

Cristina Cavazzuti
Daniela Damiano

Biologia

Terza edizione

Capitolo 10

L'evoluzione dei viventi

1. Le teorie evolutive: un percorso storico
2. Le prove a favore dell'evoluzione
3. L'evoluzione della specie umana

Lezione 1

Le teorie evolutive: un percorso storico

1. Il fissismo e il creazionismo

In ogni ecosistema vive una grande varietà di organismi differenti, ciascuno con caratteristiche che gli consentono di occupare un habitat preciso e, cioè, di essere adattato al proprio ambiente.

Aristotele fu tra i primi a cercare di classificare la varietà dei viventi mediante la sua *Scala Naturae*. All'epoca però si credeva che gli organismi fossero immutabili nel tempo e non si evolvessero. Il **principio di fissità delle specie** fu sostenuto per molti secoli.

L'apparato boccale degli insetti impollinatori è adattato ai fiori di cui succhiano il nettare.



I delfini sono mammiferi i cui arti sono trasformati in pinne per la propulsione in acqua.



1. Il fissismo e il creazionismo

Carl von Linné, noto in Italia come Linneo, nella prima metà del Settecento sviluppò un importante **sistema di classificazione** dei viventi, basato sul confronto tra le parti dei vari organismi alla ricerca di caratteristiche chiave comuni.

A Linneo si deve anche l'attribuzione di un doppio nome in latino a ciascun organismo (*nomenclatura binomiale*), sistema tuttora in uso nel mondo scientifico.

Come Aristotele, anche Linneo era sostenitore del principio di fissità, e più in particolare del **creazionismo**.

2. La scoperta dei fossili

Nella seconda metà del Settecento iniziò a farsi strada un'idea di **evoluzione** che metteva in discussione il principio di fissità.

Le scoperte geografiche avevano infatti dimostrato che la varietà di organismi esistenti era superiore a qualsiasi ipotesi fatta fino ad allora, e i **fossili** avevano portato alla luce forme di vita del passato diverse da quelle moderne.

Tra i sostenitori del concetto di evoluzione ci sono **Georges-Louis Buffon** e **Erasmus Darwin**.



3. Il catastrofismo

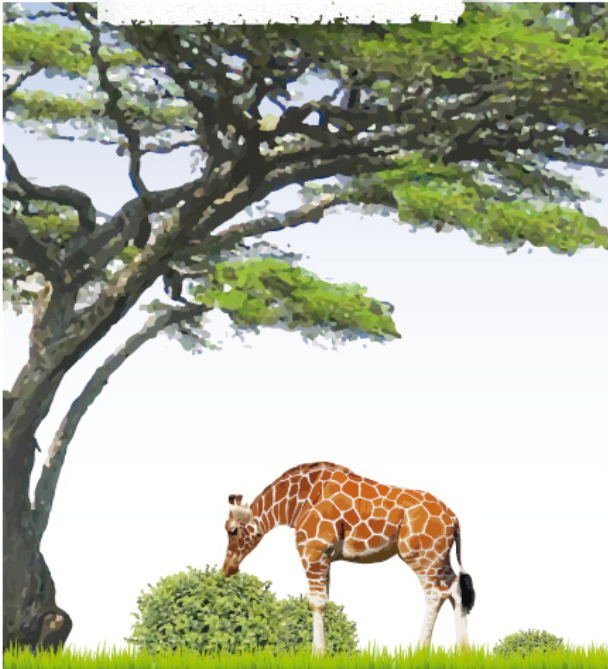
A cavallo tra Settecento e Ottocento nascevano la *paleontologia*, ossia lo studio degli esseri vissuti nel passato e dei loro ambienti di vita, e la *stratigrafia*, che analizza gli strati di rocce sedimentarie per calcolarne l'età. Passando dagli strati profondi (più antichi) a quelli superficiali (più recenti) del terreno risultava evidente che le specie fossili divenivano sempre più simili alle specie moderne.

Per spiegare l'*estinzione* di molti organismi del passato, **Georges Cuvier** propose la teoria delle catastrofi o **catastrofismo**. Secondo questa teoria, la Terra era stata periodicamente soggetta a gravi catastrofi che avevano causato l'estinzione di molte specie. Le varie aree sarebbero poi state ripopolate per intervento divino.

4. Lamarck e la prima teoria evuzionistica

Contemporaneamente a Cuvier, **Jean-Baptiste Lamarck** formulava la sua teoria, secondo cui l'adattamento di un organismo all'ambiente si ottiene attraverso due processi: *l'uso e il non uso* delle parti e *l'ereditarietà* dei caratteri acquisiti. Egli sosteneva che ciascun individuo si modificava sviluppando caratteri vantaggiosi che potevano essere trasmessi ai discendenti.

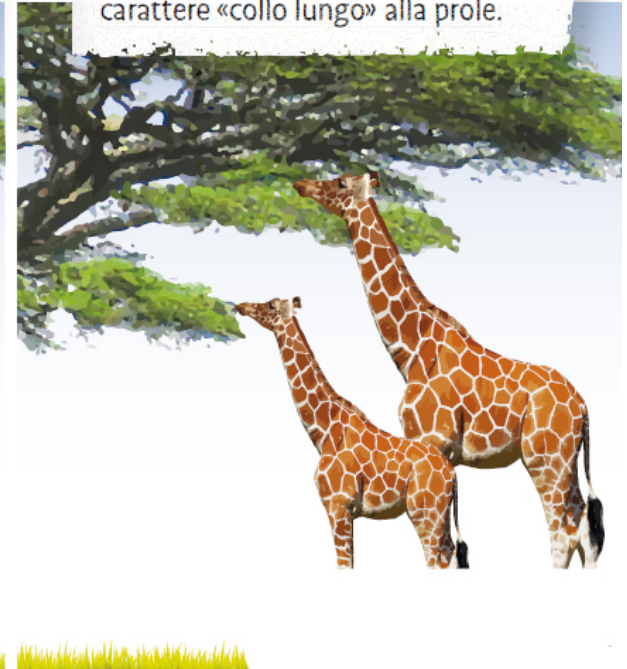
1 In origine le giraffe si nutrono di arbusti bassi.



2 Un cambiamento delle condizioni ambientali provoca la scomparsa degli arbusti e spinge la giraffa ad allungare il collo verso i rami degli alberi.



3 Le giraffe si abituano a brucare le foglie degli alberi e trasmettono il carattere «collo lungo» alla prole.



5. Darwin, Wallace e la selezione naturale

A metà Ottocento, molti scienziati cominciarono a mettere in discussione le teorie catastrofiste. Secondo l'idea gradualistica di Charles Lyell, chiamata **uniformismo**, i processi naturali sarebbero sempre stati in azione e avrebbero modellato la Terra conferendole l'aspetto attuale.



Nel 1858 **Charles Darwin** e **Alfred Wallace** presentarono una rivoluzionaria **teoria evuzionistica** che è tuttora valida, seppure con le modifiche dovute ai progressi della genetica e della biologia molecolare.

5. Darwin, Wallace e la selezione naturale

Nel 1859 **Darwin** pubblicò *L'origine delle specie per selezione naturale*.

La teoria presentata è formata da cinque «sottoteorie»:

- **l'evoluzione in quanto tale**: il mondo è in continuo divenire;
- **la discendenza comune**: tutti gli esseri viventi discendono da un antenato comune;
- **la moltiplicazione delle specie**: le specie danno origine ad altre specie;
- **la gradualità dell'evoluzione**: le popolazioni mutano gradualmente;
- **l'evoluzione per selezione naturale**: le varianti che favoriscono la sopravvivenza diventano più frequenti all'interno della popolazione.

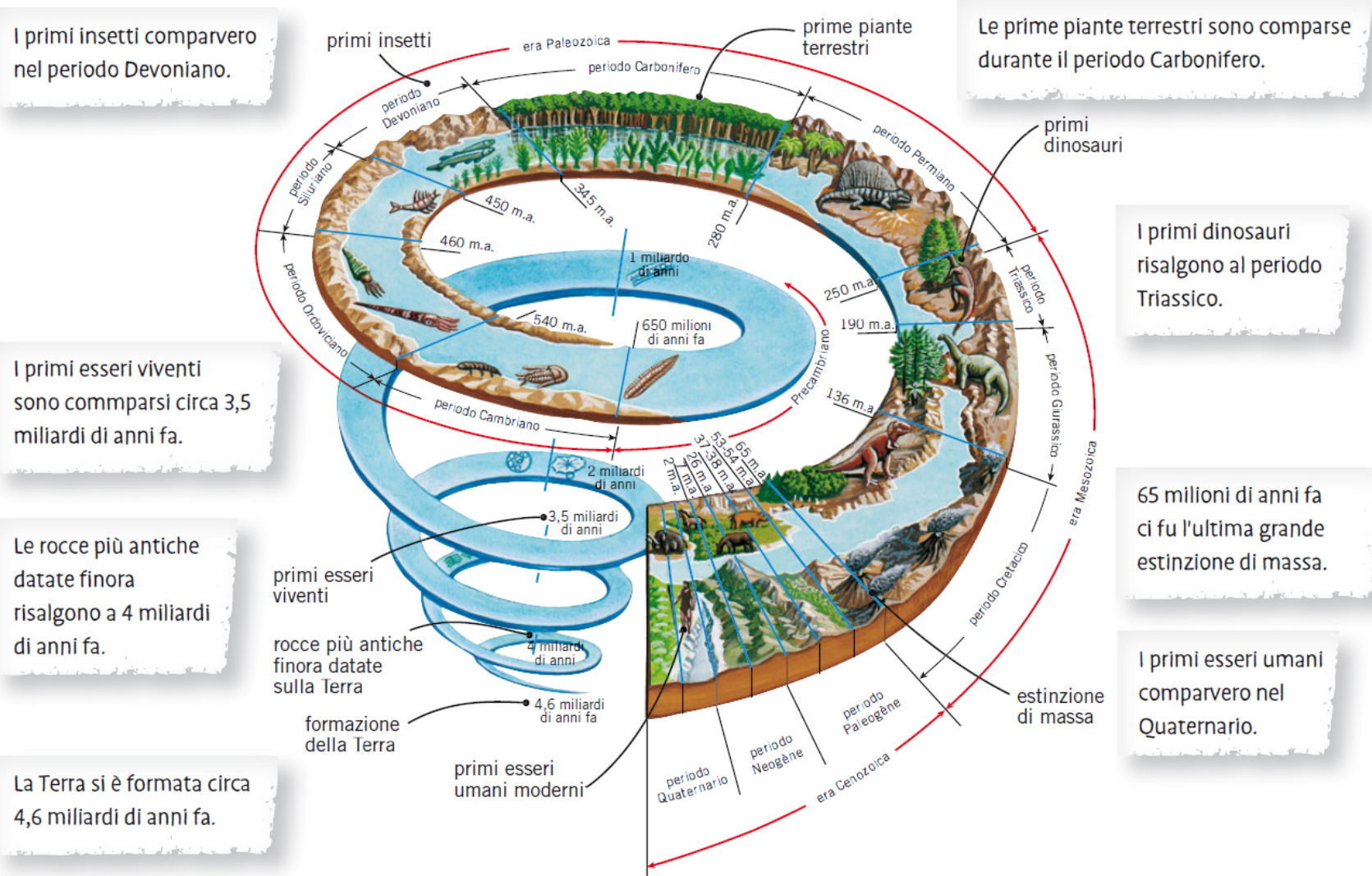
La **selezione naturale** è il meccanismo fondamentale mediante cui avvengono i processi evolutivi: le specie subiscono cambiamenti con il passare del tempo perché l'ambiente tende a selezionare gli individui più adatti e a sfavorire gli altri. I cambiamenti sono poi trasmessi alla prole.

Lezione 2

Le prove a favore dell'evoluzione

6. La documentazione fossile

I fossili mostrano come gli organismi sono cambiati nel tempo. La **scala geocronologica** illustra l'età dei fossili e le tappe della storia della vita.



7. I fringuelli di Darwin e la radiazione adattativa

Darwin e Wallace erano rimasti molto colpiti dalla **distribuzione geografica** delle specie.

Darwin aveva notato una notevole somiglianza tra le specie animali e vegetali che vivevano nelle **Galàpagos** e al contempo una certa variabilità da un' isola all' altra all' interno delle popolazioni di animali.

In particolare a colpirlo furono le tante popolazioni di fringuelli, tutte simili tra loro tranne che per le dimensioni e la forma del becco.

Darwin notò che questa caratteristica era correlata al tipo di cibo disponibile su ogni isola.

7. I fringuelli di Darwin e la radiazione adattativa

I fringuelli di piccole dimensioni raccolgono insetti sulla superficie delle foglie.



Geospiza scandens

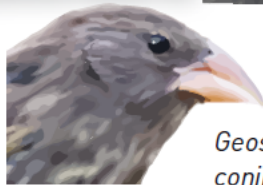


Geospiza difficilis



Pinaroloxias inornata
(isola di Cocos)

Durante il suo viaggio Darwin raccolse numerosi fringuelli, noti come i «fringuelli di Darwin», successivamente classificati in quattordici specie di diversi generi.



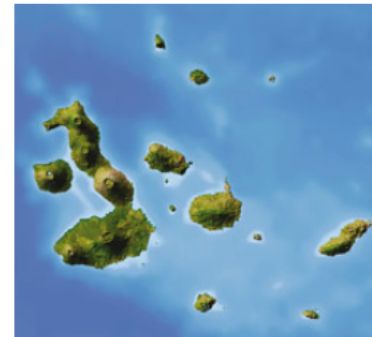
Geospiza conirostris



Geospiza magnirostris



Geospiza fortis



Isole Galápagos



Certhidea olivacea



Cactospiza heliobates



Cactospiza pallida

I fringuelli con il becco più robusto possono rompere i semi più duri e più grandi.



Geospiza fuliginosa

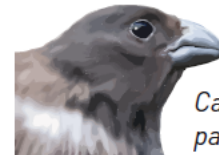
Platyspiza crassirostris



Camarhynchus psittacula



Camarhynchus parvulus



Camarhynchus pauper

La differente forma del becco suggerì a Darwin un meccanismo di differenziazione a partire da un antenato comune e legata al tipo di dieta.

7. I fringuelli di Darwin e la radiazione adattativa

I fringuelli delle Galàpagos presentavano numerose somiglianze con le specie che vivevano sulle coste dell' Ecuador, mentre erano diversi dai fringuelli europei e nordamericani.

Questo lasciava ipotizzare che discendessero da un antenato comune proveniente dal Sudamerica.

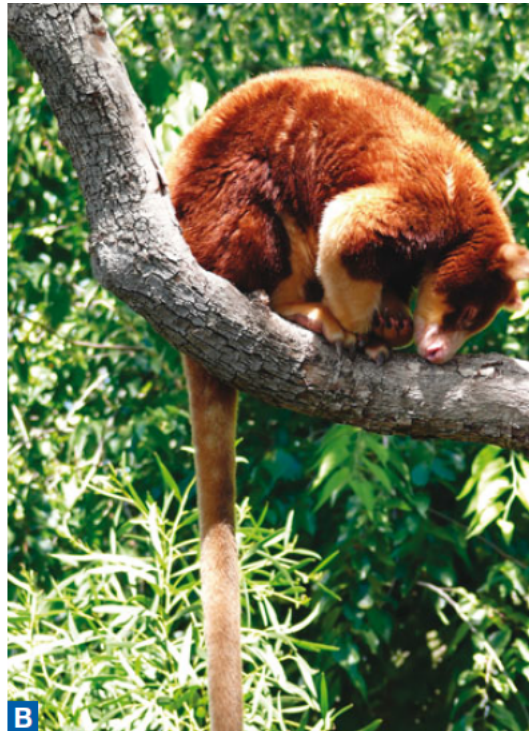
Il meccanismo alla base di questa modalità di speciazione è detto **radiazione adattativa**.

Anche le caratteristiche della fauna australiana possono essere spiegate in ottica evolutivista.

L' *isolamento geografico* in Australia ha determinato la sopravvivenza di specie altrove estinte, come i marsupiali.

7. I fringuelli di Darwin e la radiazione adattativa

Marsupiali: canguro rosso (A), canguro arboricolo (B), wombat (C) e koala (D)



L'assenza di competitori ha permesso a questi animali di occupare tutte le nicchie ecologiche disponibili nel continente australiano.

8. L' anatomia comparata

Altre prove a sostegno della teoria evolutiva provengono dall' **anatomia comparata**. Nonostante la diversità di aspetto e funzioni, gli arti anteriori dei mammiferi sono costituiti tutti dai medesimi segmenti scheletrici.

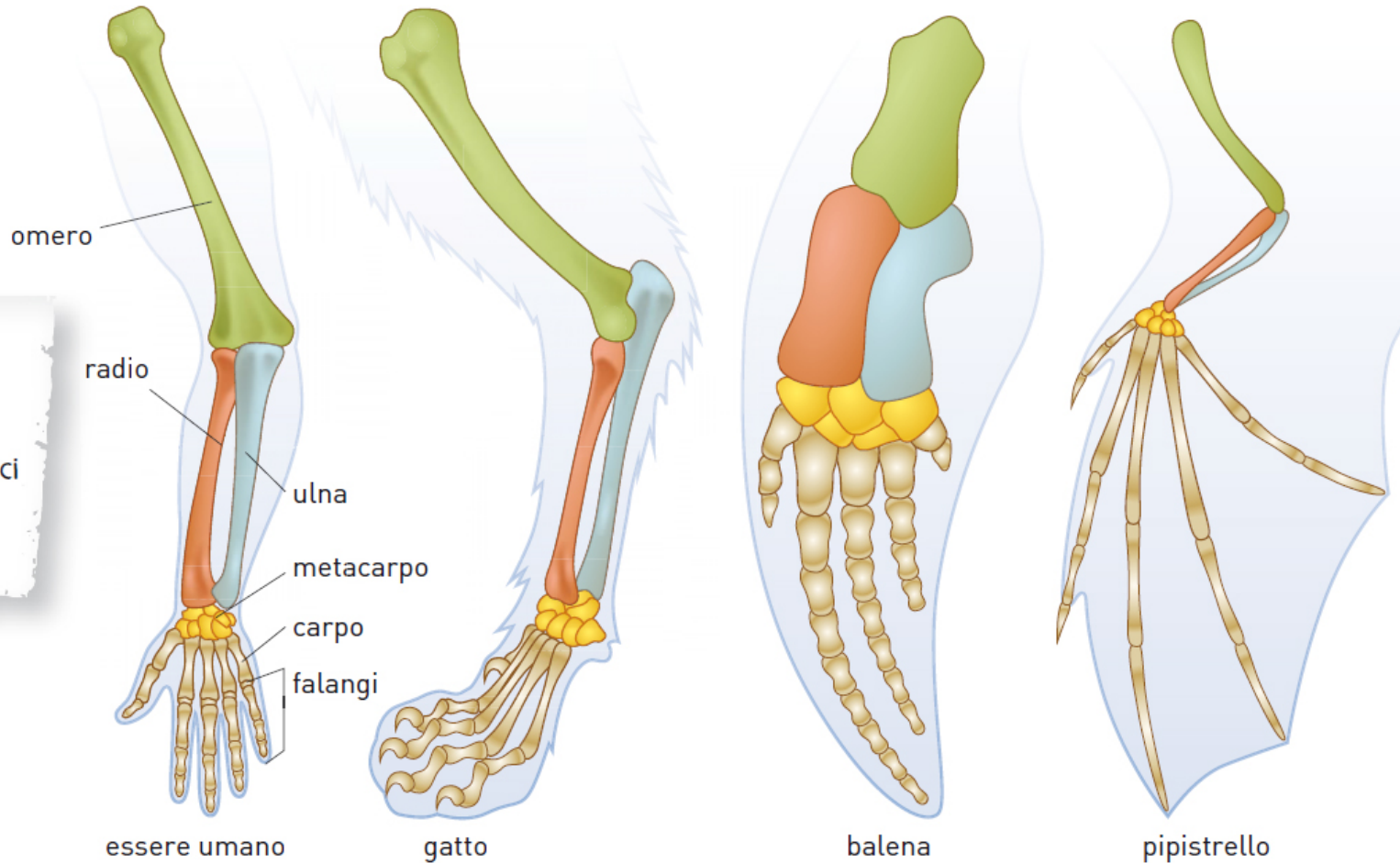
Le caratteristiche condivise da più specie ed ereditate da un antenato comune sono dette **caratteri omologhi**. Ne sono un esempio gli arti anteriori di quattro mammiferi diversi.

Pressioni evolutive simili producono somiglianze anche tra organismi non imparentati; si parla in questo caso di **caratteri analoghi**. Ne sono un esempio le ali degli insetti e dei pipistrelli, che hanno la stessa funzione ma struttura diversa.

Un «ricordo» dell' evoluzione sono gli **organi rudimentali** o *vestigiali*. Ne è un esempio il nostro coccige, che deriva dalla coda di altre specie di mammiferi.

8. L' anatomia comparata

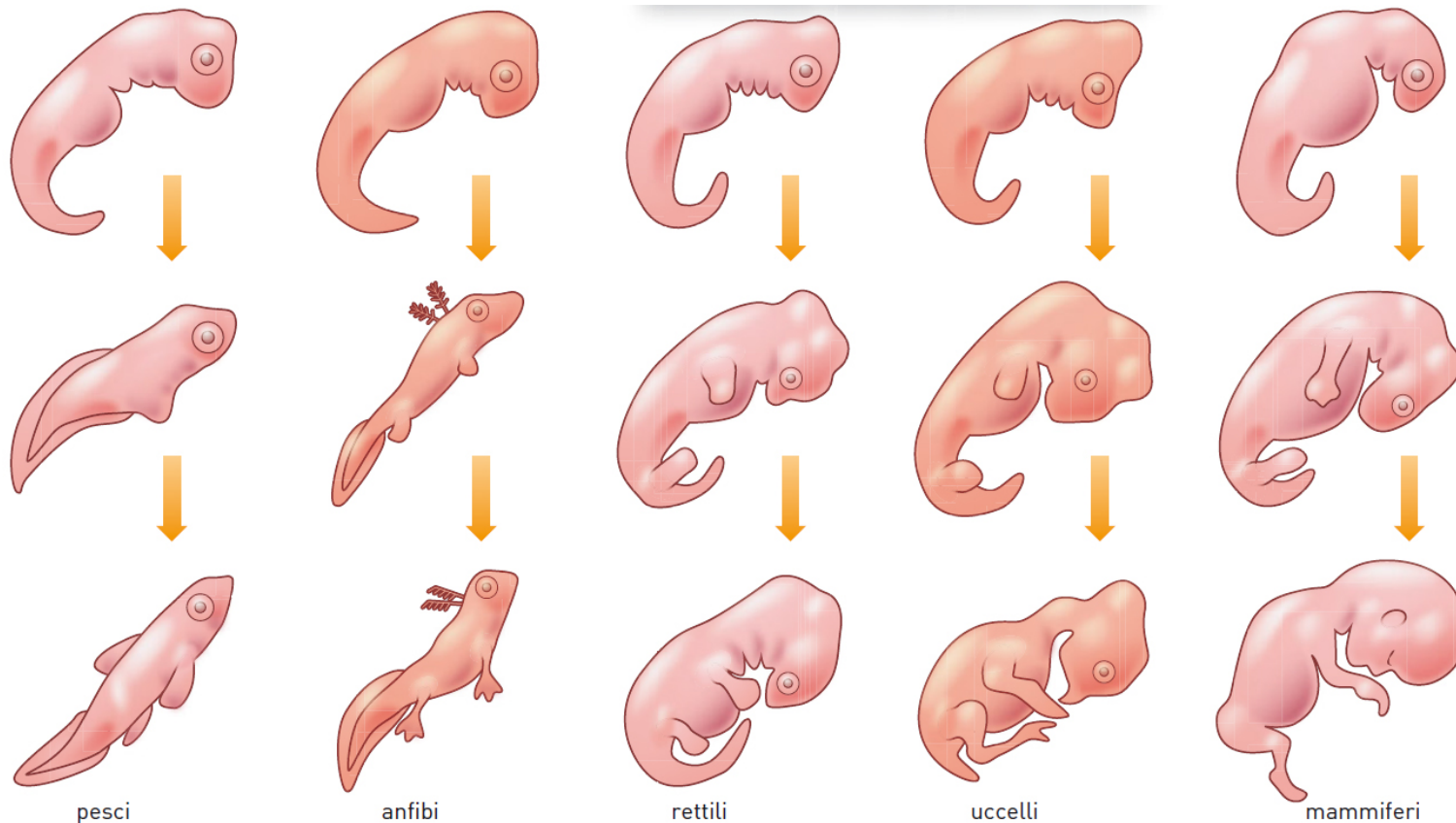
Caratteri omologhi nei mammiferi: gli arti anteriori



Pur avendo uno sviluppo diverso, gli arti anteriori dei mammiferi sono formati dagli stessi «pezzi» scheletrici che costituiscono braccio, avambraccio e mano.

9. L' embriologia comparata

L' **embriologia comparata** fornisce altre prove a favore dell' evoluzione. Una caratteristica comune a tutti gli embrioni dei vertebrati sono le *fessure branchiali*, che sviluppandosi danno origine a organi diversi. Il fatto che strutture diverse derivino da organi embrionali simili testimonia la discendenza di tutti i vertebrati da un antenato comune.



10. La selezione artificiale e la biologia molecolare

La selezione artificiale e gli studi di biologia molecolare sono ulteriori prove a favore dell'evoluzione.

L'enorme varietà di specie di animali domestici e piante coltivate è ottenuta tramite **selezione artificiale**. Ciò è possibile perché esiste una **variabilità dei caratteri** tra gli individui di una popolazione.

La **biologia molecolare** studia la struttura e le funzioni del DNA e delle proteine.

Si è visto, per esempio, che il *citocromo c* dell'uomo differisce da quello di una scimmia per soli due amminoacidi, da quello di un'anatra per 11 amminoacidi, da quello di un pesce per 20 amminoacidi.

Tali differenze riflettono i rapporti di parentela emersi sia con l'analisi delle strutture anatomiche sia con il confronto degli embrioni.

Lezione 3

L'evoluzione della specie umana

11. I primati e il genere *Homo*

L'essere umano è un mammifero placentato appartenente all'ordine dei **primati**. La maggior parte dei primati possiede uno scheletro che consente di assumere una postura piuttosto eretta e ha gli occhi collocati frontalmente.

Inoltre, i primati possiedono unghie, polpastrelli sensibili, pollice e alluce opponibili, hanno una visione a colori e un cervello grande.

Scimpanzé (A), oranghi (B) e gorilla (C) sono **scimmie antropomorfe**, i primati più strettamente imparentati con gli esseri umani.



11. I primati e il genere *Homo*

Gli **ominoidei** sono l'insieme delle scimmie antropomorfe e dei membri della famiglia umana. Questi ultimi in particolare, sia che appartengano alla famiglia degli *australopitechi* sia a quelle del genere *Homo*, sono detti invece **ominidi**.

La scienza che studia la comparsa della specie umana e la sua evoluzione è la *paleoantropologia*.

La storia dell'uomo inizia in Africa; da qui gli esseri umani si sono diffusi in tutto il mondo a partire da circa 1,8 milioni di anni fa. Uno degli elementi distintivi della specie umana è la capacità di muoversi utilizzando solo gli arti posteriori (**bipedismo**).



Australopithecus afarensis è un ominide che comparve in Africa circa 3,9 milioni di anni fa.

12. L'evoluzione umana non è stato un processo lineare

Negli ultimi 5 o 6 milioni di anni sono comparse, hanno convissuto e si sono estinte circa 12 specie di ominidi. Per qualche ragione non ancora chiarita alla fine è rimasta solo ***Homo sapiens***.

La nostra evoluzione ha avuto dunque molte ramificazioni, la maggior parte delle quali è terminata con un'estinzione.

I fossili del genere *Homo* fanno la loro comparsa in Africa attorno a 2,5 milioni di anni fa.

Homo habilis è «l'uomo dotato di manualità», nelle vicinanze delle loro ossa sono stati rinvenuti strumenti di pietra.

Homo ergaster è «l'uomo lavoratore» come testimonia il ritrovamento di *amigdale*, utensili in pietra lavorati su due lati che servivano per cacciare e scuoiare.

Si ritiene che da questo ominide discendano due linee evolutive: ***Homo erectus*** e ***Homo heidelbergensis***.

13. *Homo sapiens* ha convissuto con *Homo heidelbergensis* per circa 10000 anni

Circa 400 000 anni fa, gruppi di individui appartenenti a *Homo erectus* pare abbiano dato origine a una nuova specie, ***Homo neanderthalensis***.

Alcune ricerche mostrano che durante la diffusione dei neandertaliani era già comparso ***Homo sapiens***, caratterizzato da cranio rotondo, cervello voluminoso e scheletro più gracile. I primi fossili furono scoperti a Cro-Magnon.

Homo sapiens e *Homo neanderthalensis* convissero per un lungo periodo di tempo.



Homo neanderthalensis aveva una corporatura robusta e tarchiata.

13. *Homo sapiens* ha convissuto con *Homo heidelbergensis* per circa 10 000 anni

La convivenza con *Homo sapiens* ha permesso ai neandertaliani di lasciare traccia nel nostro genoma.

Per motivi ancora incerti, forse perché non riuscirono a competere con *Homo sapiens*, circa 30 000 anni fa gli uomini di Neandertal si estinsero. Con *Homo sapiens* comincia la nostra evoluzione culturale.

