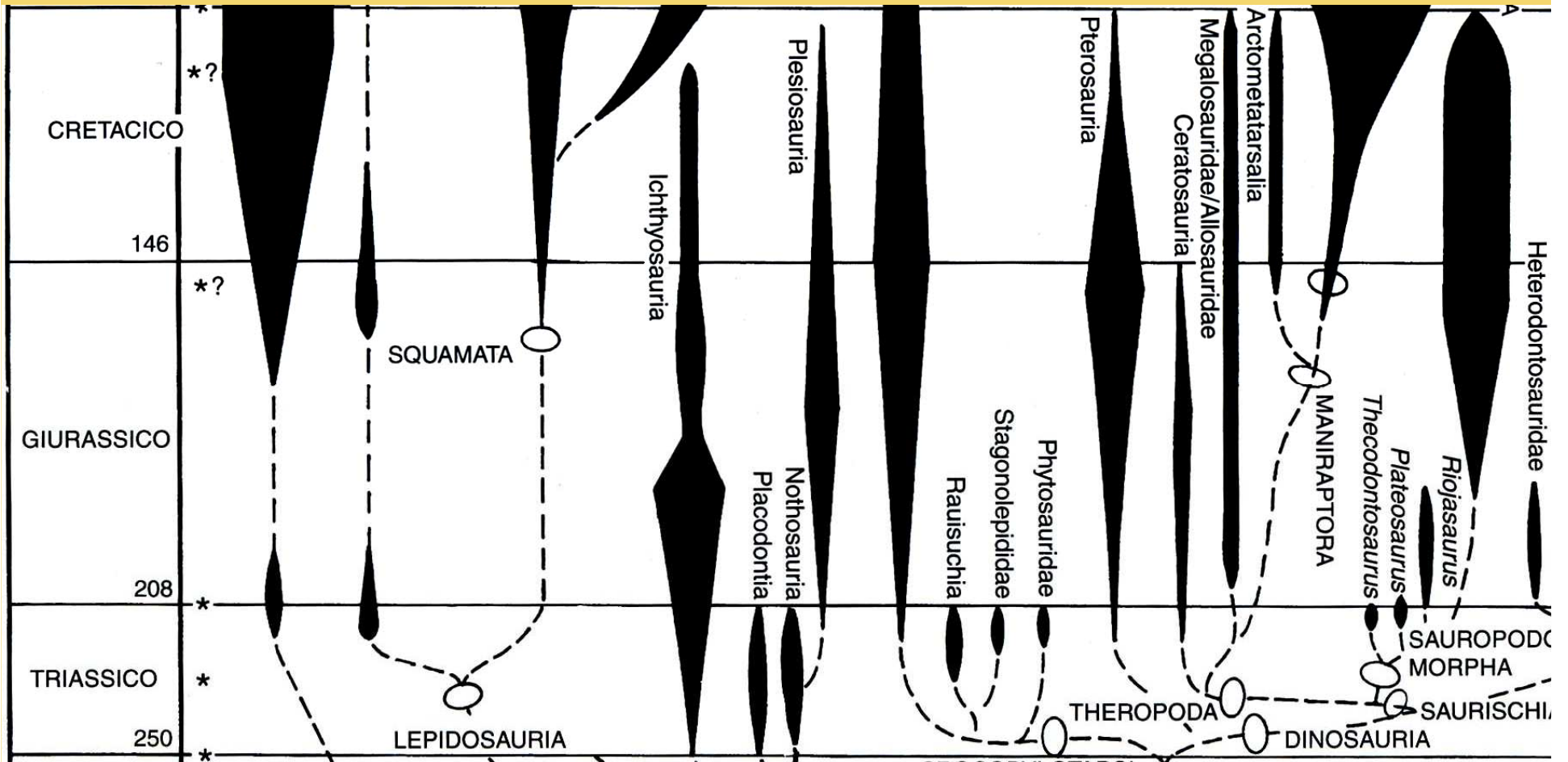
In alcuni casi si è avuta l'eliminazione di interi gruppi sistematici senza alcuna selezione naturale: i sopravvissuti sembrano essere tali per puro caso rispetto ai gruppi estinti (gli uni e gli altri non sono accomunati da caratteristiche di alcun tipo).

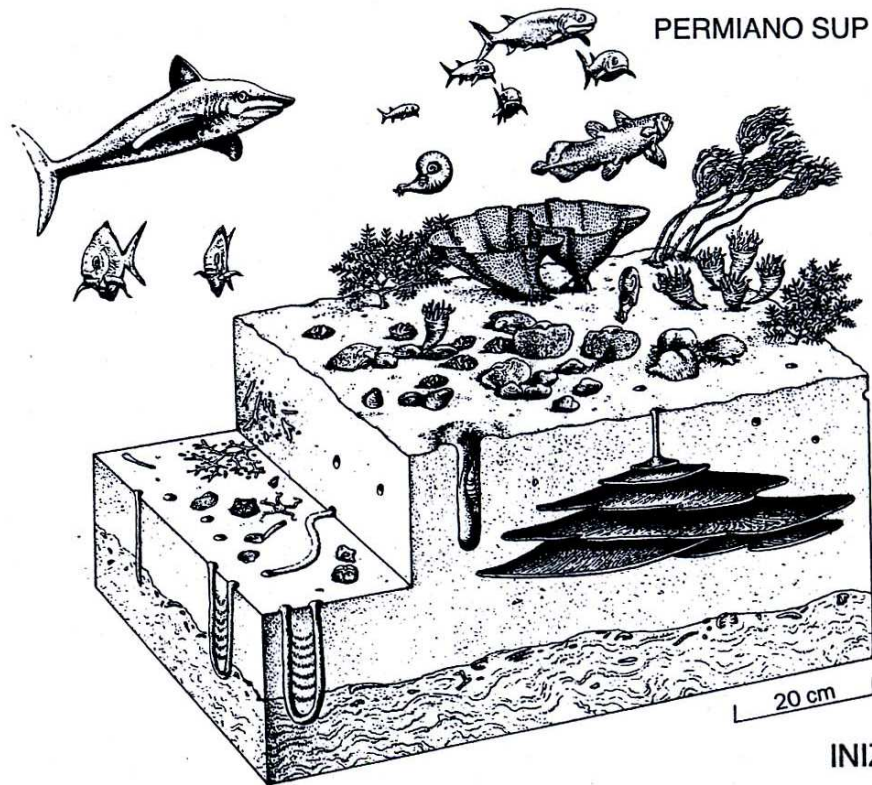


Ad ogni grande estinzione seguono “radiazioni” improvvise: un esempio è quello dei Mammiferi i quali per almeno 150 milioni di anni hanno convissuto con i Dinosauri senza sostanziali modifiche e solo dopo la loro estinzione sono “esplosi” con una quantità di Ordini differenti (diversi di essi nascono ben 10 milioni di anni dopo): il **fattore creatore di varietà evolutiva non è soltanto la competizione!**



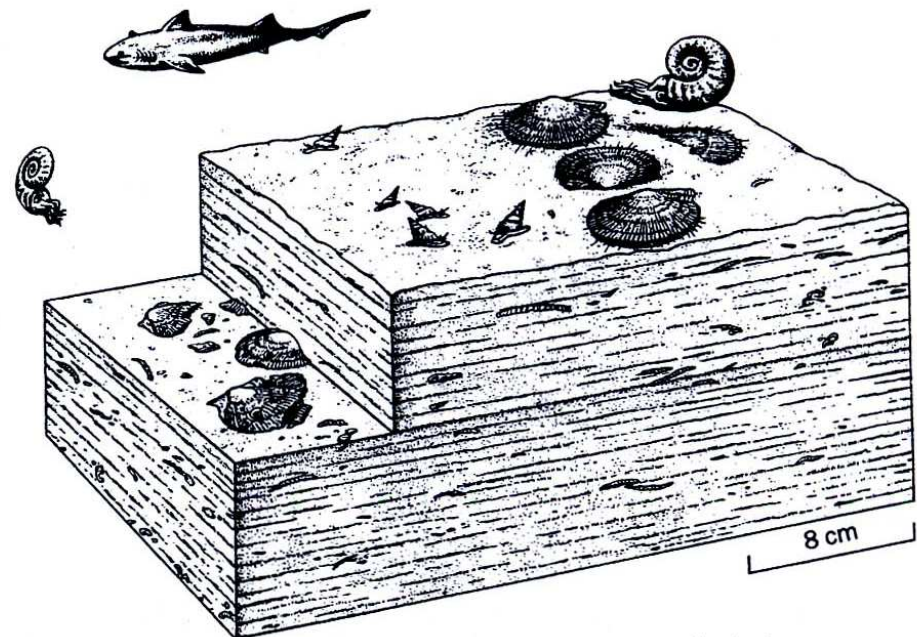
La più estesa di tutte le estinzioni (**scomparve il 95% delle specie**), fu quella tra Permiano e Triassico...





... che ha aperto la strada a un completo rinnovamento delle faune nell'era Mesozoica: **sortiranno i Dinosauri, i grandi Rettili marini e alati, ...**

INIZI DEL TRIASSICO



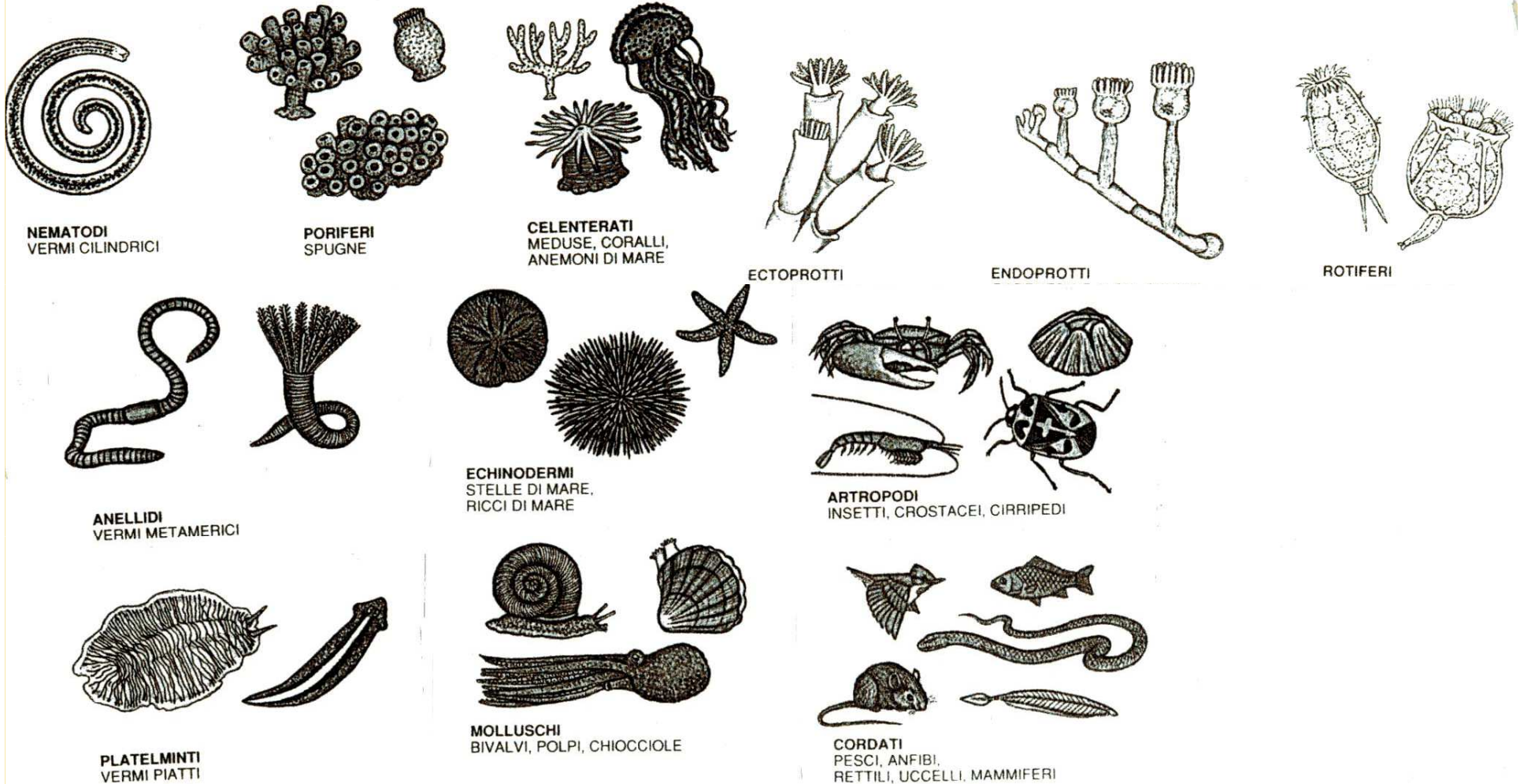
...e dai pochissimi Rettili
Terapsidi sopravvissuti, **i**
Mammiferi.

Queste osservazioni
evidenziano il ruolo
sostanziale delle
contingenze storiche
rispetto al determinismo
aleatorio della creazione
per selezione naturale

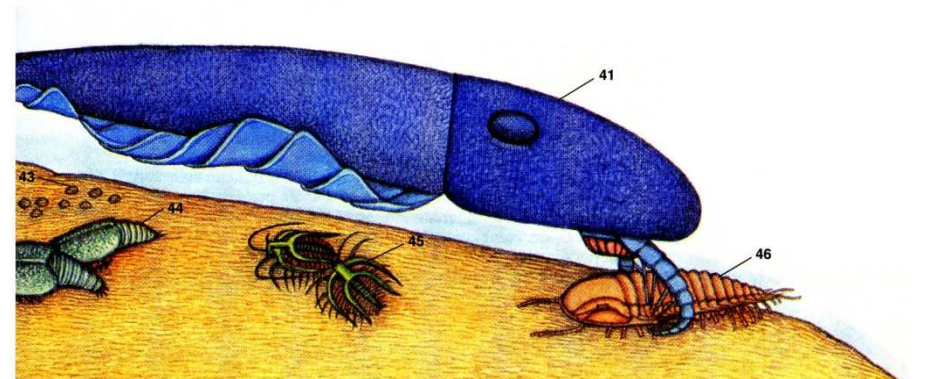
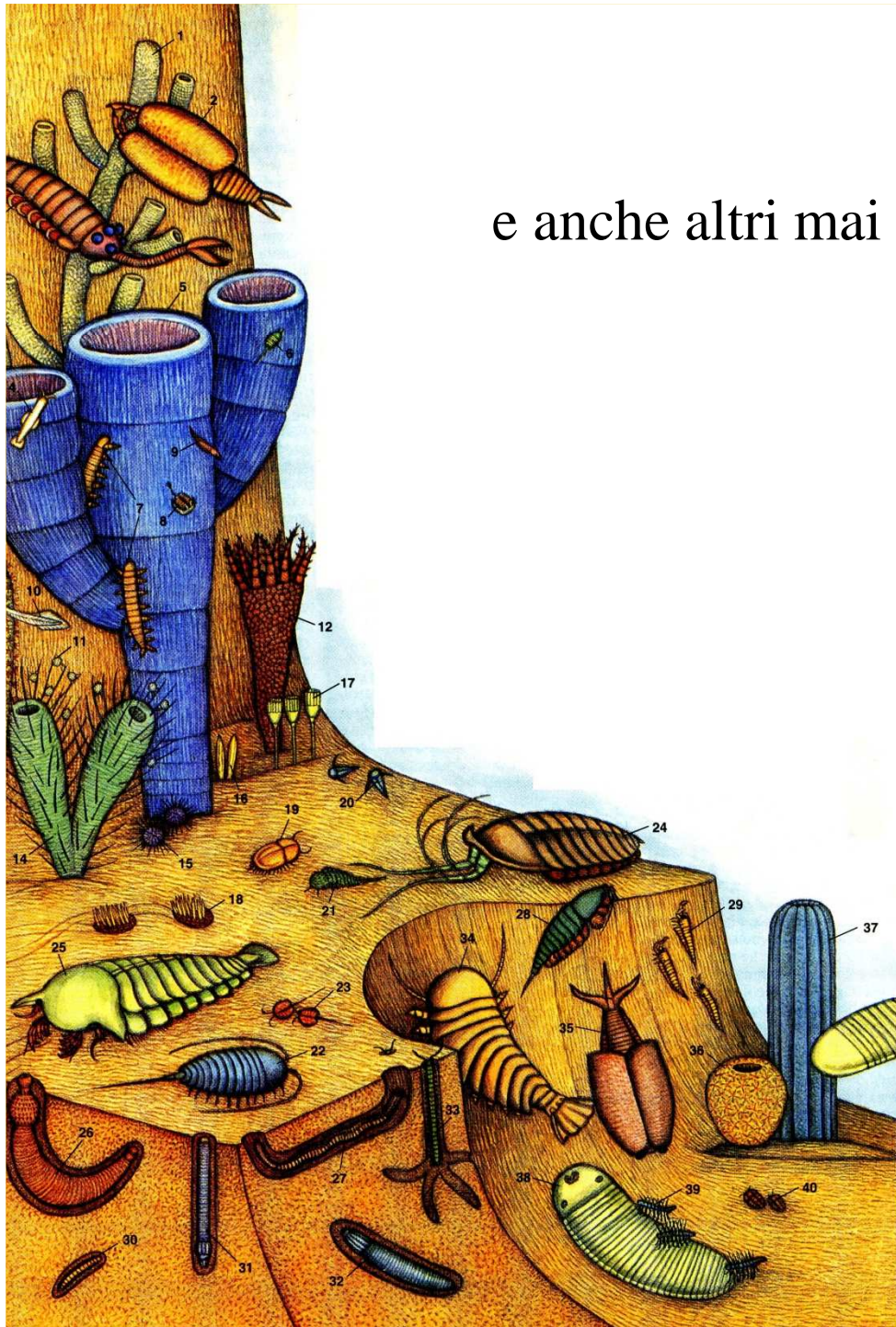
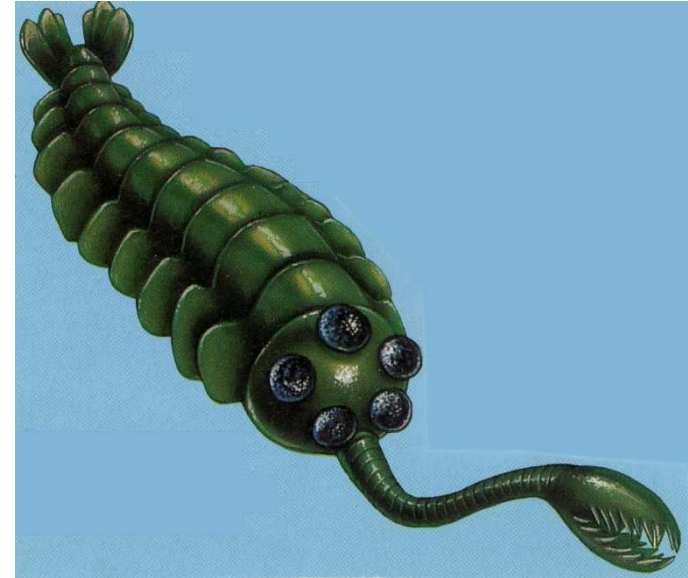


La “plasticità” del genoma e i vincoli storici.

Il modello più clamoroso di radiazione è certamente il primo, quando a partire da pochissime specie, per lo più monocellulari, **535 milioni di anni fa con la fauna di Burgess** compaiono di colpo gli **Animali di tutti i Phyla** oggi conosciuti



e anche altri mai più visti!

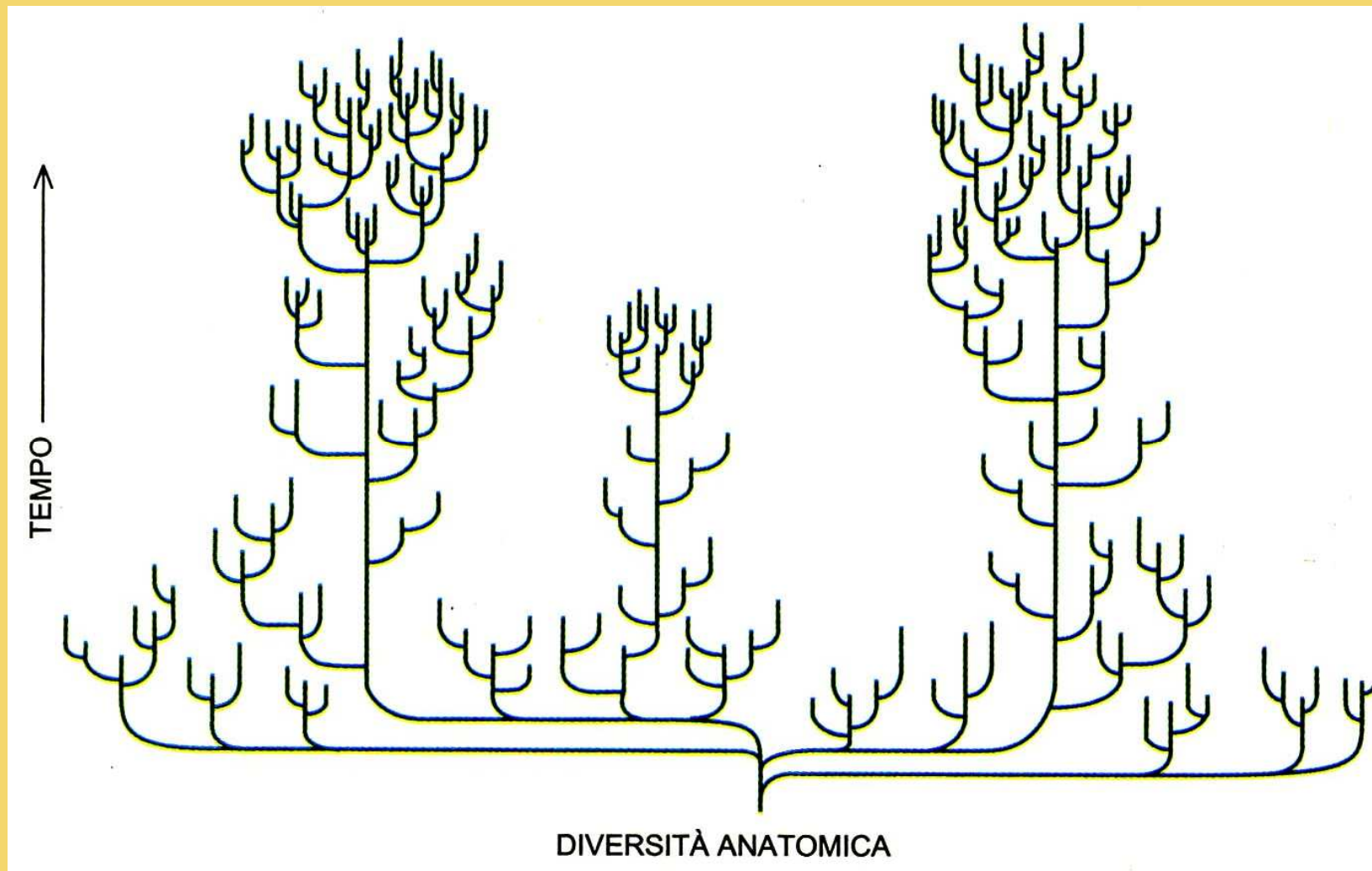


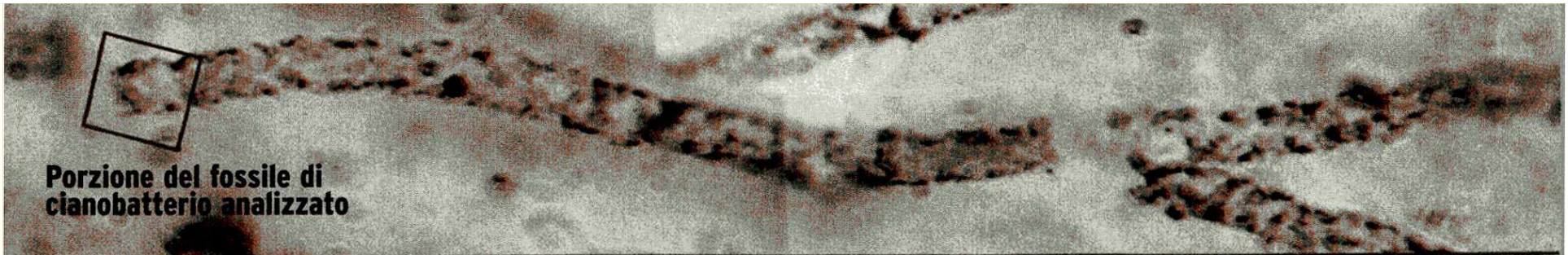
Tra i phyla comparsi in questa primordiale radiazione c'è persino quello dei **Cordati**, da cui è disceso l'uomo.



Considerando questa fauna Gould ha postulato l'esistenza di **una plasticità genetica poi progressivamente declinata**.

Il modello evolutivo prende perciò una forma inspiegabile in termini tradizionali: **agli inizi la capacità creativa del mondo biologico era altissima, in seguito essa si è ridotta in estensione ma è proseguita nel generare varietà a partire dalle strutture morfologiche sopravvissute.**

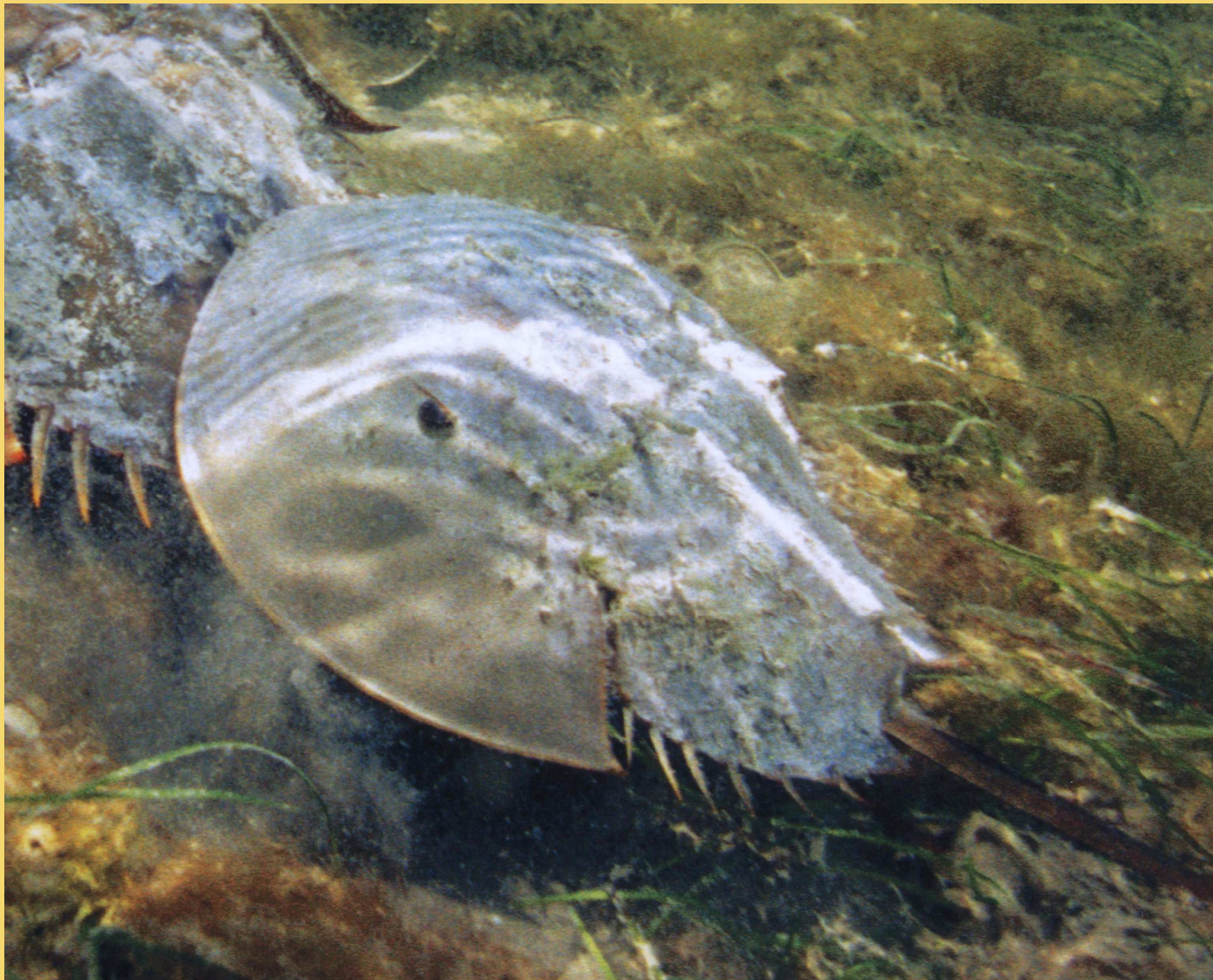




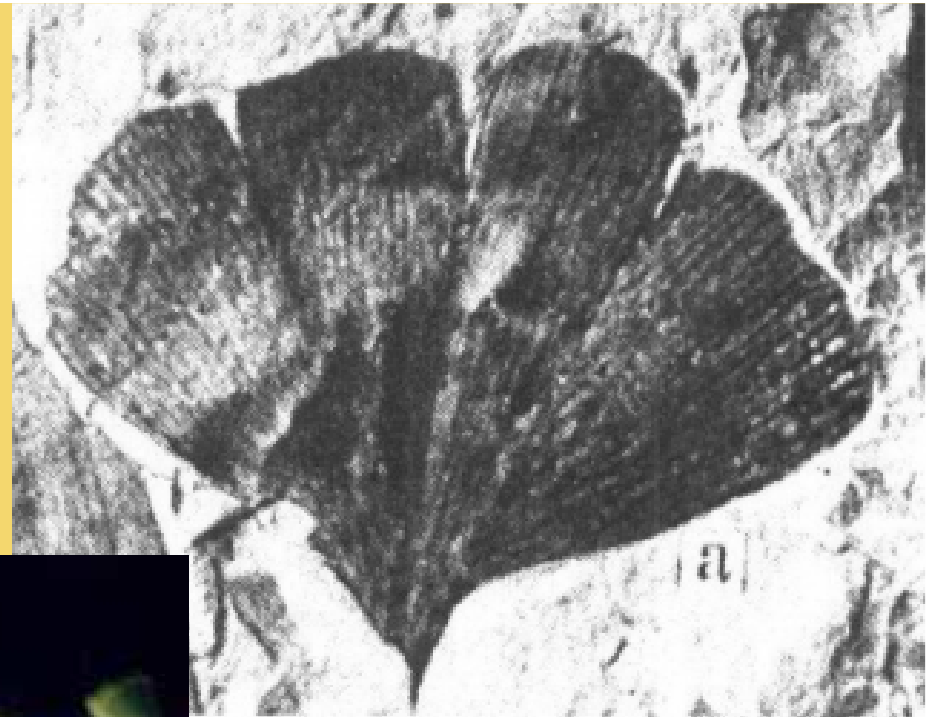
Anche al netto delle perturbazioni ambientali, l'evoluzione procede a velocità molto diverse nelle diverse specie (è il fenomeno dell'**eterocronia**): le formazioni a **cianobatteri** che oggi si trovano nella **Shark Bay in Australia** sono costituite da organismi identici a quelli che costituiscono i fossili unicellulari più antichi del pianeta 3,5 miliardi di anni fa.



Alcune specie risultano immutate da tempi straordinariamente remoti (i cosiddetti fossili viventi) come il **Limulus** dell'era Paleozoica ...



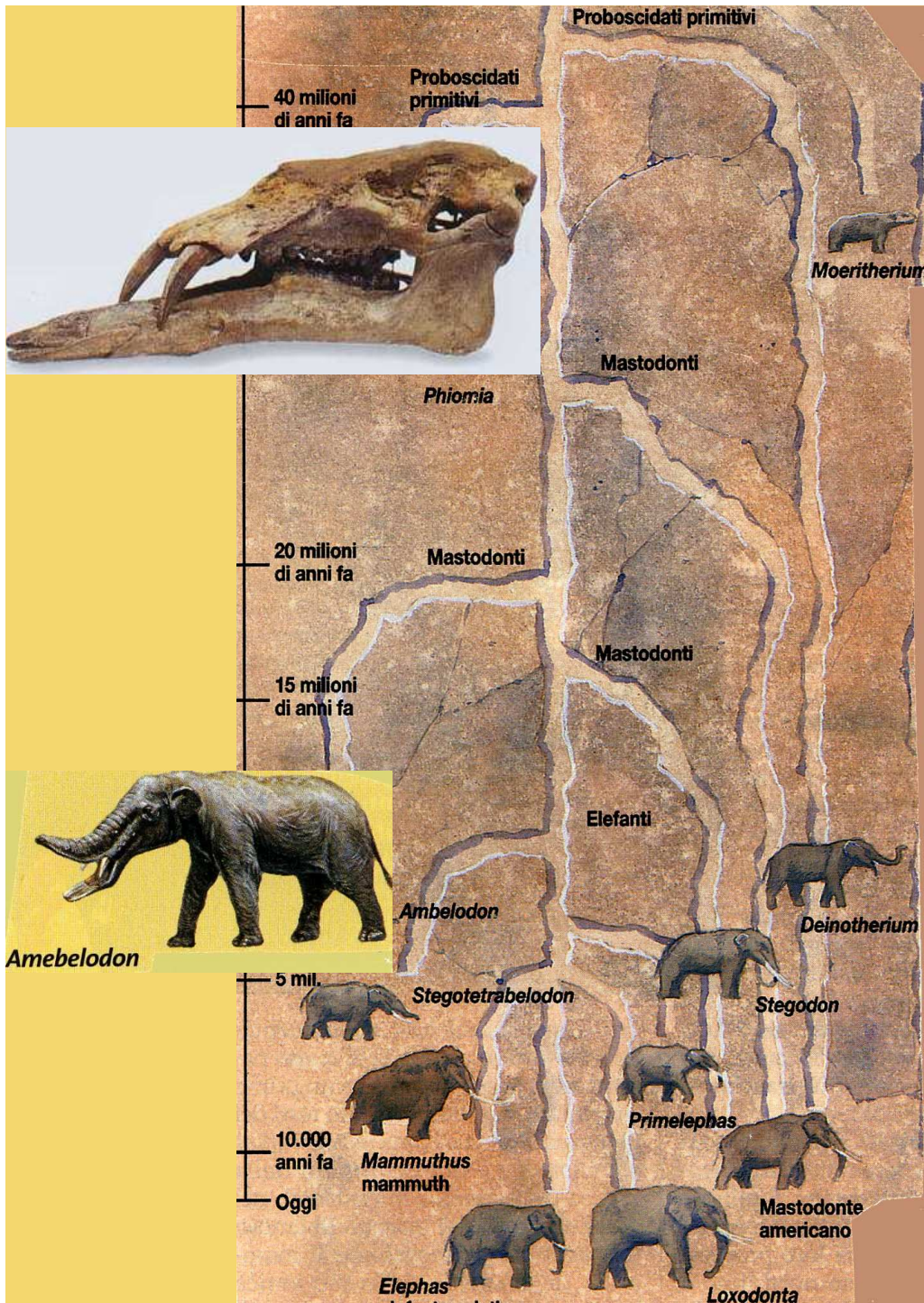
... o la Gynkgo dell'era
Mesozoica? **Perché certi genomi
sono immutabili** e altri no?





**I progenitori delle
Balene di 50 milioni di
anni fa erano
marcatamente differenti
da quelle attuali**



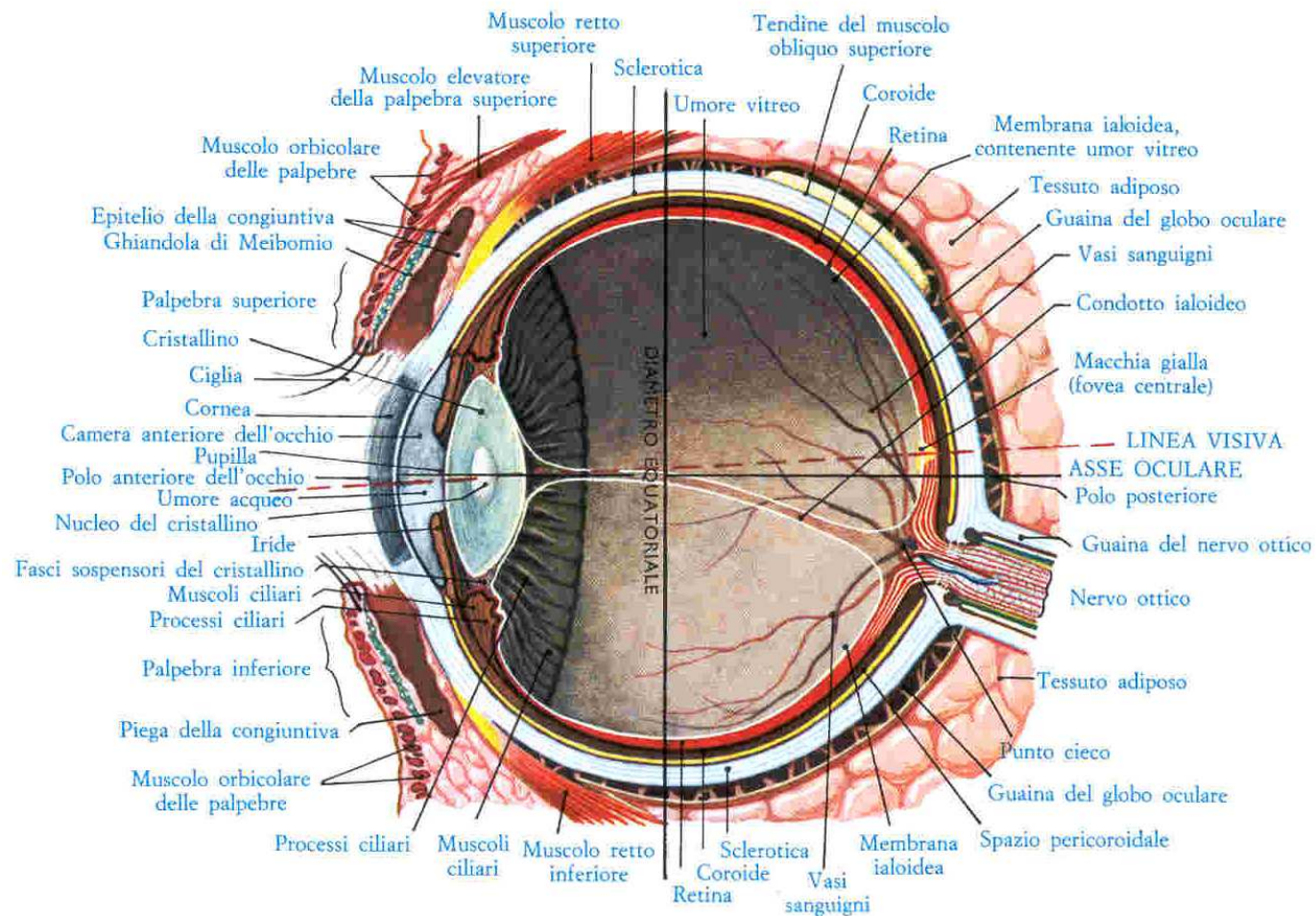


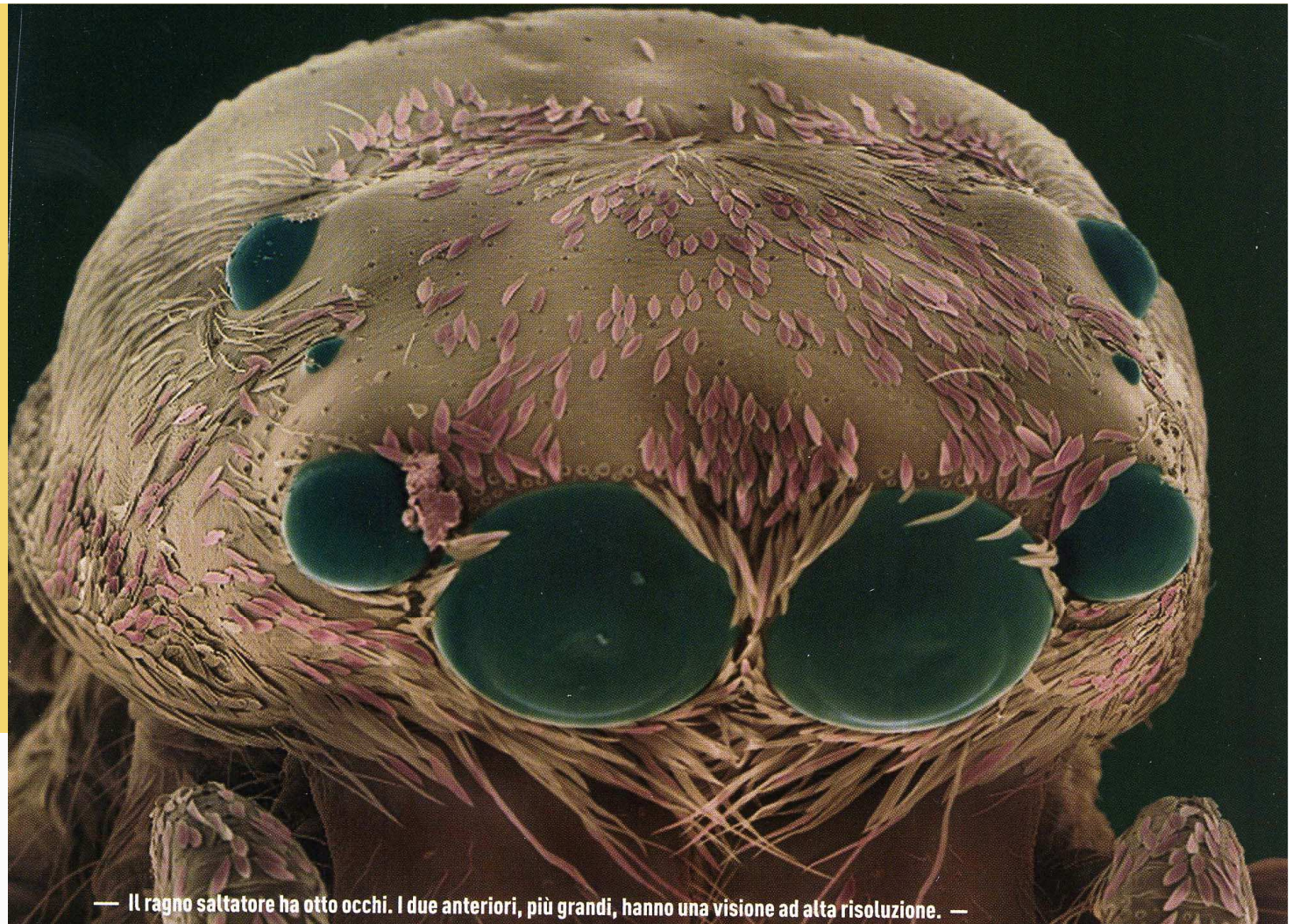
Al contrario, i Roditori che costituiscono ben il 40% di tutti i Mammiferi, nello stesso arco di tempo sono rimasti praticamente identici ai loro progenitori!



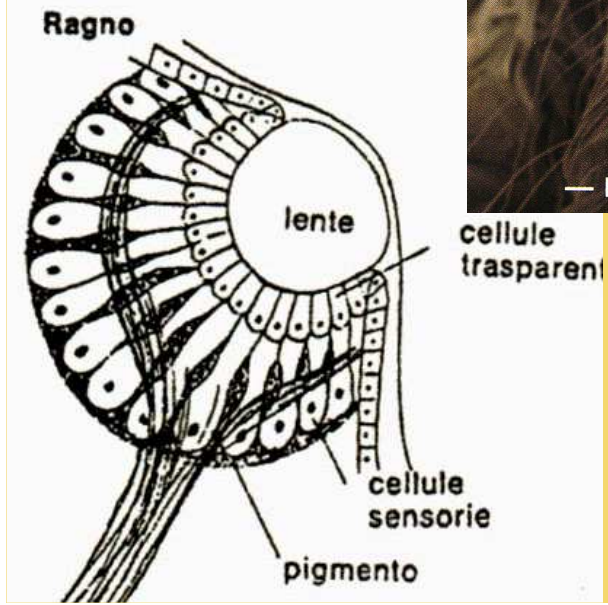
Il problema della formazione di strutture ad alta complessità: l'esempio dell'occhio

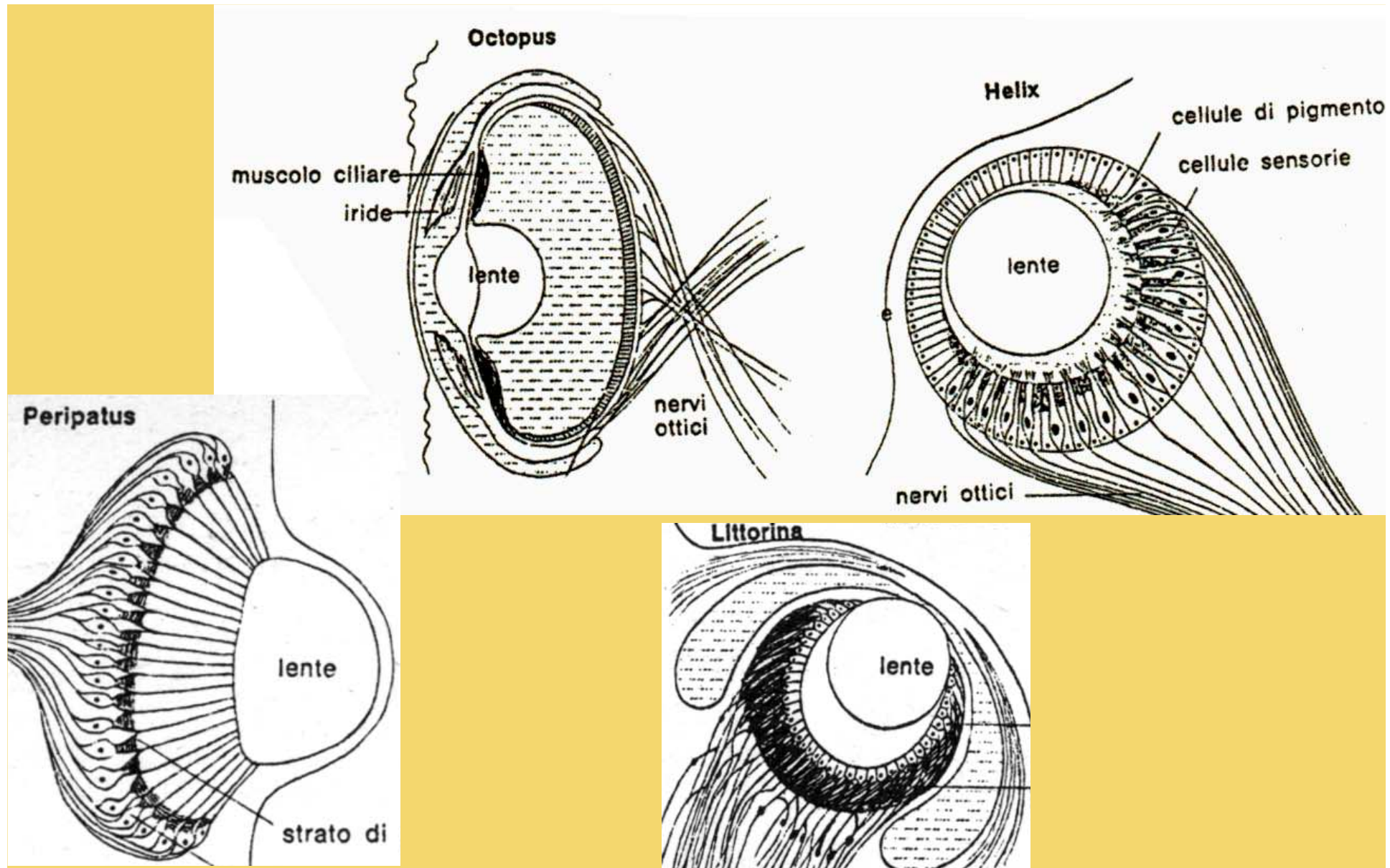
La sua complessità aveva disorientato lo stesso Darwin



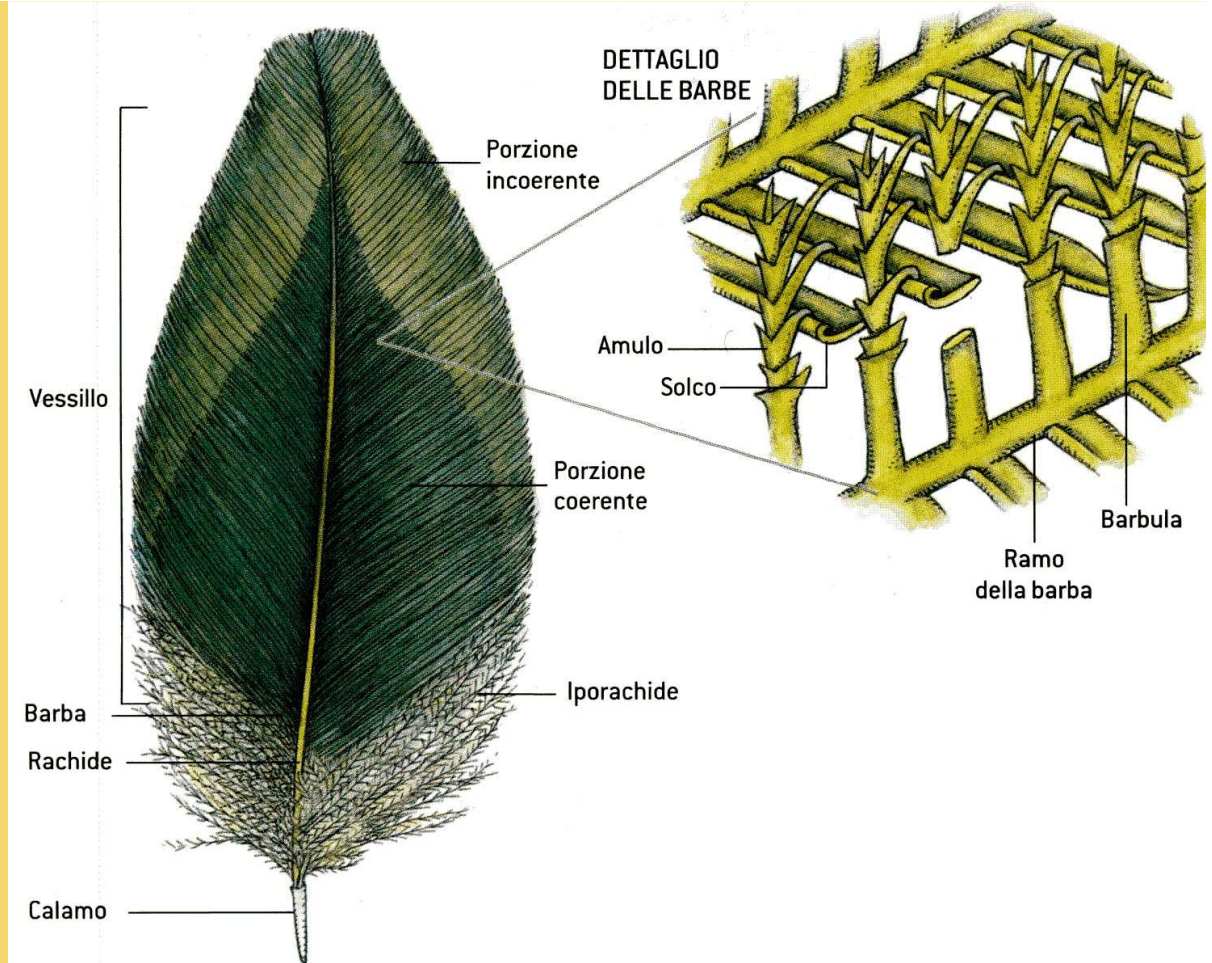
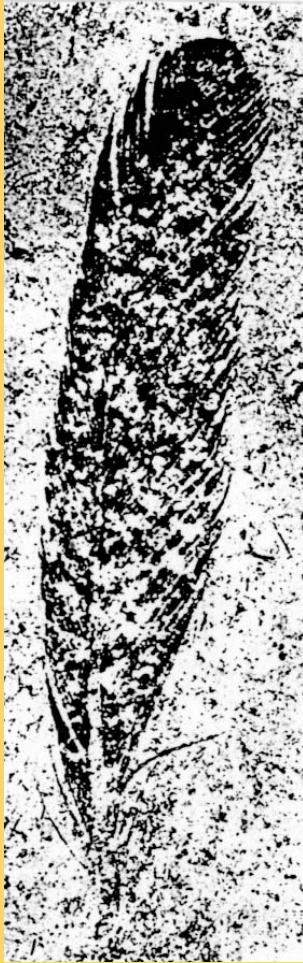


— Il ragno saltatore ha otto occhi. I due anteriori, più grandi, hanno una visione ad alta risoluzione. —





L'occhio con la struttura del nostro si è evoluto **più volte in linee filogeneticamente diverse!** Mutazioni casuali e selezione?



Altri esempi di evoluzione ripetuta: 150 milioni di anni fa con *Archeopteryx* abbiamo la prima penna, già asimmetrica, dotata di perfetta coaptazione tra barbule, identiche a quelle degli uccelli attuali.



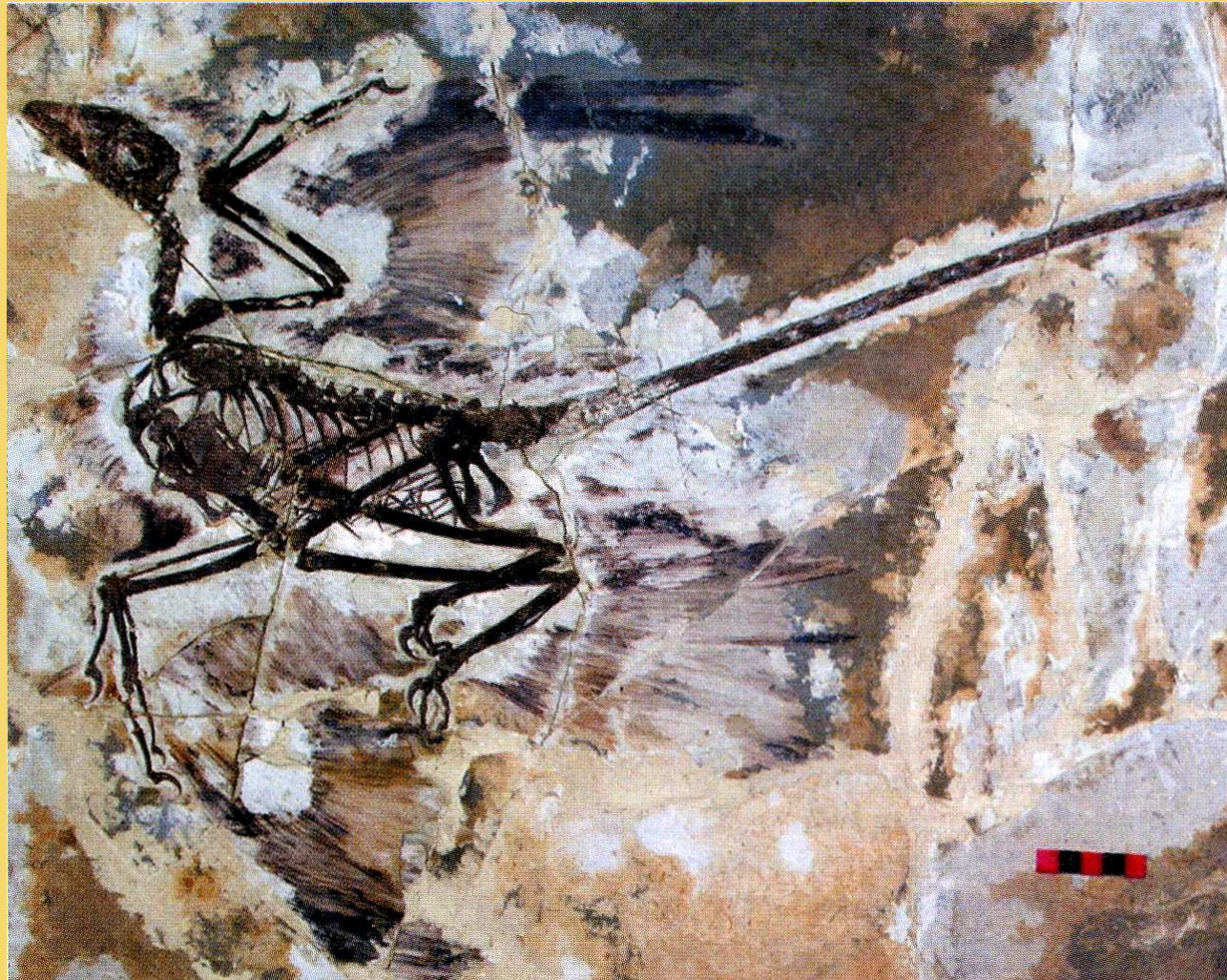
Ma Archeopteryx si estingue senza discendenza conosciuta.

125 milioni di anni fa le penne però **vengono** “**reinventate**” dando inizio alla linea evolutiva degli uccelli.



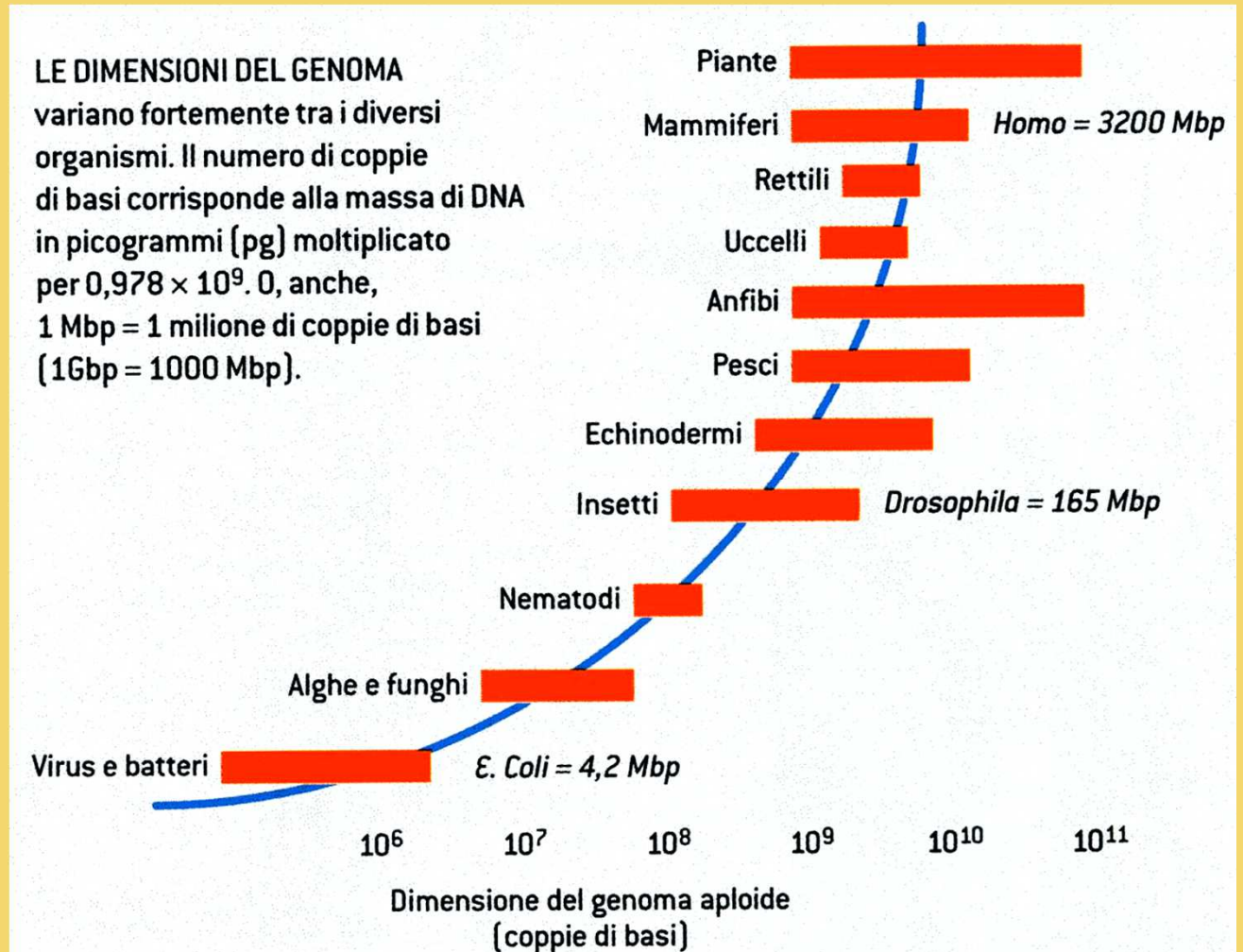
Negli stessi strati anche **numerosi Dinosauri erano dotati di penne, che avevano sviluppato attraverso una via evolutiva indipendente!**

Microraptor le aveva su tutti e quattro gli arti!



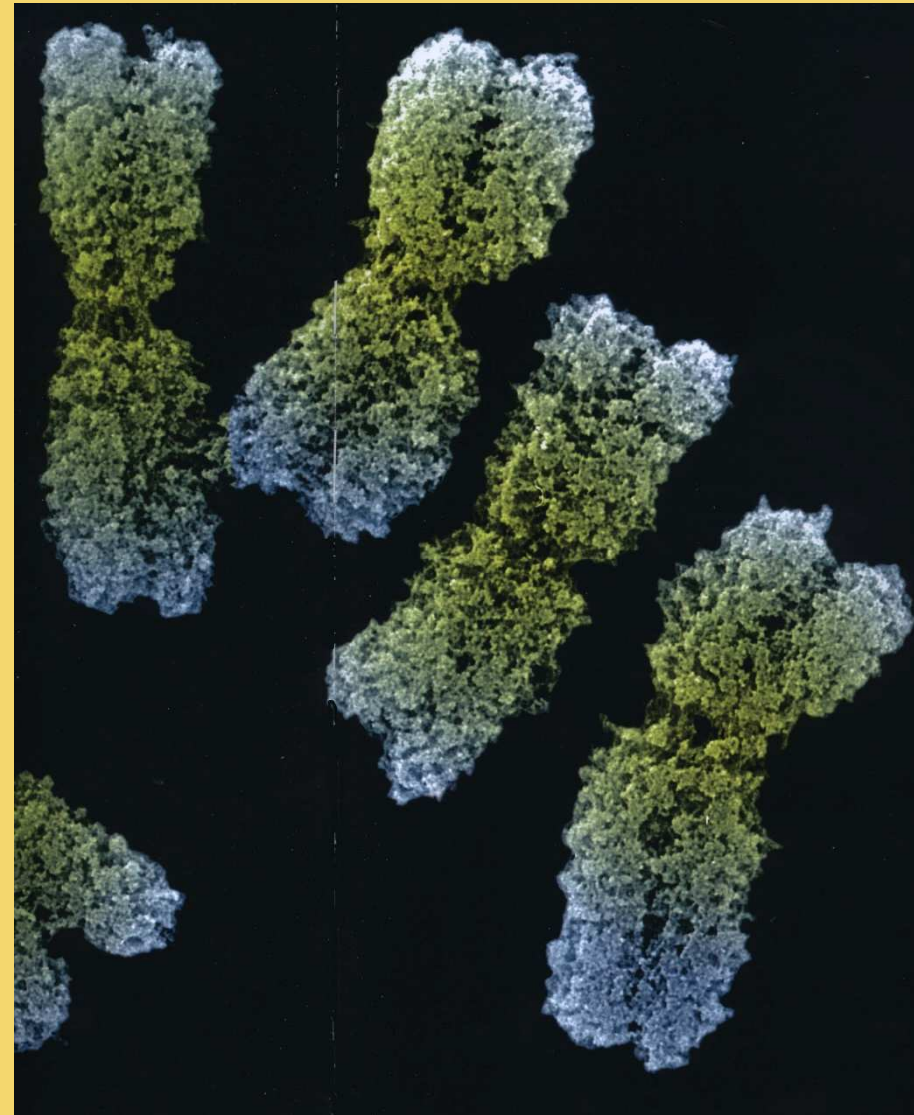
La complessità: una questione di dimensione del genoma?

Plausibilmente in passato è stato ipotizzato che a maggior complessità corrispondesse una maggiore quantità di DNA: invece **neppure la quantità di DNA** segue una progressione paragonabile a quella evolutiva

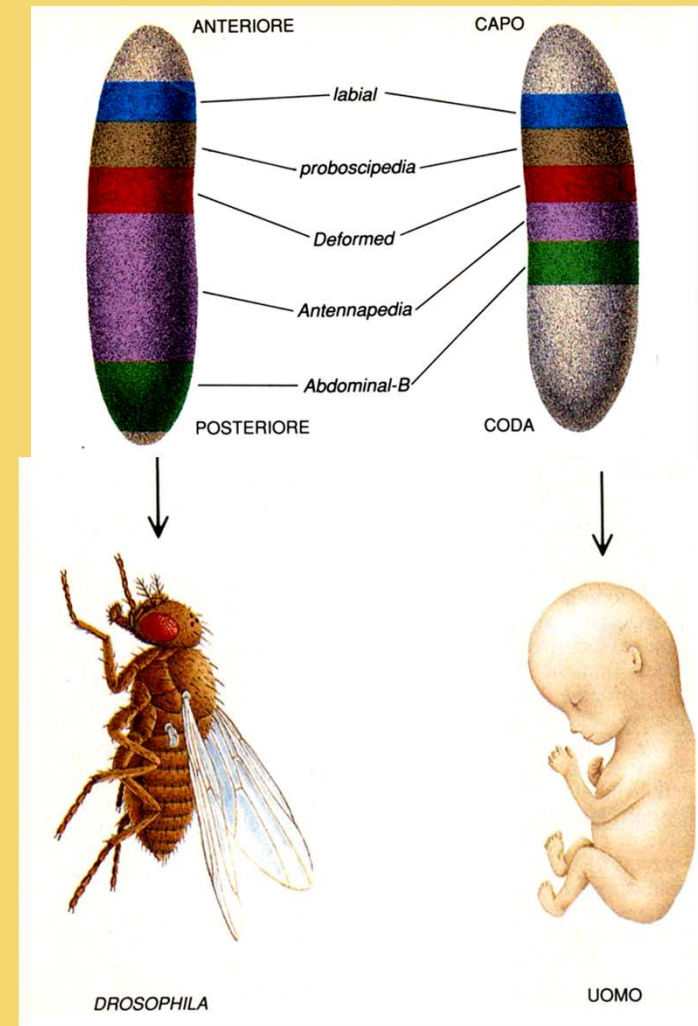


La domanda cruciale legato alla complessità: cosa determina la forma?

Certamente i geni **regolatori** attivi nel determinare la posizione delle appendici nella *Drosophila* determinano i geni **strutturali**. Ma devono esserci dei geni di livello gerarchico ancora superiore (Gould) che dirigono i geni regolatori. O forse il DNA non è tutto...



Uno dei risultati più straordinari della biologia molecolare è la dimostrazione che **il meccanismo che presiede alla costruzione delle diverse parti di un organismo è conservata in organismi diversissimi tra loro come un insetto, un verme, un topo e l'uomo.** La famiglia dei geni *hox* è praticamente la stessa in tutti gli animali (cambia solo il numero) sebbene la differenziazione della linea filogenetica degli animali risalga almeno al periodo Cambriano. Lo stesso kit di geni quindi è usato per istruire lo sviluppo di organi e strutture profondamente diversi. Evidentemente è il "come, il dove e il quando" questi geni vengono usati. che fa la differenza.



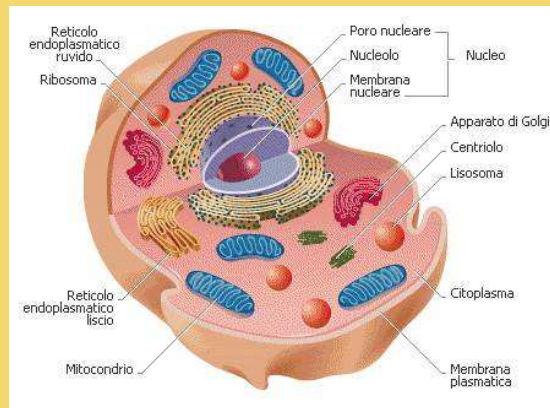
Competizione o cooperazione?

Nel mondo biologico esiste una varietà enorme di esempi di cooperazione che hanno giocato un ruolo determinante nell'orientare l'evoluzione.

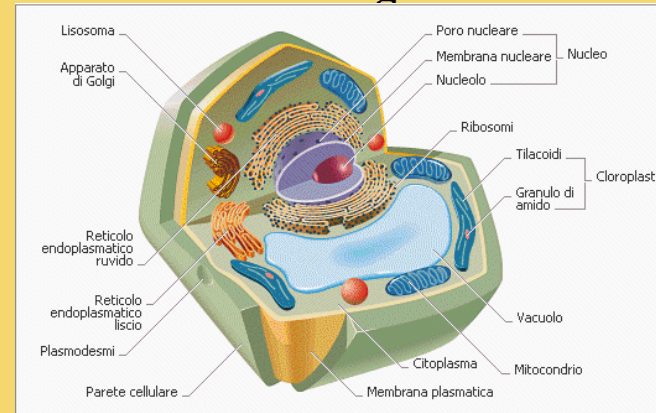
Mitocondri e dei cloroplasti: resti di batteri simbiotici che hanno contribuito a generare la cellula eucariotica: Il caso forse più significativo di cooperazione.

(cloroplasti solo nelle cellule vegetali; mitocondri nelle cellule vegetali e animali)

cellula animale



cellula vegetale



Un altro esempio di collaborazione “creativa” tra specie diverse è quello dei Licheni, simbiosi di Funghi e Alghe unicellulari.

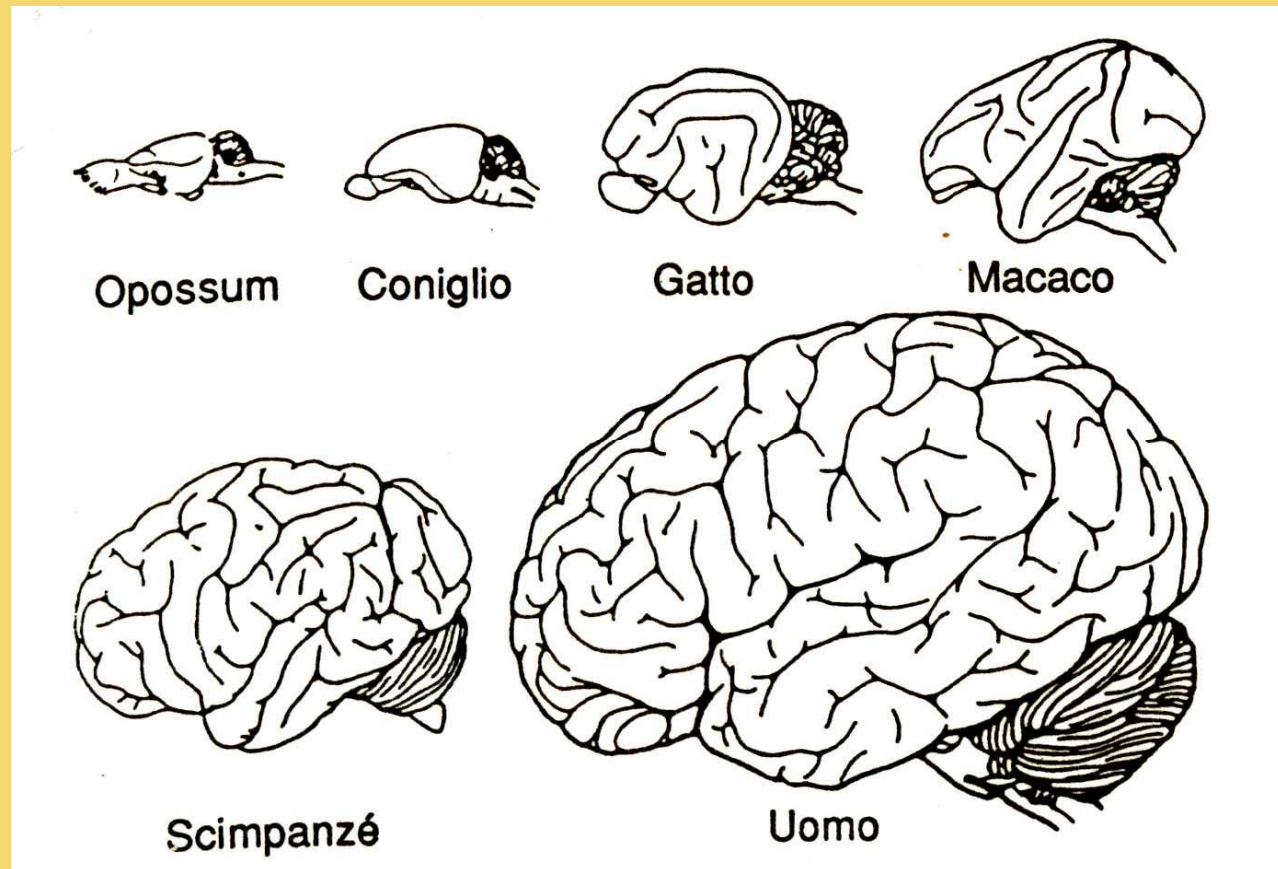




L'appendice di Antennarius, **resa luminosa da particolari Batteri** è usata come esca dal Pesce. Tutti fenomeni che attendono una spiegazione.

Dinamiche evolutive senza condizionamenti ambientali?

Nel caso dei mammiferi è manifesto **l'aumento di dimensioni dell'encefalo** a partire dai primi mammiferi mesozoici e soprattutto con i primati cenozoici: un aumento non prevedibile e non necessario dal punto di vista adattativo: per molti millenni non sembra aver influito in alcun modo sulla vitalità della specie.



Il ruolo dell'eredità epigenetica

(forse responsabile di alcune delle dinamiche non-darwiniane illustrate in precedenza)

L'epigenetica studia quelle modificazioni ereditabili dei caratteri codificati nel genoma non provocate da mutazioni (cambiamenti della sequenza in basi del DNA). Alcuni esempi:

- un repertorio di modificazioni chimiche del DNA medesimo (in particolare metilazioni)
- modificazioni che interessano gli istoni, quelle proteine che nei cromosomi sono strettamente associate al DNA.
- Livelli di RNA messaggero diversi da quelli normali

L'epigenetica non è in realtà una scienza recentissima, anche se il suo maggiore sviluppo ha avuto luogo soprattutto negli ultimi 15-20 anni, nei quali è emerso che un numero sempre maggiore di eventi coinvolti nella regolazione dell'espressione genica possiede una componente epigenetica.

Esempi di eredità epigenetica

Vol 441|25 May 2006|doi:10.1038/nature04674

nature

RNA-mediated non-mendelian inheritance of an epigenetic change in the mouse

Minoo Rassoulzadegan^{1,2}, Valérie Grandjean^{1,2}, Pierre Gounon³, Stéphane Vincent^{1,2†}, Isabelle Gillot^{1,2} & François Cuzin^{1,2}

Paramutation is a heritable epigenetic modification induced in plants by cross-talk between allelic loci. Here we report a similar modification of the mouse *Kit* gene in the progeny of heterozygotes with the null mutant *Kit*^{tm1Alf} (a *lacZ* insertion). In spite of a homozygous wild-type genotype, their offspring maintain, to a variable extent, the white spots characteristic of *Kit* mutant animals. Efficiently inherited from either male or female parents, the modified phenotype results from a decrease in *Kit* messenger RNA levels with the accumulation of non-polyadenylated RNA molecules of abnormal sizes. Sustained transcriptional activity at the postmeiotic stages—at which time the gene is normally silent—leads to the accumulation of RNA in spermatozoa. Microinjection into fertilized eggs either of total RNA from *Kit*^{tm1Alf/+} heterozygotes or of *Kit*-specific microRNAs induced a heritable white tail phenotype. Our results identify an unexpected mode of epigenetic inheritance associated with the zygotic transfer of RNA molecules.



The Changing Concept of Epigenetics

EVA JABLONKA AND MARION J. LAMB

*Cohn Institute for the History and Philosophy of Science and Ideas,
Tel Aviv University, Tel Aviv 69978, Israel*

ABSTRACT: We discuss the changing use of *epigenetics*, a term coined by Conrad Waddington in the 1940s, and how the epigenetic approach to development differs from the genetic approach. Originally, epigenetics referred to the study of the way genes and their products bring the phenotype into being. Today, it is primarily concerned with the mechanisms through which cells become committed to a particular form or function and through which that functional or structural state is then transmitted in cell lineages. We argue that modern epigenetics is important not only because it has practical significance for medicine, agriculture, and species conservation, but also because it has implications for the way in which we should view heredity and evolution. **In particular, recognizing that there are epigenetic inheritance systems through which non-DNA variations can be transmitted in cell and organismal lineages broadens the concept of heredity and challenges the widely accepted gene-centered neo-Darwinian version of Darwinism.**

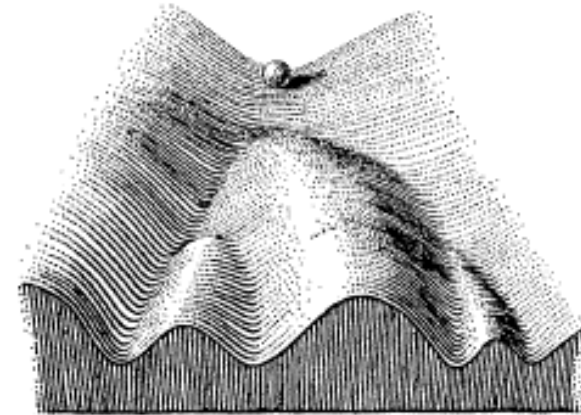


FIGURE 1. Waddington's epigenetic landscape. (Reproduced from Waddington,⁵ p. 29, with permission from Taylor & Francis, London.)

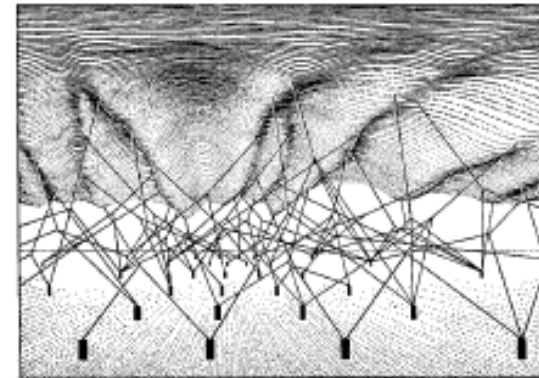


FIGURE 2. The interactions underlying the epigenetic landscape. (Reproduced from Waddington,⁵ p. 36, with permission from Taylor & Francis, London.)

Una considerazione di metodo

Una investigazione scientifica che si prefigga la conoscenza di qualsiasi aspetto della natura, è tanto più efficace quanto più si avvale di tutte le metodologie disponibili e pertinenti alla materia.

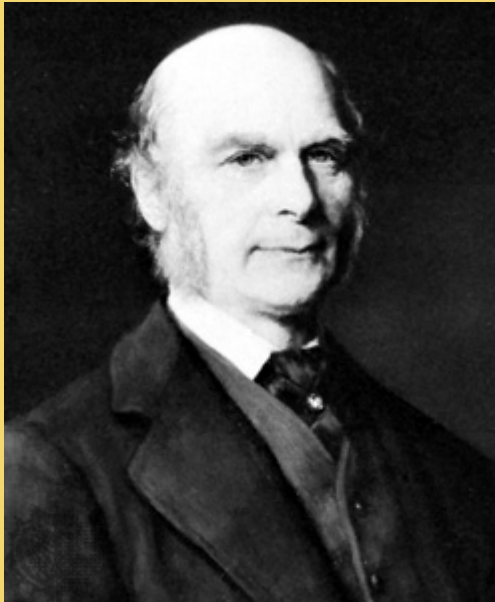
Nel caso dell'evoluzione biologica, la necessità di avvalersi di diverse metodologie, mettendo in atto un approccio *multidisciplinare*, deriva dalla natura stessa del problema. Per una sua corretta comprensione, oltre alla genetica sono indispensabili la paleontologia, l'ecologia, l'embriologia, la biologia molecolare (e forse anche altro).

Rinunciare a qualcuno di questi approcci equivale limitare la visuale a una piccola parte della totalità dei fattori in gioco (è il **riduzionismo**).

Le implicazioni culturali e sociali del Darwinismo

L'eugenetica

È lo studio dei metodi volti al perfezionamento della specie umana attraverso selezioni artificiali operate tramite la promozione dei caratteri fisici e mentali ritenuti positivi, o eugenici, e la rimozione di quelli negativi, mediante selezione o modifica delle linee germinali, secondo le tradizionali tecniche invalse nell'allevamento animale e in agricoltura.



Francis Galton
(1822-1910)

Attuazione dell'eugenetica: Sterilizzazioni (anche coatte) in Germania, Stati Uniti, Paesi scandinavi (fino alla seconda metà del XX secolo). Soppressione fisica degli "inadatti" nella Germania degli anni 30.

Le implicazioni culturali e sociali del Darwinismo

La lettura ideologica e riduzionista:

Il Darwinismo avrebbe dimostrato che per la comprensione delle dinamiche che hanno generato il mondo biologico, una visione trascendente è superflua, in quanto i determinanti dell'origine delle specie, incluso l'uomo, sono tutti immanenti, cioè riconducibili alla realtà materiale.

→ **Il mondo non ha scopo**

“... la Natura non è crudele, è solo inesorabilmente indifferente... In questo universo di elettroni e di geni egoisti, di cieche forze fisiche e di replicazione genetica, alcune persone soffrono, altre sono fortunate, e in tutto ciò non si troverà mai un senso, alcuna ragione, alcuna giustizia.” (R. Dawkins)

Nonostante la complessità del problema, alcuni biologi e la quasi totalità della divulgazione rimangono attaccati ad un **modello riduttivo di evoluzionismo**, più rigido certamente di quello dello stesso Darwin.

Probabilmente la ragione è da ricondursi **alla valenza schiettamente ideologica** con cui l'evoluzionismo è stato impugnato fin dagli inizi.

Grazie per l'attenzione!

