

# STUDIO DELL' ANATOMIA DEI VERTEBRATI

- Panoramica dei principi di base dell'anatomia comparata
- Il metodo comparativo in biologia e le sue applicazioni
  - Relazioni tra forma e funzione e loro variazioni nel breve e lungo termine
  - L'evoluzione biologica e il suo ruolo nei cambiamenti di forma e funzione e nella comparsa di nuove specie
- Il concetto di filogenesi e la sua centralità nella costruzione dei sistemi di classificazione biologica
- L'importanza della documentazione fossile nella ricostruzione dei cambiamenti evolutivi e degli eventi filogenetici

# Anatomia comparata utilizza il **metodo comparativo** per confrontare la **forma** e le **strutture** di organismi diversi

La **variazione morfologica** si può ricondurre a due ordini di **cause**,

- **prossime** variazione dell'individuo nel corso della vita,
  - **evolutive** variazione in relazione all'evoluzione delle specie in tempi più lunghi.
- 
- Il metodo comparativo consente di indagare su entrambi i tipi di cause e di elaborare teorie generali sulla **variazione**.

## Anatomia

Il termine deriva dal greco ἀνατομή (*anàtomé*), che significa “dissezione”, con riferimento al metodo tradizionale d’indagine, che consiste nel dissezionare gli organismi per osservarne la costituzione interna.

Si tratta di uno studio di tipo morfologico (**morfologia** deriva dal greco μορφή, *morphé*, che significa “forma”, e λόγος, *logos*, che significa “discorso, studio”) e attualmente i termini “anatomia comparata” e “morfologia comparata” sono spesso usati in sinonimia, anche se chi osserva la forma esterna di un organismo senza indagarne l’organizzazione interna compie uno studio di morfologia, ma non di anatomia, per cui in questo caso si dovrebbe usare il termine **eidonomia** (dal greco εἶδωλον, *eidolon*, che significa “immagine, aspetto”, e νόμος, *nomos*, che significa “regola, legge”).

## Comparata

si riferisce al confronto tra organismi diversi: lo studioso, cioè, non si limita a osservare come è fatto un determinato sistema od organo di una specie, ma lo confronta con quelli di altre.

L'analisi dei tratti comuni o divergenti tra specie consente di chiarire il funzionamento degli organi e comprendere le cause della diversificazione.

La variazione delle forme nello spazio e nel tempo è un argomento centrale della biologia.

Gli esseri viventi sono, infatti, strutture dinamiche in continua trasformazione, per cui è fondamentale comprendere come e perché abbiano luogo i cambiamenti.

Non potendo, infatti, disporre di cadaveri umani per motivi legali o religiosi, gli antichi medici ripiegarono sulla dissezione degli animali ritenuti più vicini all'uomo per applicarne i risultati alla nostra specie.

## Forma, funzione ed evoluzione

I concetti di **forma** e **funzione** negli esseri viventi sono strettamente connessi.

L'adeguamento delle condizioni di un organismo a quelle ambientali si definisce **adattamento**.

Anche se la forma di un organo è codificata su base genetica, in seguito possono intervenire fattori non genetici, quali quelli ambientali, che la modificano.

In altri termini, il complesso dei caratteri di un organismo, cioè il suo **fenotipo**, è il risultato dell'interazione tra il suo **genotipo**, cioè l'insieme dei suoi geni, e l'**ambiente**.

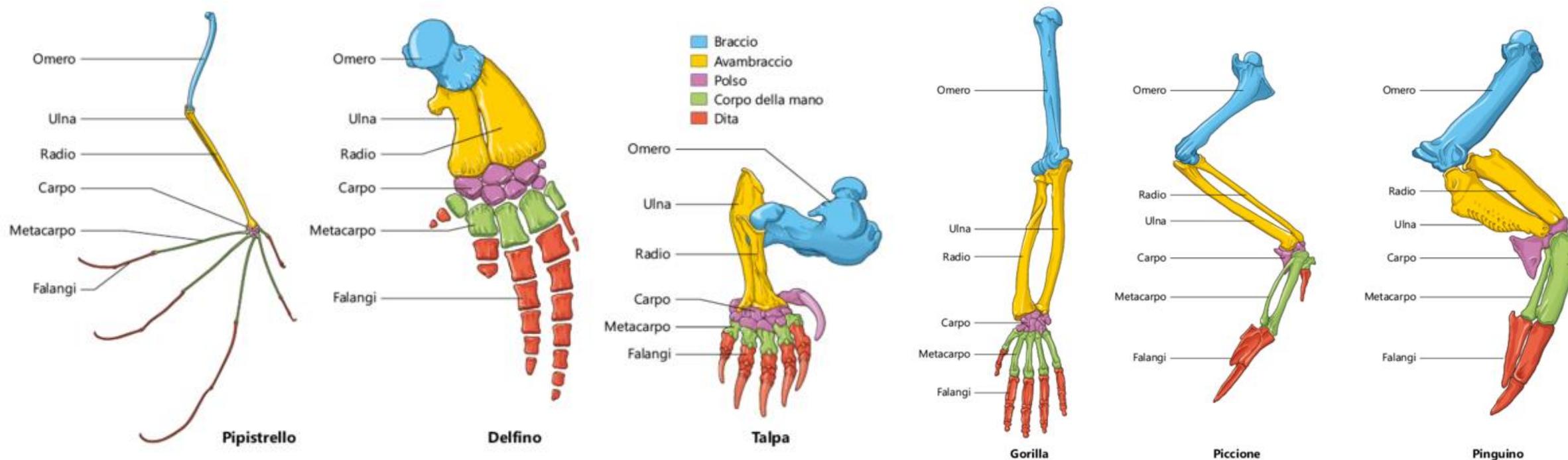
I cambiamenti di forma avvengono a tutti i livelli di organizzazione e dimensioni, per cui strutture apparentemente inerti a occhio nudo possono essere nel pieno di attività e rimaneggiamento a livello microscopico, per mantenere le condizioni generali di equilibrio, od **omeostasi** dell'organismo.

- Finora si è parlato di cambiamenti morfologici nel corso della vita di un singolo individuo, ma le forme possono modificarsi anche nell'arco di tempi più lunghi, da una generazione all'altra, per cui i discendenti risultano cambiati rispetto agli antenati.
- Tale processo è detto **evoluzione**.
- Il risultato del cambiamento evolutivo è l'aumento della capacità adattativa dell'organismo, che così ottiene maggiori probabilità di sopravvivenza e riproduzione rispetto ai consimili.
- Nel contesto evolutivo, l'adattamento si può quindi definire come il processo che rende un organismo più capace di sopravvivere e riprodursi nel proprio ambiente.
- In definitiva, la variazione morfologica si può ricondurre a due ordini di cause, **prossime** ed **evolutive**: le prime determinano la variazione dell'individuo nel corso della vita, in relazione alle funzioni, condizioni ambientali e così via, mentre le seconde provocano la variazione in relazione all'evoluzione delle specie in tempi più lunghi.

## Metodo comparativo

Il **metodo comparativo**, confrontando forme e funzioni di specie diverse, consente di indagare tanto sulle cause prossime quanto su quelle evolutive e di elaborare teorie generali sulla variazione.

Come si vede, l'analisi funzionale, cioè delle cause prossime, chiarisce diversi aspetti, ma lascia aperti molti interrogativi.



La struttura di base dell'arto è la medesima: anche in questo caso si possono distinguere un osso lungo nel braccio, due ossa lunghe negli avambracci, una serie di ossa corte nel polso e alcune lunghe nella mano.

## Vertebrati: campo di studio privilegiato

Nel corso della sua storia, l'anatomia comparata ha progressivamente concentrato il suo campo d'azione sui vertebrati, per vari motivi:

- maggiore dimestichezza con essi e disponibilità rispetto ad altri animali;
- risvolti economici importanti: carne, latte, uova, pelli sono prodotti da vertebrati;
- interesse sanitario: possono essere veicoli e vettori di malattie importanti (peste, influenza aviaria, encefalopatia spongiforme, sindrome di immunodeficienza delle scimmie) e hanno ampio
- impiego come animali da laboratorio e implicazioni rilevanti degli studi comparati per la specie umana

# Terminologia anatomica e piani di dissezione nei vertebrati

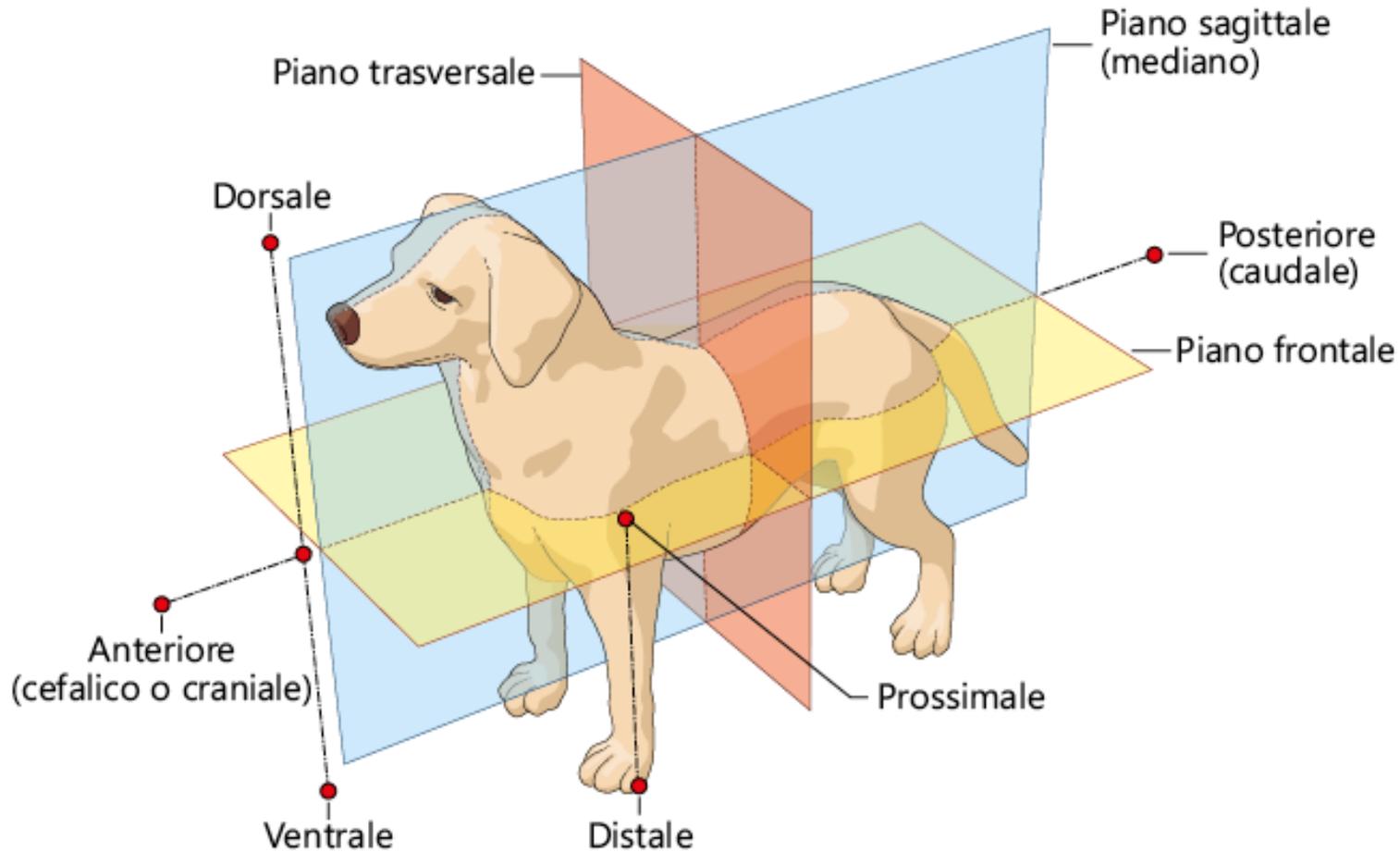
I vertebrati sono animali a simmetria bilaterale, cioè la maggior parte delle loro strutture si ripete in modo simmetrico rispetto a un piano, detto sagittale o mediano.

regione anteriore (o anche cefalica, craniale, orale o rostrale),

regione posteriore (o anche caudale, aborale o terminale).

regione dorsale

regione ventrale



La regione di un organo più vicina al piano sagittale s'indica come regione mediale, mentre quella più lontana è detta laterale.

Quando si fa riferimento alla parte destra o sinistra di un organo, s'intende la parte destra o sinistra del corpo dell'animale.

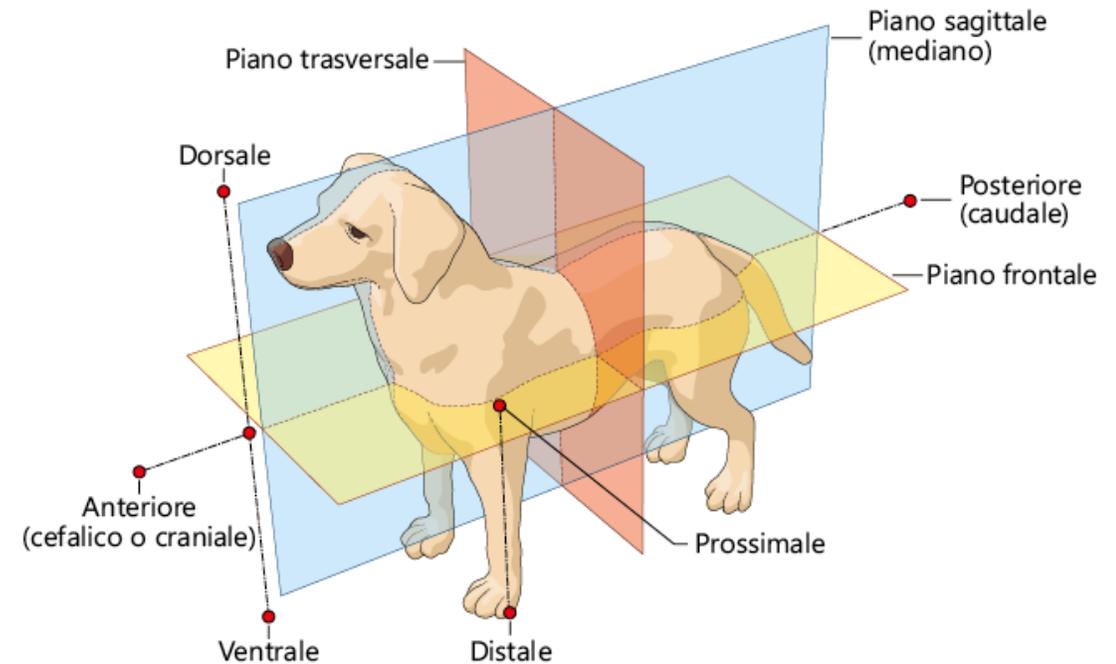
piano di sezione sagittale è orientato lungo tale piano e divide l'animale in due parti uguali specularmente. I piani di sezione paralleli a quello sagittale sono detti piani parasagittali

piano di sezione frontale divide l'animale in una parte dorsale e una ventrale, mentre il

piano di sezione trasversale lo divide in una parte anteriore, comprendente il capo, e una posteriore, comprendente la coda.

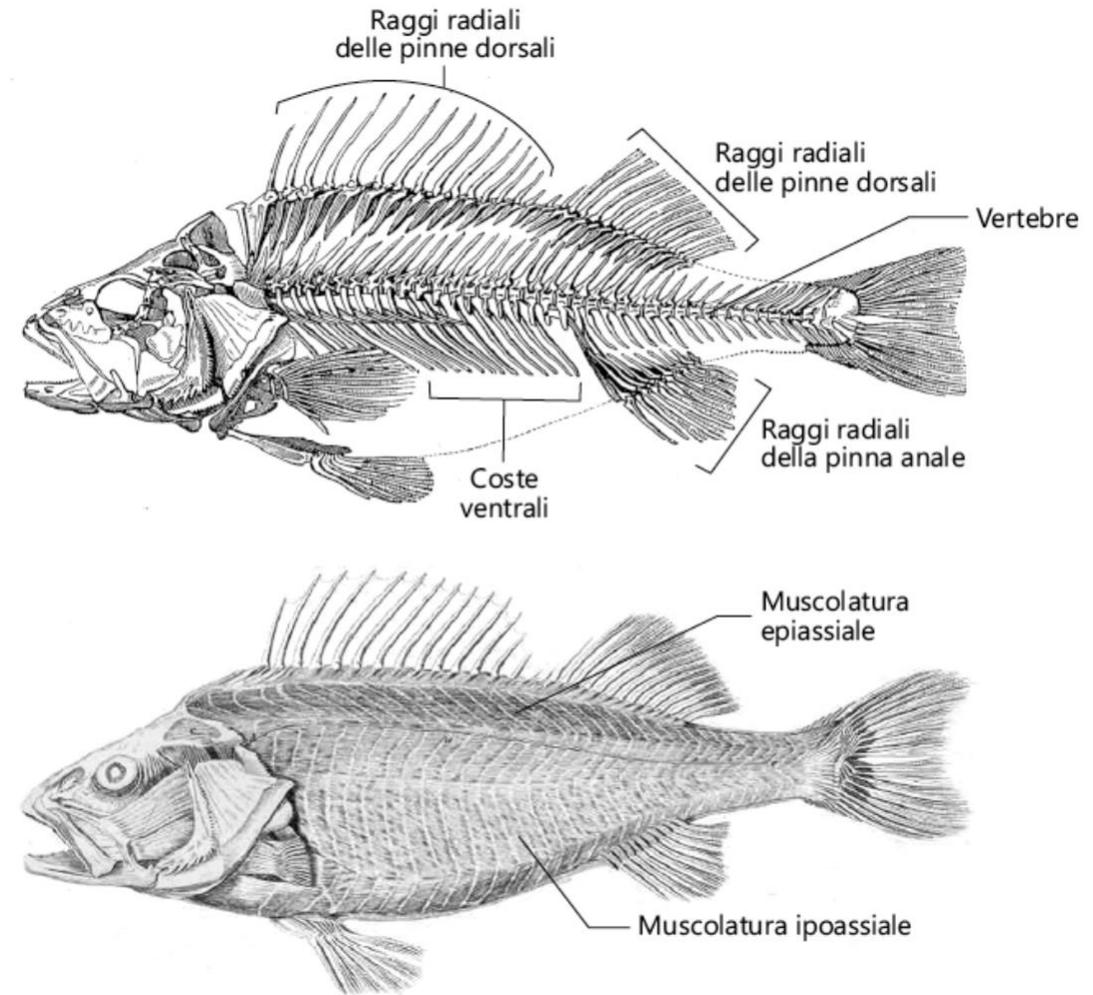
Un organo unico è chiamato impari: ne sono esempi l'encefalo, il canale alimentare e il cuore.

Un organo presente in coppia è chiamato pari: ne sono esempi gli occhi, i polmoni, i reni. tipicamente, ma non sempre, un organo impari è disposto lungo il piano sagittale ed è diviso in due parti speculari, mentre gli organi pari si dispongono ai lati opposti del piano sagittale.



Strutture che si ripetono più volte in senso anteroposteriore sono dette **metameriche**; se esse sono tutte uguali tra loro, si parla di **metameria omonoma**, se differiscono, di **metameria eteronoma**.

Per esempio, la muscolatura del tronco di un pesce osseo è costituita da una ripetizione di masse muscolari, o miomeri, uguali fra loro (metameria omonoma), mentre nella colonna vertebrale le vertebre si susseguono, ma differiscono, per esempio, per la presenza degli archi emali o delle superfici articolari per le coste (metameria etero-noma)



# Somiglianza morfologica

La pratica dell'anatomia comparata consiste nel confrontare le strutture di organismi diversi.

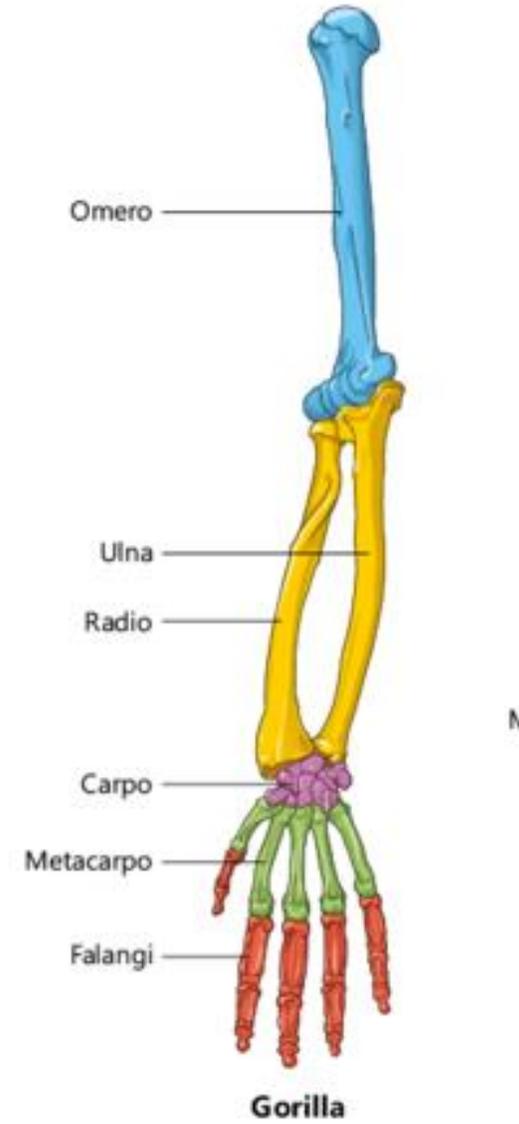
Prima di procedere, lo studioso deve essere ragionevolmente sicuro che gli organi che osserva in specie diverse siano tra loro corrispondenti. Un primo criterio per stabilire la corrispondenza è quello della somiglianza.

Le cause della somiglianza possono essere di due differenti tipi: omologia e analogia.

**Omologhi:** se nel corso dell'evoluzione derivano dal medesimo organo dell'antenato comune ai due organismi; nell'esempio della talpa e del gorilla, i loro arti anteriori si possono considerare omologhi perché entrambi derivano dall'arto anteriore di un mammifero primitivo da cui presumibilmente sono discese le due specie.

**Analoghi,** organi che hanno la stessa funzione, ma non discendenza comune; per esempio, l'ala di una mosca e quella di un uccello sono simili per analogia, infatti, entrambe hanno una struttura che consente il volo, ma non per omologia: l'antenato comune dei due animali, con tutta probabilità, era privo di ali, considerando inoltre che l'ala di un insetto non è un arto modificato, come quello di un uccello, ma deriva da una plica del tegumento dorsale. anche la superficie alare di un pipistrello e quella di un uccello sono strutture analoghe.

# Omologhi:



La definizione di omologia fornita è quella più utilizzata negli studi anatomici e filogenetici e tiene quindi conto della storia evolutiva comune degli organismi che si stanno confrontando.

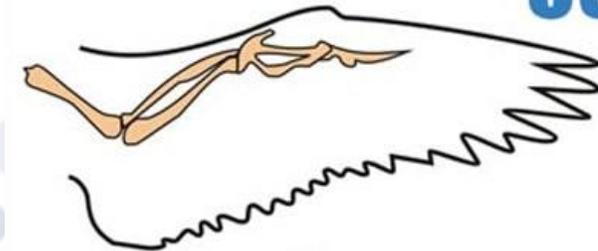
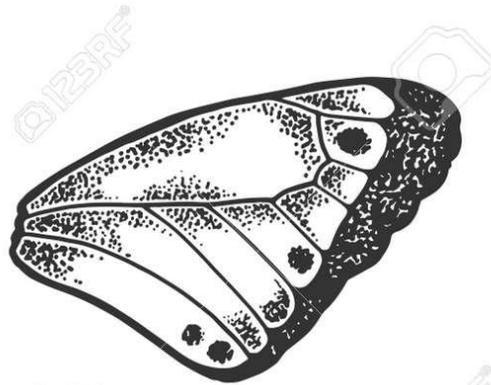
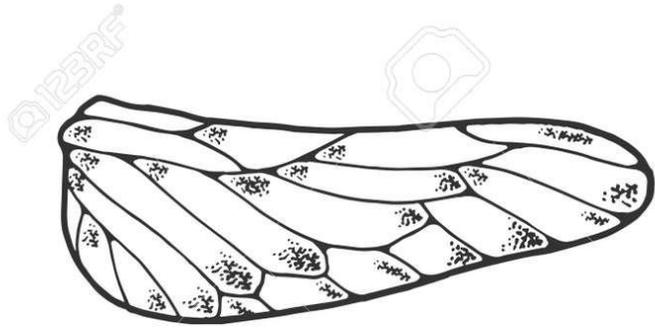
Il concetto nacque, però, prima che la teoria dell'evoluzione si affermasse e in seguito si è arricchito di nuovi significati e implicazioni, tanto che David Wake nel 1999 l'ha definito "il concetto centrale di tutta la biologia".

Per quanto riguarda la somiglianza dovuta ad **analogia**, essa può risultare da due processi evolutivi simili, ma distinti: la convergenza evolutiva e il parallelismo. La **convergenza evolutiva** ha luogo in organismi evolutivamente lontani che, pur seguendo strade evolutive del tutto differenti, convergono verso un modello strutturale simile.

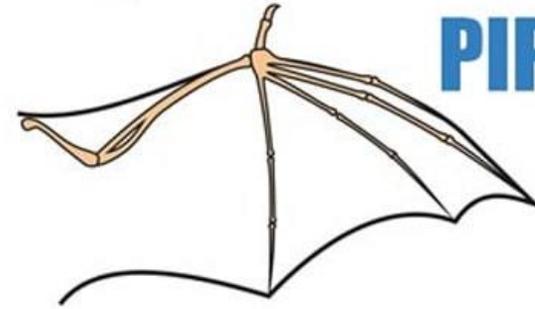
Ne sono un esempio le ali di insetti, uccelli e pipistrelli: gli antenati privi di ali di questi tre gruppi erano già molto diversificati tra loro a causa di lunghe storie evolutive indipendenti. Le loro ali si somigliano perché dal punto di vista fisico una struttura che deve generare una portanza per sollevare il corpo, vincendo la forza di gravità, non può che essere fatta come un'ampia lamina, quindi la selezione naturale ha favorito questa forma indipendentemente nel tegumento dorsale degli insetti, nelle penne degli uccelli e nel patagio dei pipistrelli.

Un altro esempio è la comparsa di ciechi intestinali negli uccelli e nei mammiferi con dieta vegetariana

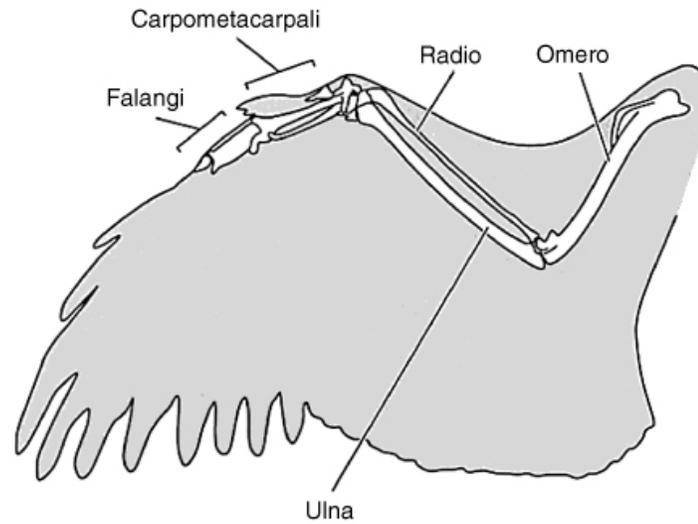
# Analoghi



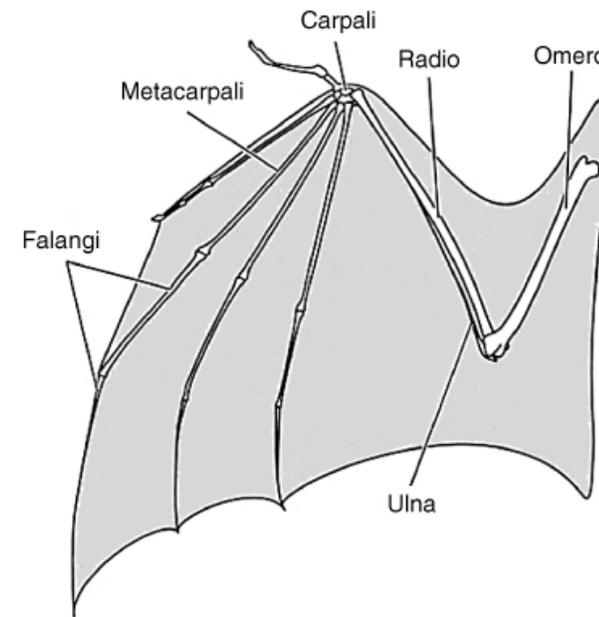
**UCCELLI**



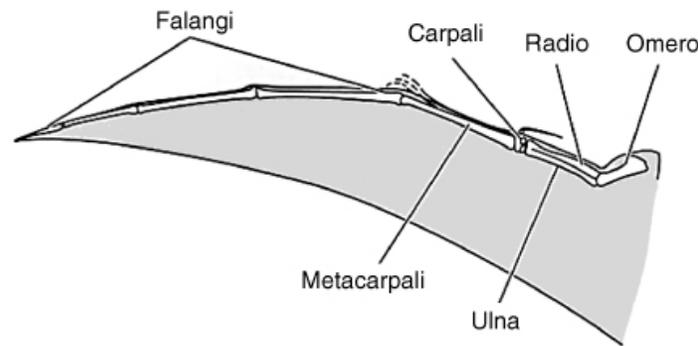
**PIPISTRELLI**



A. Ala di uccello con superficie portante di penne



B. Ala di pipistrello con superficie portante formata da pelle sorretta da quattro dita allungate



C. Ala di pterosauro con superficie portante formata da pelle sorretta da un singolo dito allungato

### FIGURA 1-9

Esempi di omoplasia in tre origini evolutive indipendenti di ali per un volo battuto. A, Scheletro e disegno del margine della superficie portante in un uccello, ripreso da Young. B, Scheletro e disegno del margine della superficie portante in un pipistrello, ripreso da Owen. C, Scheletro e disegno del margine della superficie portante in un pterosauro, ripreso da Gregory. Come ali, i tre esempi sono delle omoplasie, dato che i tre tipi di ala si sono evoluti indipendentemente. Tuttavia, dal punto di vista comparativo come appendici, le tre ali sono omologhe dato che ognuna di esse rappresenta una modificazione dell'arto anteriore di un vertebrato terrestre.

## ALI CON FUNZIONE ANALOGA

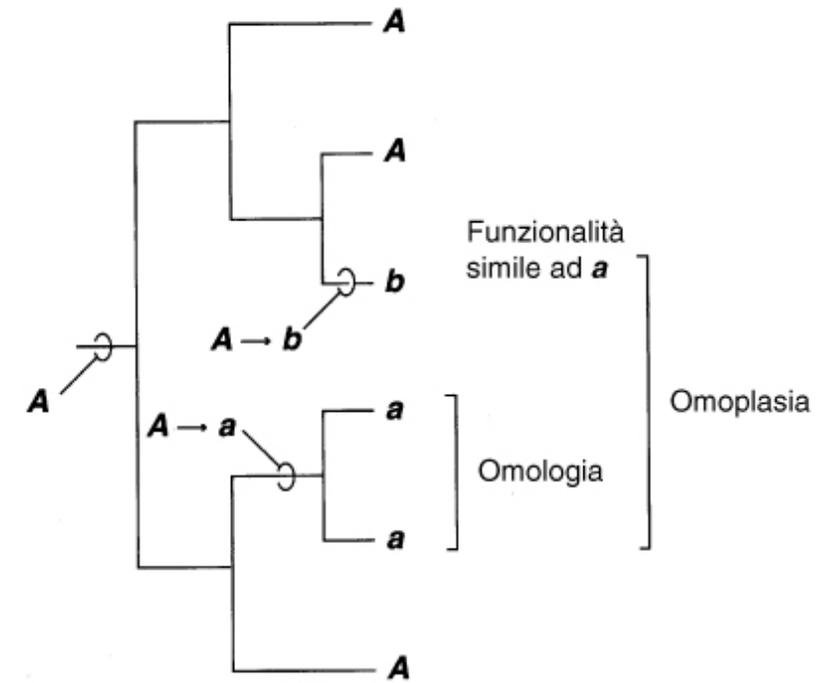
# SUMMARY :

Somiglianza per omologia: antenato comune, non necessariamente stessa funzione.

Somiglianza per analogia: antenato non comune, stessa funzione

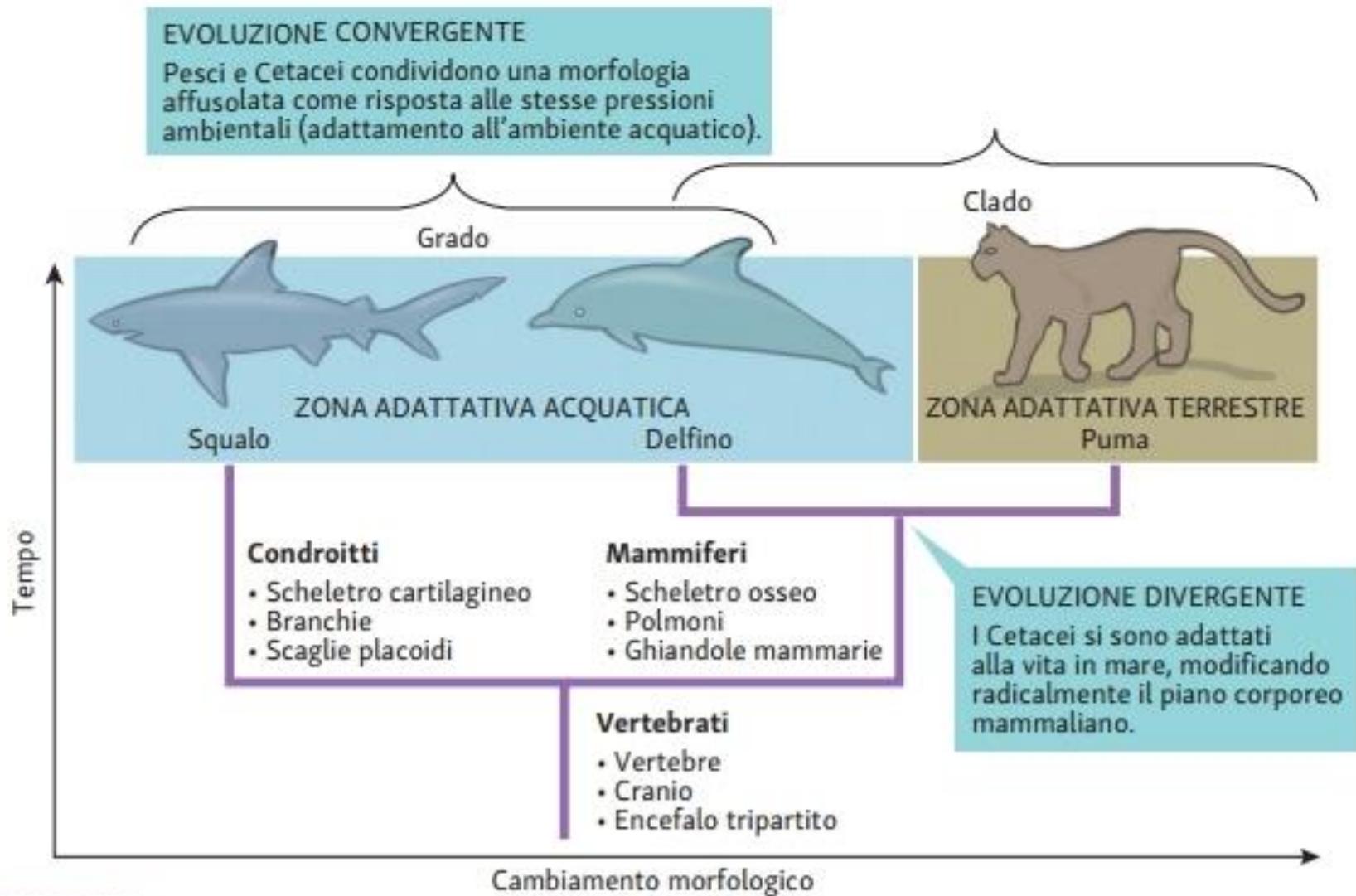
la somiglianza morfologica non dovuta a omologia può essere di vari tipi, di cui l'analogia è uno dei più importanti.

Un termine più generale che comprende tutte queste situazioni è omoplasia. Una volta chiariti i concetti di base, si possono esaminare in modo più specifico le caratteristiche dei vertebrati.



■ FIGURA 1-8

La differenza tra omologia e omoplasia. Nella linea evolutiva in basso, lo stato del carattere **A** si evolve in **a**; la presenza del carattere nello stato **a** nelle due specie è un esempio di omologia. Nella linea evolutiva in alto, lo stato del carattere **A** si evolve in **b**, che è simile ad **a** dal punto di vista funzionale, e questo è un esempio di omoplasia. Si possono aggiungere interpretazioni secondarie, che guardano ai processi, affermando ad esempio che **a** e **b** sono esempi di evoluzione convergente.



**FIGURA 1.27**

Le interazioni tra gli organismi e i loro ambienti definiscono una serie di campi o zone adattative (per esempio, la zona adattativa acquatica e quella terrestre). Membri di uno stesso gruppo filogenetico (o **clado**) (nell'esempio, delfino e puma, entrambi Mammiferi) possono mostrare un livello di organizzazione strutturale (o **grado**) differente a causa della **divergenza evolutiva**. Viceversa, organismi appartenenti a cladi differenti (delfino e squalo, riferibili rispettivamente a Mammiferi e Condroitti), mostrano un grado simile per effetto della **convergenza evolutiva**.

# I vertebrati sono :

- Organismi pluricellulari.
- Le loro cellule sono organizzate in tessuti, che a loro volta costituiscono organi e questi si integrano nei sistemi.
- Come per gli altri animali, nei vertebrati l'evoluzione ha favorito il conseguimento di meccanismi sempre più efficienti per la ricerca, la raccolta e il trattamento del cibo.

Tra i più importanti caratteri condivisi dai vertebrati:

## Differenziamento regionale

Scheletro

Tegumento

Muscolatura

Sistema circolatorio

Sistema respiratorio

Sistema digerente

Sistema urinario.

Sistema genitale.

Sistema endocrino

Sistema nervoso

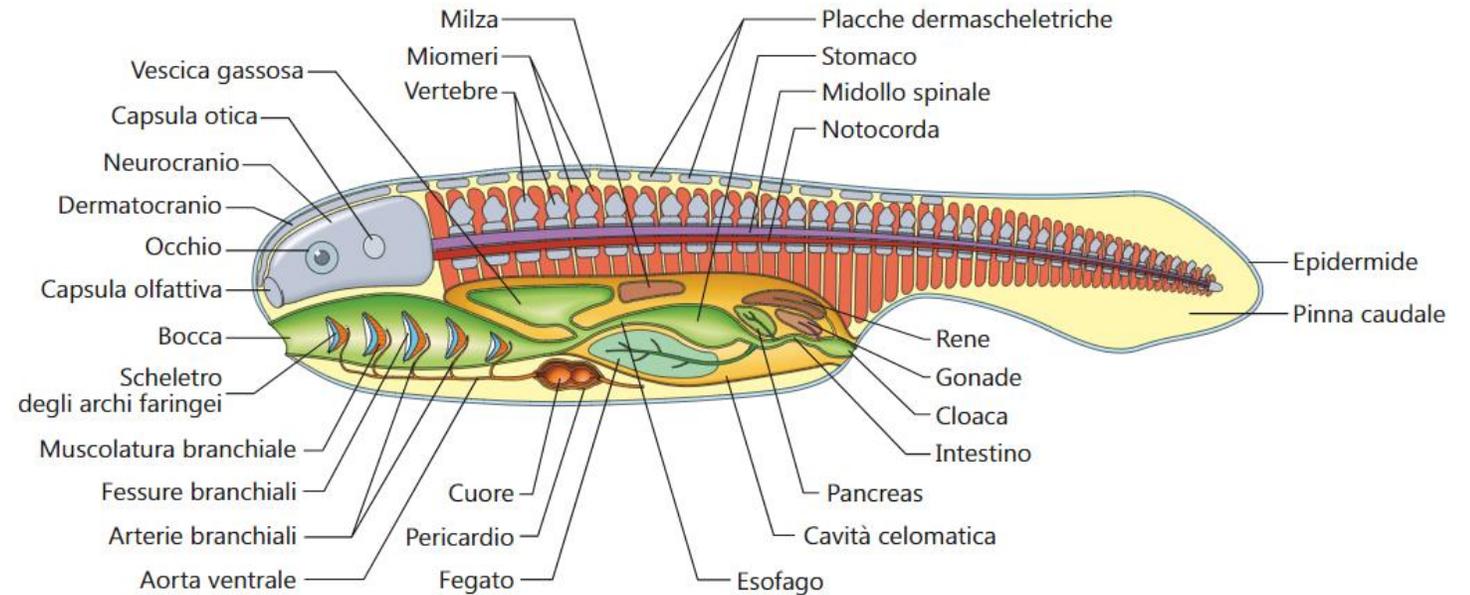


Figura 1.7 Organizzazione anatomica di un vertebrato generalizzato.

# SOMMARIO

I **vertebrati** sono animali a **simmetria bilaterale**, cioè la maggior parte delle loro strutture si ripete in modo simmetrico rispetto a un piano, detto sagittale o mediano. Il piano di sezione sagittale è orientato lungo tale piano e divide l'animale in due parti uguali specularmente. Il piano di sezione frontale divide l'animale in una parte dorsale e una ventrale, mentre il piano di sezione trasversale lo divide in una parte anteriore e una posteriore.

Strutture che si ripetono più volte in senso anteroposteriore sono dette **metameriche**. La **somiglianza** tra organi di organismi diversi può essere dovuta a omologia o ad analogia.

Due **organi** di organismi differenti si dicono **omologhi** se nel corso dell'evoluzione derivano dal medesimo organo dell'antenato comune ai due organismi. **Organi** di organismi differenti non omologhi ma simili per funzione si dicono **analoghi**; l'analogia può essere dovuta a due fenomeni evolutivi simili ma diversi, la **convergenza evolutiva** e il **parallelismo**.

La convergenza ha luogo in organismi evolutivamente lontani, mentre il parallelismo interessa specie vicine. Il **mimetismo** può determinare somiglianza non dovuta né a omologia né ad analogia. Il termine **omoplasia** indica tutti i casi di somiglianza non dovuta a omologia, inclusi l'analogia e il mimetismo.

# Vertebrati :

eumetazoi bilateri  
deuterostomi cordati.

?????.

# CLASSIFICAZIONE

Il sistema moderno di classificazione si deve a Carl Linnaeus (1707-1778), italianizzato in Linneo, che istituì categorie, o taxa (al singolare taxon, dal greco τάξις, taxis, cioè “ordinamento”),

**basate su affinità strutturali e organizzate in modo gerarchico**



# CLASSIFICAZIONE DEI VERTEBRATI

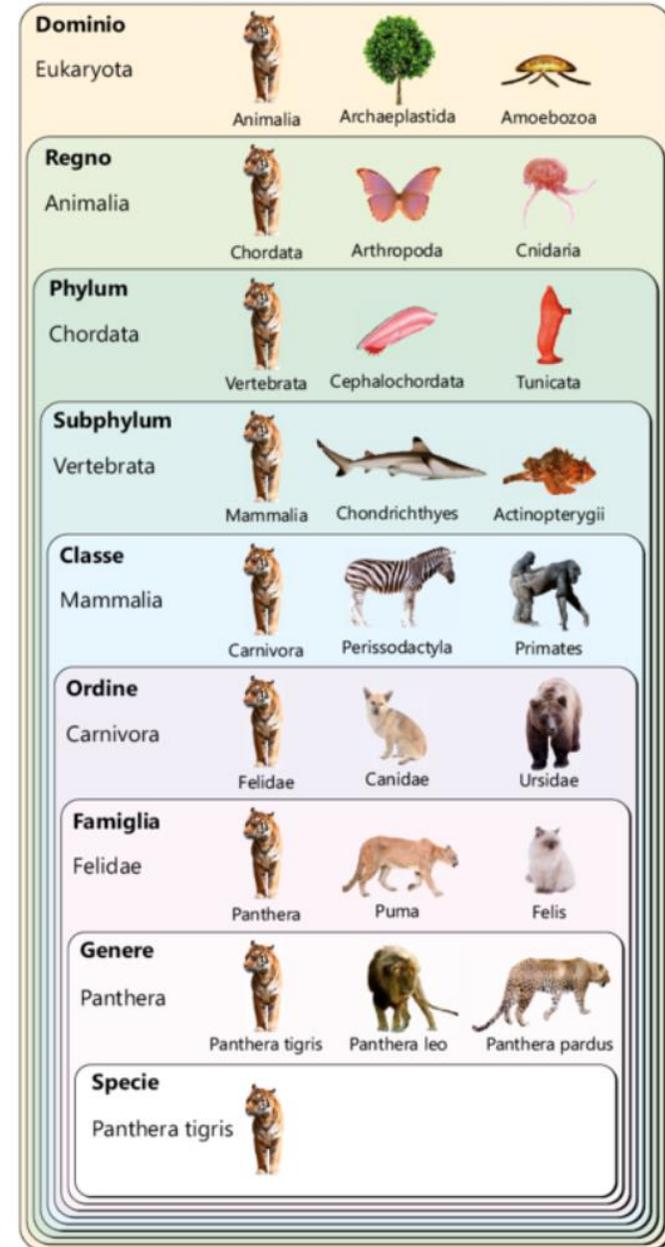
La sistematica classifica la diversità dei viventi secondo un sistema gerarchico le cui categorie sono dette taxa.

Le principali, partendo dal livello massimo sono:

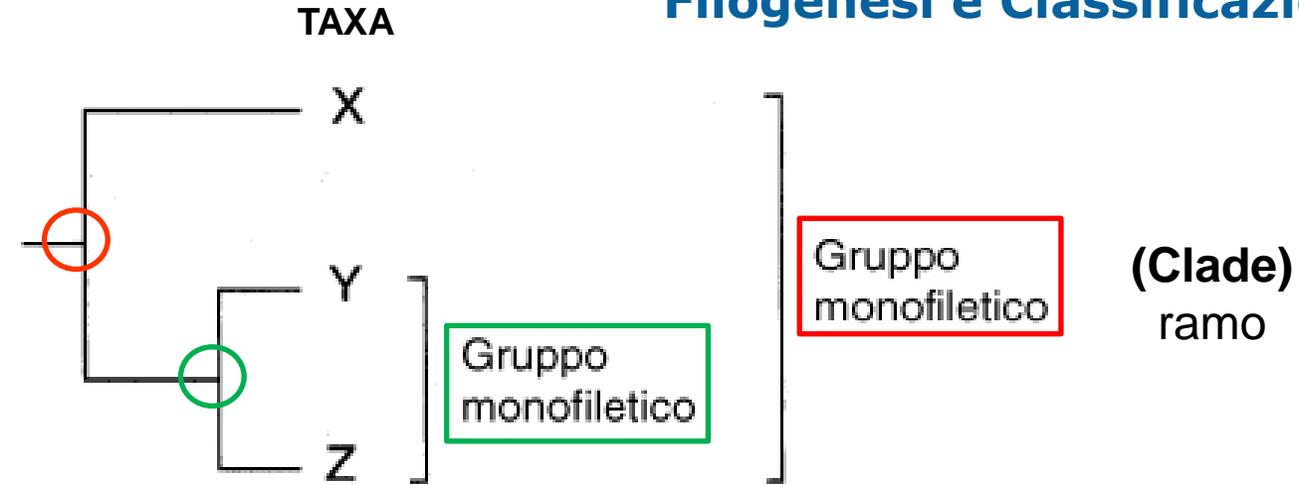
- Dominio,
- Specie,
- Phylum
- Classe
- Ordine
- Famiglia
- Genere

Ogni specie è indicata con due nomi, di cui il primo indica il genere, per cui tale nomenclatura è detta binomia.

Il moderno sistema di classificazione si basa sulla filogenesi, per cui ogni taxon rappresenta un evento evolutivo e implica l'esistenza di un antenato in cui sono comparsi per la prima volta i caratteri che individuano il taxon, poi trasmessi a tutti gli appartenenti alla categoria.

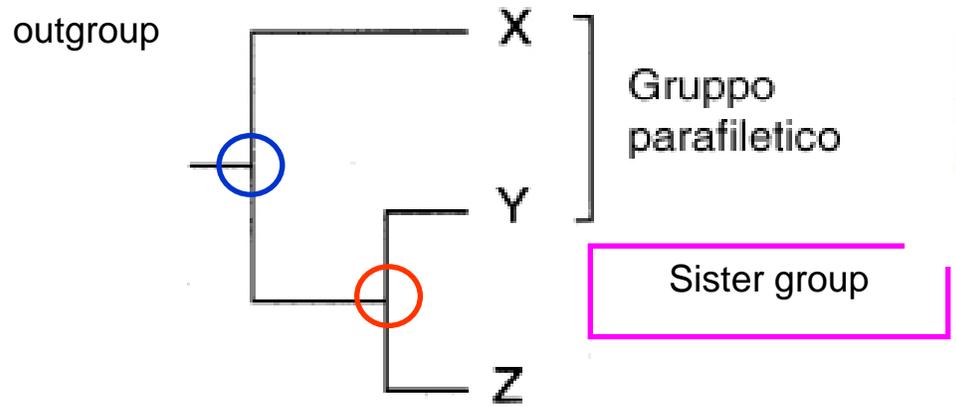


# Filogenesi e Classificazione



A. I gruppi contenenti soltanto Y e Z o X, Y e Z sono monofiletici

**FIGURA 1-6**  
 Gruppi monofiletici e parafiletici. A, Un gruppo monofiletico comprende una specie ancestrale ipotetica e tutte le sue specie discendenti. B, Un gruppo parafiletico non contiene tutte le specie discendenti da un singolo antenato.



B. Il gruppo contenente soltanto X e Y è parafiletico

 **Liem, Bemis, Walker, Grande**  
**Anatomia comparata dei Vertebrati**  
 EdiSES

# Filogenesi e Classificazione



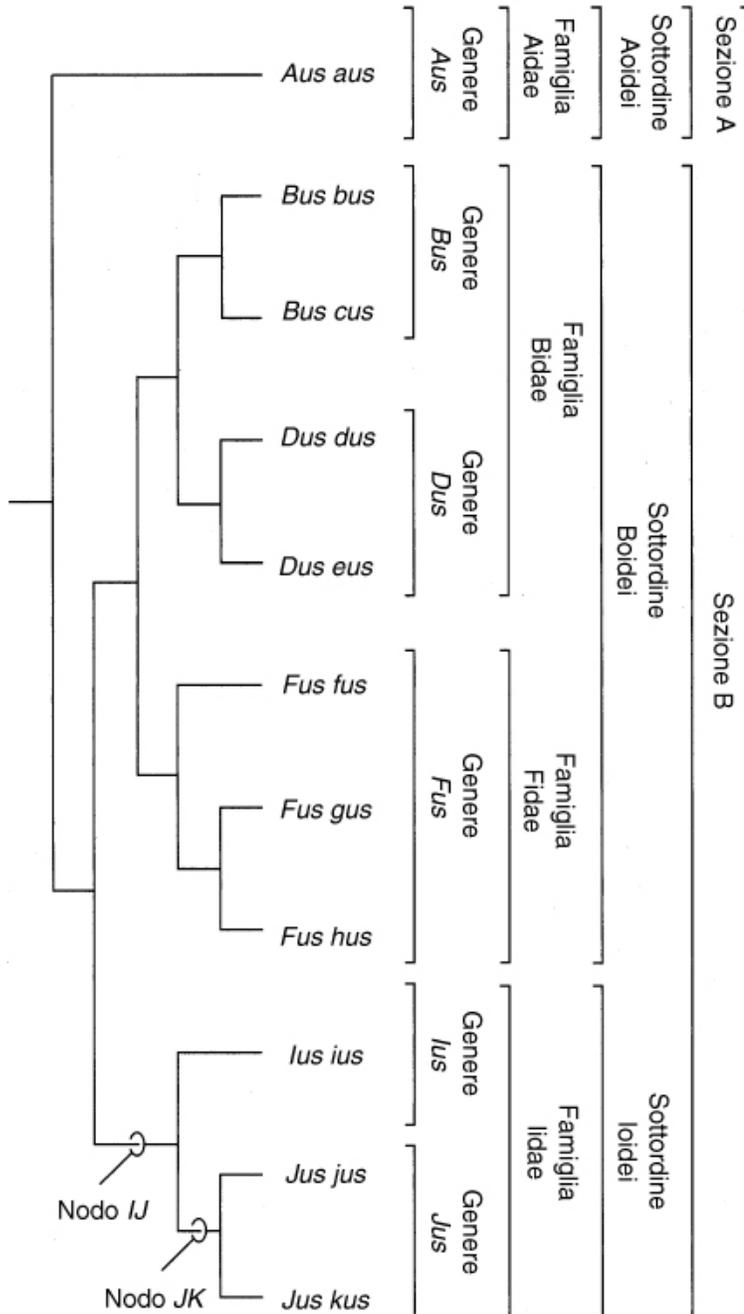
*fy*lè = tribù + *genesis* = nascita

In una rappresentazione filogenetica, ogni paio di taxa divergenti è rappresentato da **rami dicotomici**, con le due linee divergenti da un **nodo** che rappresenta l'ipotetico antenato comune dei due taxa. La divergenza più antica forma la base, o **radice**, dell'albero filogenetico, mentre i **rami terminali** includono i taxa evoluti più recentemente.

**Taxon** = raggruppamento di organismi cui sia stato attribuito un nome: specie, genere, famiglia, ordine, classe, phylum, regno (i 7 principali livelli della gerarchia linneana)

Ordine: Aiformes  
 Sezione A: senza nome  
 Sottordine: Aoidei  
 Famiglia: Aidae  
 Genere: *Aus*  
 Specie: *Aus aus*

Ordine Aiformes



**FIGURA 1-5**

La filogenesi di 11 specie ipotetiche dell'ipotetico ordine degli Aiformes. Notate la ramificazione dicotomica dei taxa. Sulla destra è indicata la classificazione di queste specie in una gerarchia di gruppi via via più inclusivi e questa stessa classificazione filogenetica è presentata sotto forma di rientri a scaletta nel testo (pagg. 13 e 16).

# Filogenesi e Classificazione

I vertebrati sono ascritti al regno animale (Animalia)=

organismi formati da più cellule, cioè pluricellulari,

eterotrofi, e si procurano l'energia e i materiali necessari alla sopravvivenza estraendoli da altri organismi viventi, cioè sono attraverso la fagotrofia, cioè una serie di processi di ricerca, raccolta e trasformazione.

piani fondamentali d'organizzazione(Bauplan) phyla.

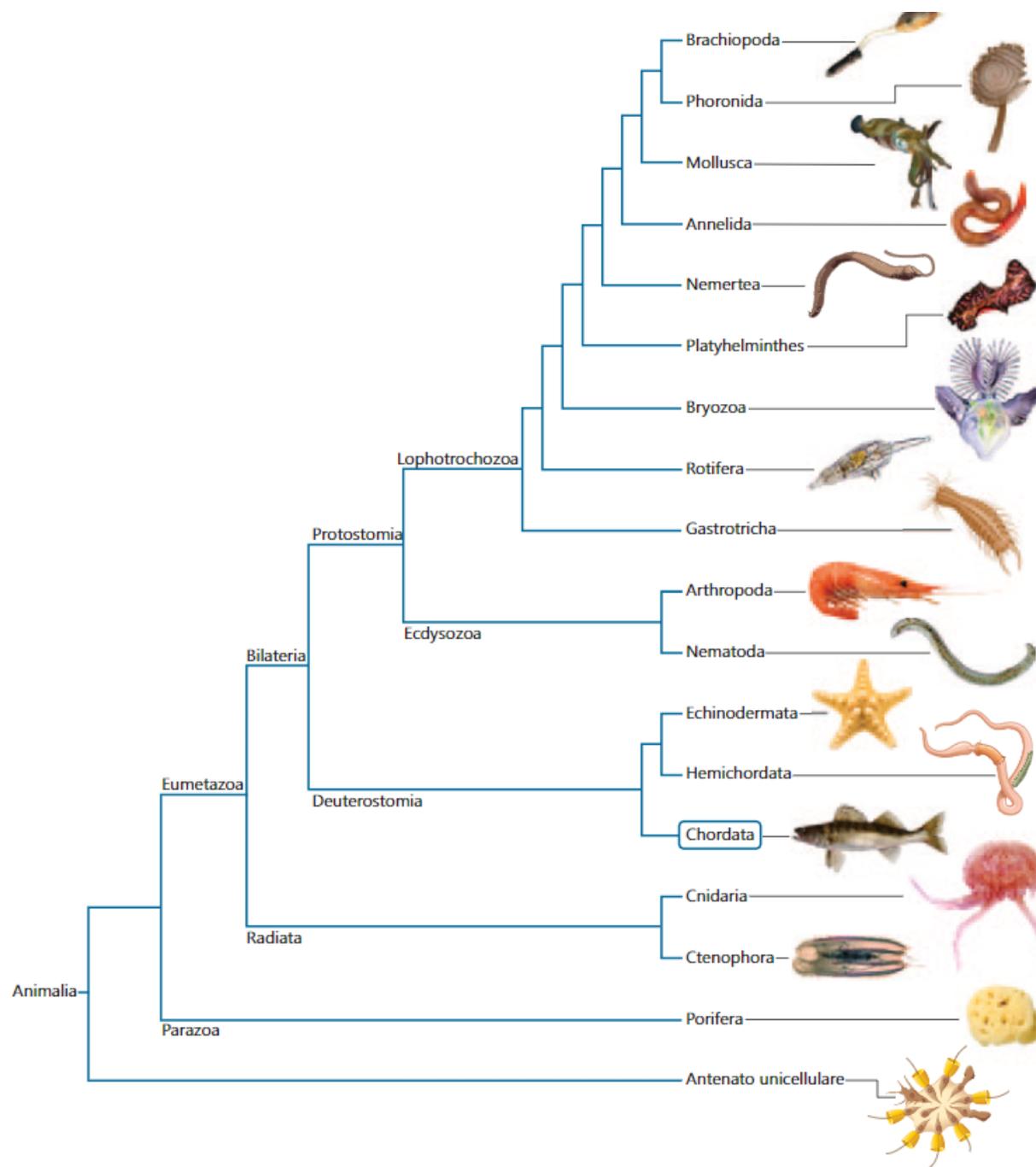


Figura 1.10 Relazioni filogenetiche dei principali *phyla* del regno animale.

# Filogenesi e Classificazione

I phyla possono a loro volta essere raggruppati in taxa superiori. Una divisione tradizionale vertebrati e invertebrati, in base alla presenza o assenza della colonna vertebrale.

In realtà, non ha molto senso raggruppare i viventi in base all'assenza di un carattere, che potrebbe mancare perché non è mai apparso oppure perché si è secondariamente perso, per cui il termine “invertebrati” è oggi usato solo a scopi pratici, per indicare gli animali che non sono vertebrati.

Una suddivisione più naturale considera l'organizzazione delle cellule in tessuti, la loro derivazione embrionale e il piano di simmetria.

# Filogenesi e Classificazione

I vertebrati, come la maggior parte degli animali viventi, sono eumetazoi

- Eumetazoa; animali con cellule organizzate in veri tessuti derivanti da determinati foglietti embrionali) e tra i bilateri (Bilateria; animali a simmetria bilaterale).
- Nei bilateri si possono individuare due modelli principali di sviluppo embrionale e organizzazione corporea, che permettono di raggruppare i phyla in :

protostomi (Protostomia)

- la bocca si forma nella medesima area dove nell'embrione si osserva una struttura blastoporo
- il sistema nervoso si trova in posizione ventrale, sotto il canale alimentare

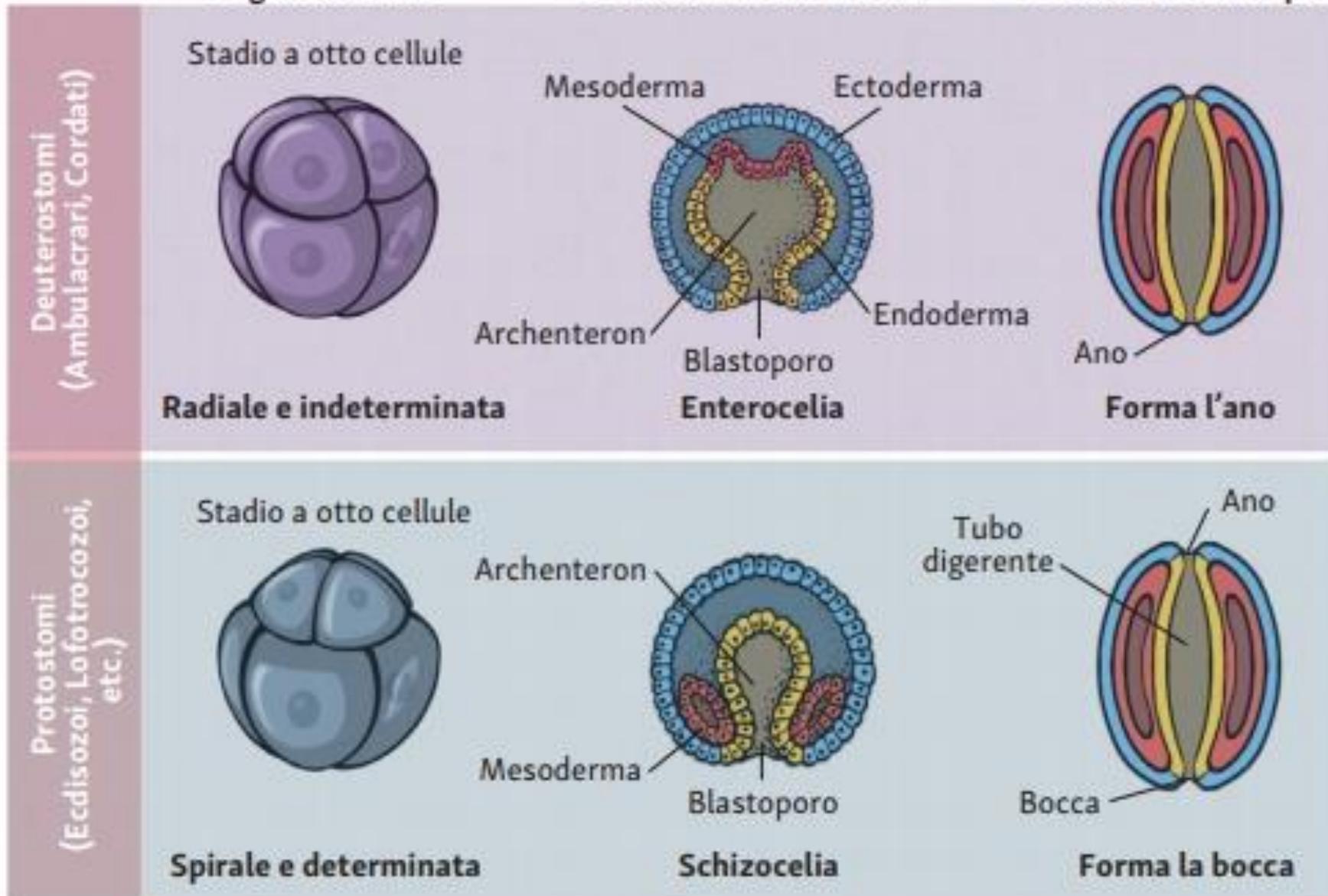
deuterostomi (Deuterostomia):

- l'ano si forma nella medesima area dove nell'embrione si osserva una struttura blastoporo
- il sistema nervoso si trova in posizione dorsale sopra il canale alimentare

## Segmentazione

## Formazione del celoma

## Destino del blastoporo



Proprietà letteraria riservata  
© 2022 De Agostini Scuola SpA – Novara  
1ª edizione: febbraio 2022  
Printed in Italy

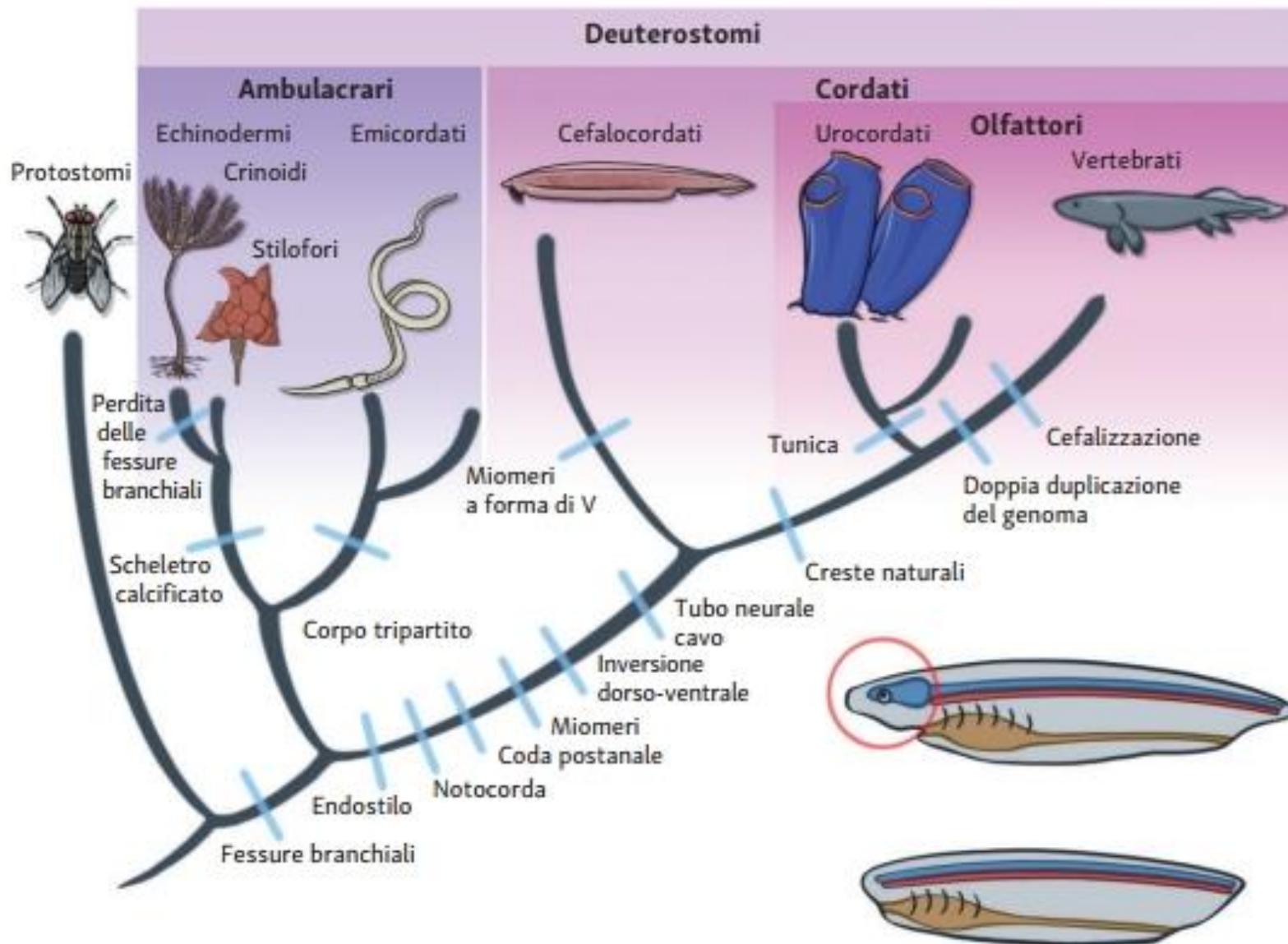
**FIGURA 2.12**  
Alcune differenze fondamentali nello sviluppo embrionale di Protostomi e Deuterostomi contribuiscono a definire questi due grandi gruppi di Metazoi Bilateri.

Sono protostomi i maggiori phyla animali viventi, come platelminti, anellidi, molluschi, nematodi, artropodi,

Deuterostomi annoverano un numero più esiguo di phyla, :

- echinodermi
- emicordati
- cordati.

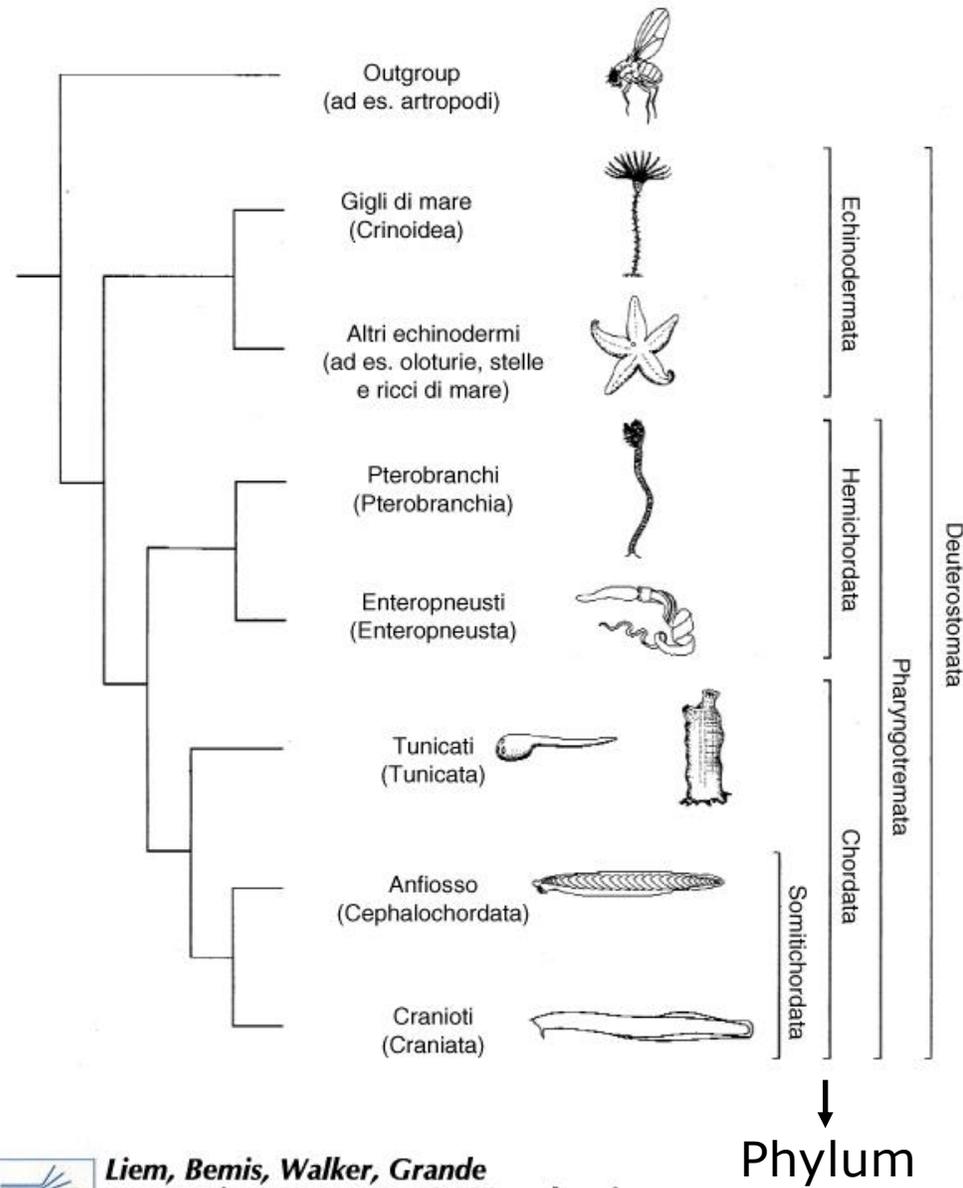
I cordati (Chordata) condividono, tra gli altri caratteri, la presenza di una notocorda, di una faringe con fessure faringee o branchiali e di un tubo neurale questi medesimi caratteri si ritrovano nei vertebrati ed è per tale motivo che essi sono inclusi in questo phylum, di cui costituiscono un subphylum.



**FIGURA 2.13**

Schema semplificato delle relazioni filogenetiche all'interno dei Deuterostomi con l'indicazione delle principali sinapomorfie dei due cladi (gli Xenoturbellidi sono stati omessi). Cambiamenti nei geni regolatori dello sviluppo sono stati alla base della comparsa di importanti novità evolutive nei Vertebrati, fra le quali una regione cefalica altamente differenziata (cerchio rosso), assente nei Cordati primitivi.

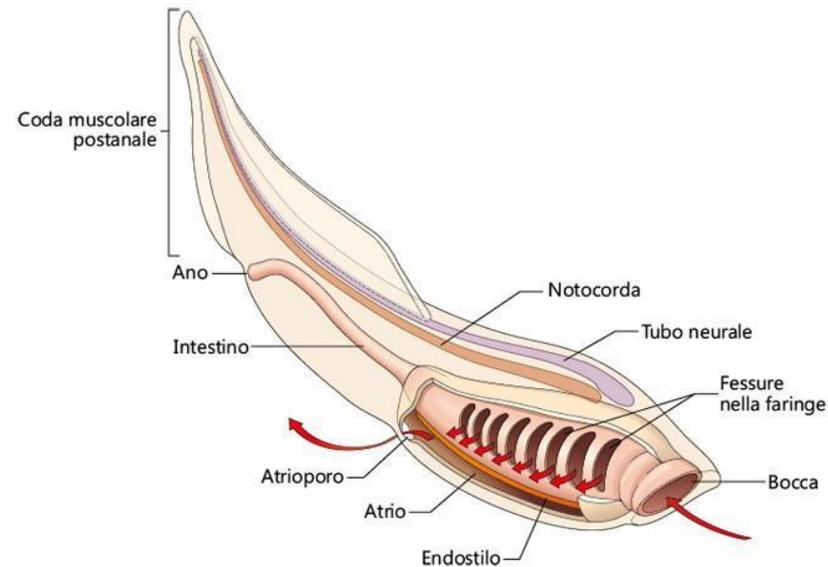
Proprietà letteraria riservata  
 © 2022 De Agostini Scuola SpA – Novara  
 1ª edizione: febbraio 2022  
 Printed in Italy



**FIGURA 2-1**

Cladogramma che mostra i rapporti filogenetici dei maggiori gruppi di deuterostomi attuali. I caratteri che sostengono questa interpretazione sono discussi in questo capitolo ed elencati nel sommario del capitolo.

# Cordato generalizzato



© edi.ermes, milano

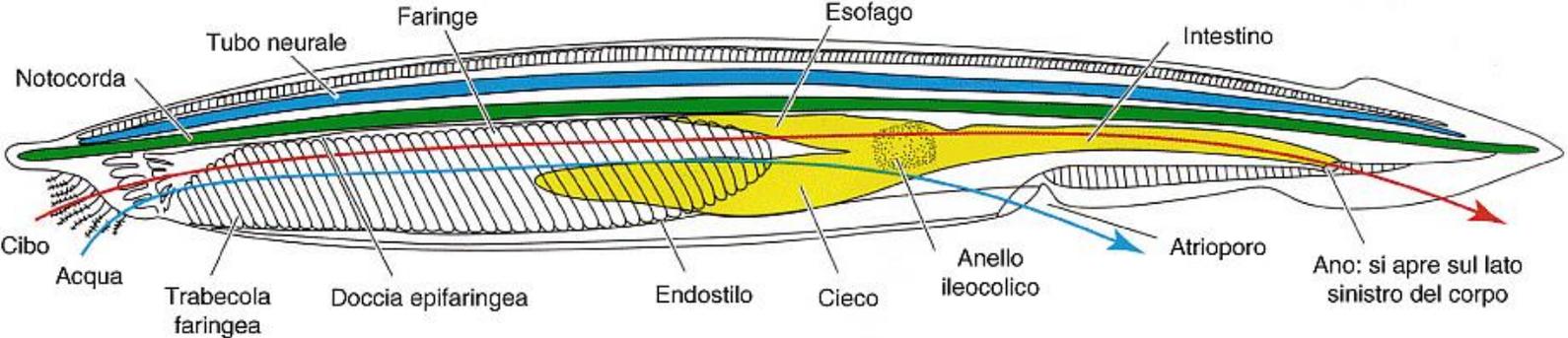
Edi.Ermes in concessione a  
FIORELLA FLORIAN

## 5 sinapomorfie Cordati

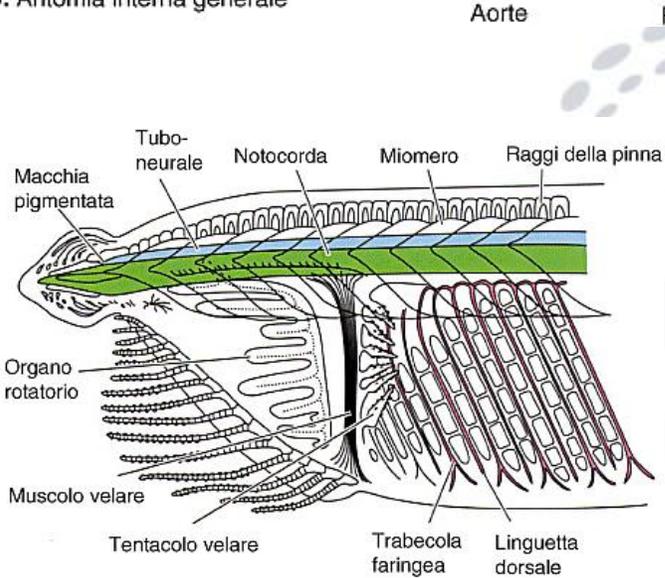
1. Fessure branchiali
2. Endostilo (gh. tiroide)
3. Notocorda
4. Cordone nervoso tubolare singolo e dorsale
5. Larva con la coda

Principali caratteristiche anatomiche. La freccia indica il flusso di acqua che entra dalla bocca e, attraverso le fessure faringee, passa nell'atrio, da cui poi fuoriesce attraverso l'atrioporo.

# CEPHALOCHORDATA



B. Anatomia interna generale



Anatomia dell'Anfiosso (*Branchiostoma*)

D. Parte anteriore del corpo

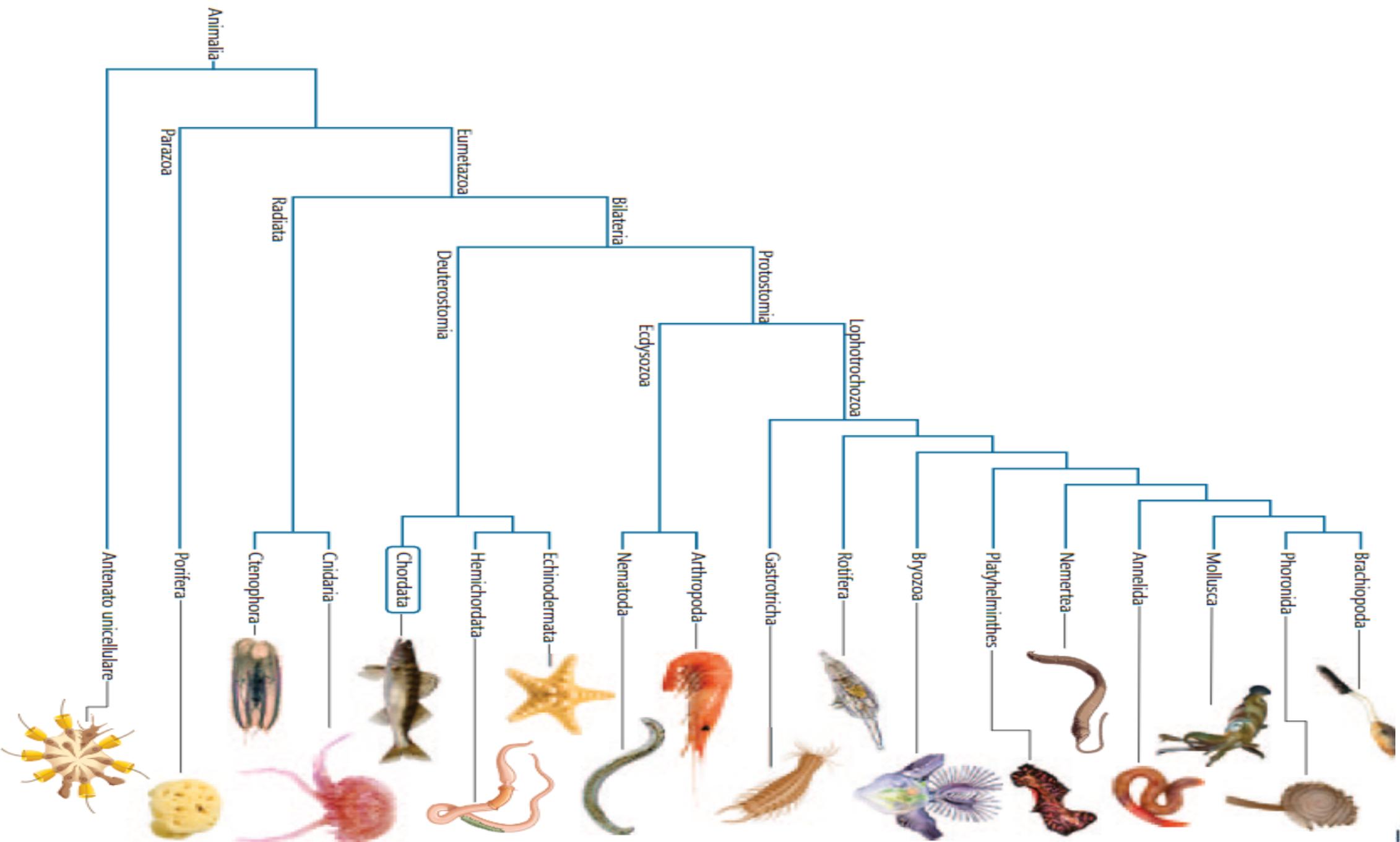


Figura 1.10 Relazioni filogenetiche dei principali *phyla* del regno animale.

I vertebrati sono animali **eumetazoi bilateri deuterostomi** appartenenti al subphylum cranioti del phylum cordati. Essi sono tradizionalmente suddivisi nelle classi:

- ciclostomi,
- condroitti,
- osteitti,
- anfibii,
- rettili,
- uccelli
- mammiferi

la sistematica filogenetica colloca le ultime quattro, indicate collettivamente come tetrapodi, all'interno degli osteitti, in particolare tra i sarcopterigi.

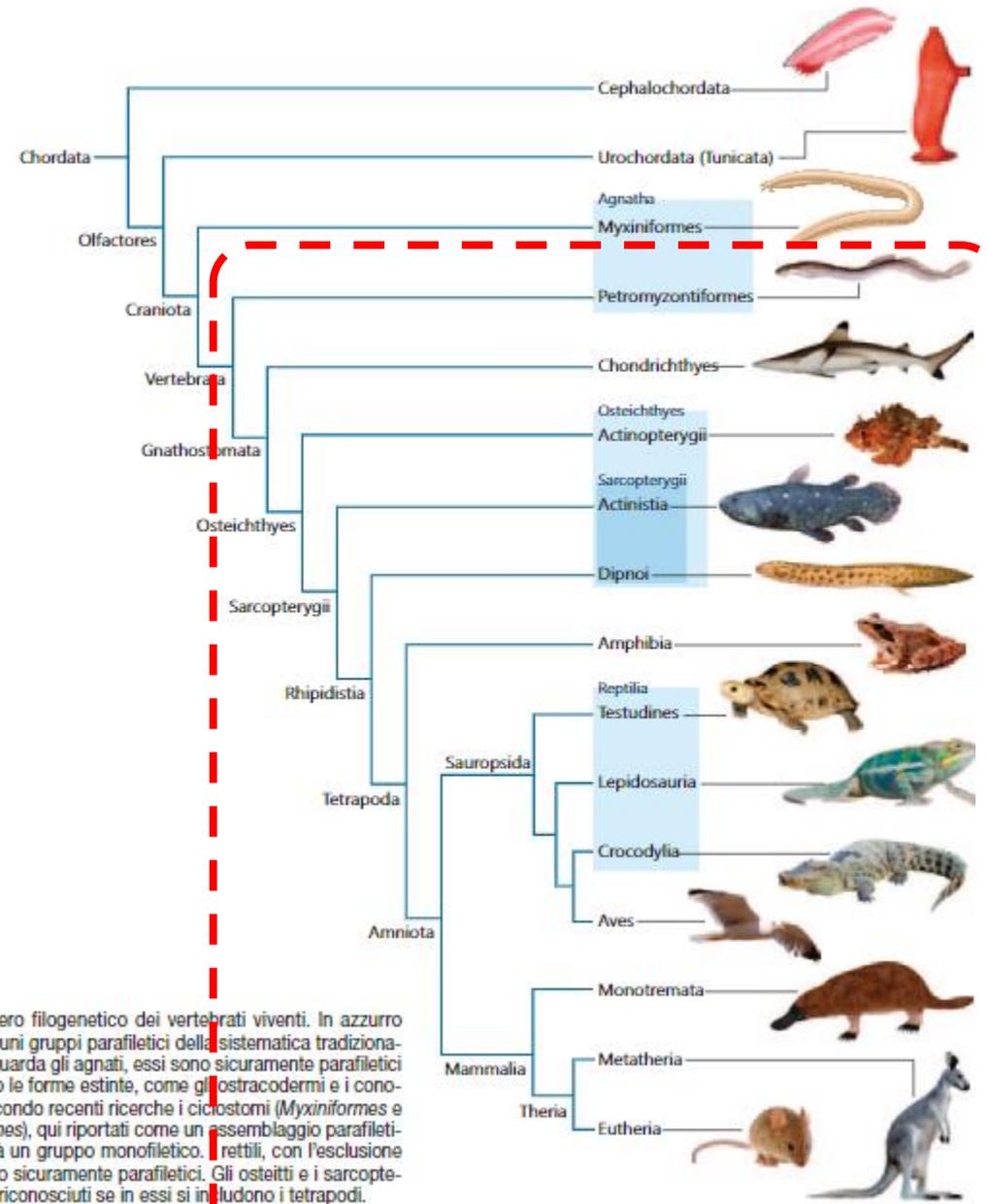
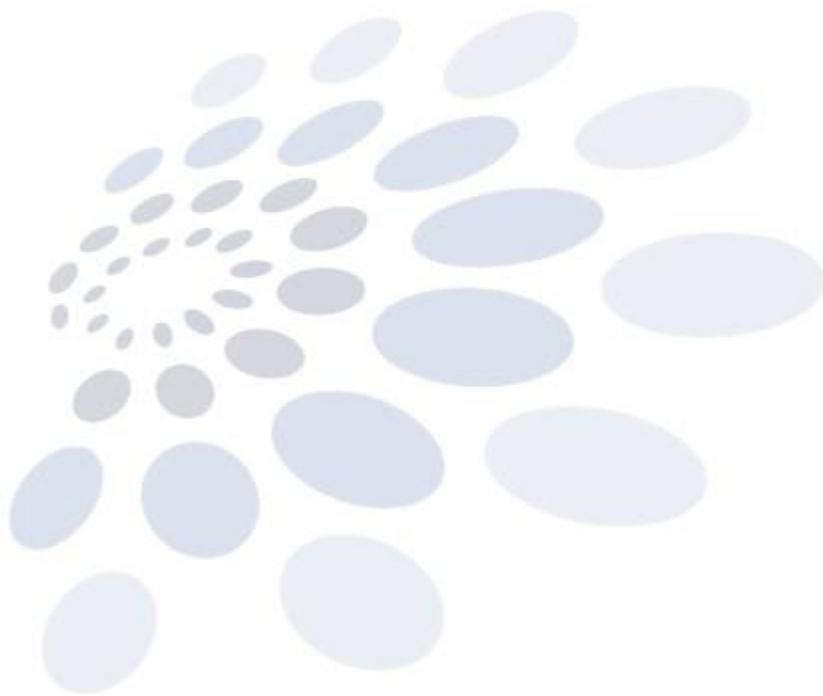


Figura 1.20 Albero filogenetico dei vertebrati viventi. In azzurro sono riportati alcuni gruppi parafiletici della sistematica tradizionale. Per quanto riguarda gli agnati, essi sono sicuramente parafiletici se si considerano le forme estinte, come gli ostracodermi e i conodonti, mentre secondo recenti ricerche i ciclostomi (*Myxini* e *Petromyzontiformes*), qui riportati come un assemblaggio parafiletico, sono in realtà un gruppo monofiletico. I rettili, con l'esclusione degli uccelli, sono sicuramente parafiletici. Gli osteitti e i sarcopterigi sono ancora riconosciuti se in essi si includono i tetrapodi.



# Similarità globale e filogenesi

- Per questi e per altri motivi alcuni studiosi hanno proposto che per la sistematica si considerino altri criteri oltre alla ricostruzione filogenetica. La scuola fenetica o di tassonomia numerica propone di basare la sistematica sulla similarità globale, che si ottiene considerando un gran numero di caratteri, a prescindere dalla loro omologia. tra tutte le coppie di taxa si calcolano indici di similarità, che a loro volta sono usati per costruire un dendrogramma di affinità fenetica o fenogramma, il quale non ha nessuna implicazione filogenetica e può essere usato per definire una classificazione.
- La scuola filetica o tassonomico-evoluzionista tenta una sintesi tra la scuola cladistica e quella fenetica: la sistematica si deve basare tanto sulla similarità globale quanto sulla filogenesi. L'analisi consiste nel calcolare prima la similarità globale con i metodi fenetici, per poi valutare se i gruppi ottenuti sono monofiletici con metodi cladistici.

