

**Università degli Studi di Trieste – a.a. 2022-2023**  
**Corso di Studio in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e la Natura**

**213SM – Ecologia**  
**213SM-3 – Ecologia Generale**

# **SPECIE**

**Prof. Stanislao Bevilacqua ([sbevilacqua@units.it](mailto:sbevilacqua@units.it))**

# **Cos'è una specie?**

**Non c'è una visione univoca di cosa sia una specie. A seconda del gruppo animale o vegetale studiato, il concetto di specie può assumere diverse connotazioni.**

**In effetti, esiste un dibattito sulla natura oggettiva delle specie, che alcuni ritengono essere un artefatto della predisposizione propria dell'uomo a classificare i viventi.**

**Più ci si inoltra nel dettaglio della classificazione degli organismi, più i confini tra gruppi ('specie') diventano labili, e difficilmente inquadrabili univocamente per tutti gli organismi.**

# Concetto tipologico e morfologico

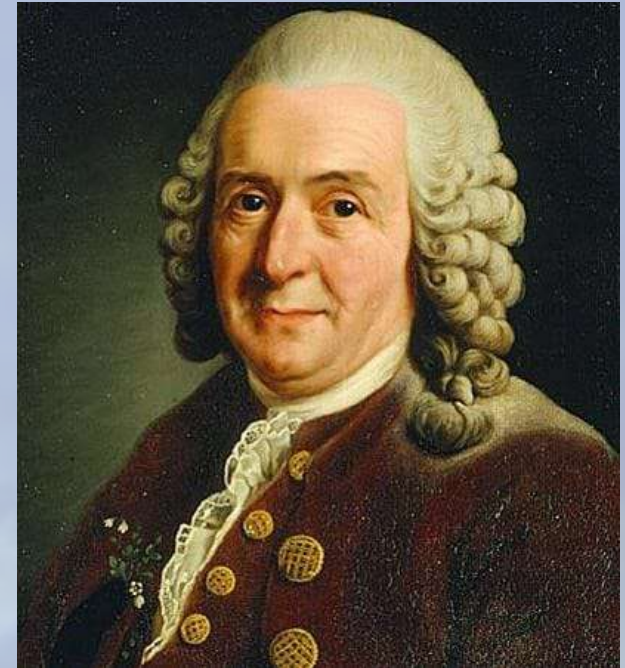
**Le specie sono definite da caratteristiche fisse e tipiche del gruppo (spesso morfologiche).**

Questo concetto è alla base della classificazione dei viventi operata da Linnaeus nel suo *Systema Naturae*. In questo sistema, gli organismi venivano classificati in base a delle caratteristiche morfologiche, in una gerarchia di gruppi (*taxa*). Oggi, i livelli principali sono 7 (dal Regno alla Specie).

## **Nomenclatura binomia**

Per l'identificazione si designava un campione tipo, depositato in un museo, e gli organismi venivano comparati con il campione di riferimento.

Questo concetto assume le specie come entità immutabili, cosa che viene confutata dalle successive teorie sull'evoluzione, a partire da Darwin. Il concetto è ancora oggi usato per l'identificazione delle specie sulla base delle caratteristiche morfologiche salienti.



# Limiti del concetto morfologico

L'identificazione solo sulla base di tratti morfologici può essere difficile. In molti casi coinvolge l'esame di caratteristiche strutturali microscopiche. Organismi indistinguibili dal punto di vista morfologico possono appartenere a specie diverse, ed essere non interfecondi (**sibling species**), quindi non in grado di originare prole.

Di contro, possono esistere organismi completamente diversi dal punto di vista morfologico ma appartenenti alla stessa specie (**polimorfismo**).

Inoltre, resta sempre la soggettività nel definire quali caratteri sono discriminanti. Infine, la classificazione tassonomica non rispecchia necessariamente l'origine evolutiva. La sistematica infatti non equivale alla tassonomia, essendo la prima strutturata sulla base delle divergenze evolutive e, quindi, dal punto di vista dell'origine comune (filogenesi), a prescindere dalla somiglianza morfologica.





**Specie**

<i>Panthera pardus</i> (leopardo)	<i>Mephitis mephitis</i> (moffetta zebraata)	<i>Lutra lutra</i> (lontra)	<i>Canis familiaris</i> (cane domestico)	<i>Canis lupus</i> (lupo)
--------------------------------------	---	--------------------------------	---	------------------------------

**Genere**

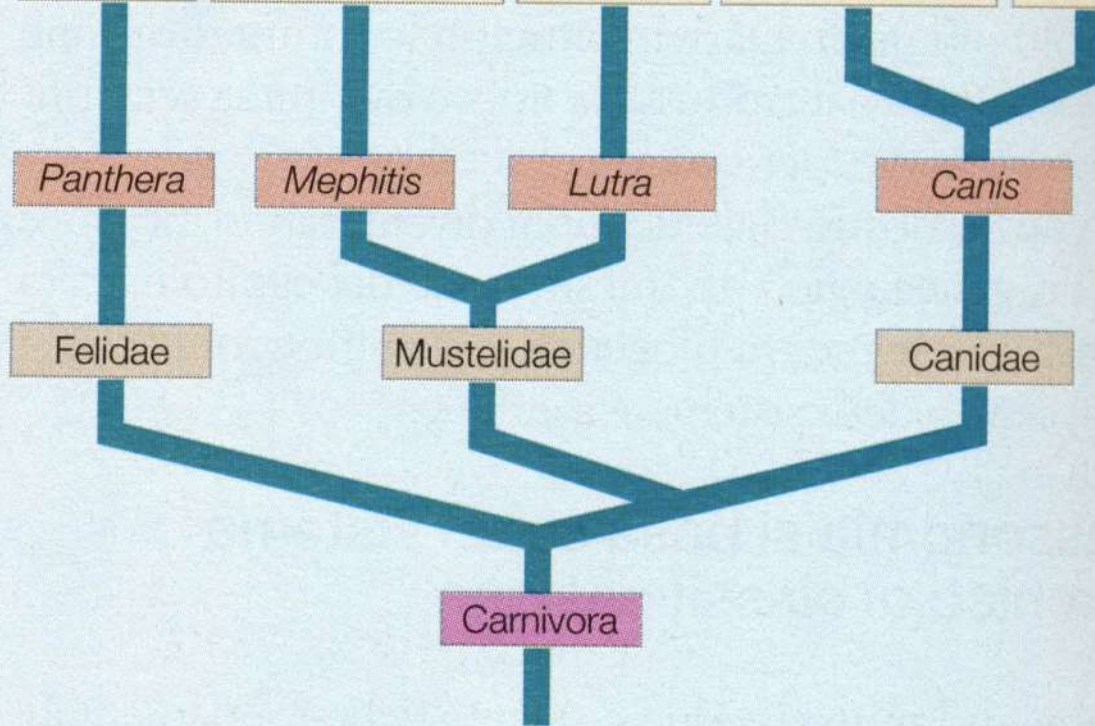
<i>Panthera</i>	<i>Mephitis</i>	<i>Lutra</i>	<i>Canis</i>
-----------------	-----------------	--------------	--------------

**Famiglia**

Felidae	Mustelidae	Canidae
---------	------------	---------

**Ordine**

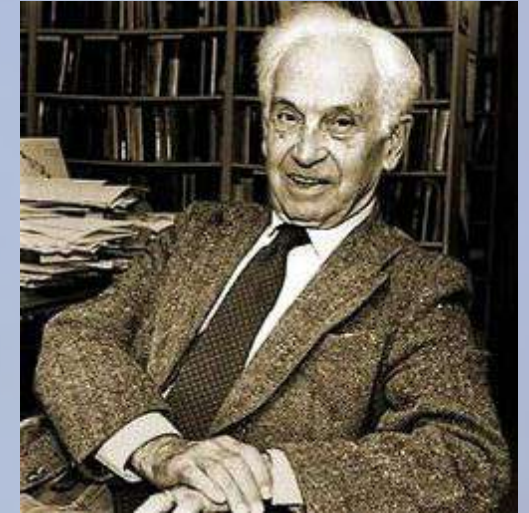
Carnivora



# Concetto biologico

La specie è vista come un insieme di individui interfecondi, isolati riproduttivamente in natura da altri gruppi, e che svolgono un preciso ruolo ecologico.

Intrinseca alla definizione vi è anche l'origine evolutiva dell'insieme di individui a partire da progenitori comuni.



Ernst Mayr

Tra i limiti del concetto vi è il fatto che specie diverse possono originare prole ibrida ma fertile (es. orsi polari e grizzly). Tuttavia, questi incroci avvengono grazie all'intervento dell'uomo e non avverrebbero in natura, a causa dell'**isolamento riproduttivo**.

Il limite maggiore al concetto è che non è applicabile agli organismi che si riproducono esclusivamente o preferenzialmente in modo asessuale (es. batteri, protozoi).

# Isolamento riproduttivo

## Barriere pre-zigotiche

- *Isolamento spaziale*

Gli individui di specie diverse vivono in habitat diversi o luoghi geografici separati

- *Isolamento temporale*

Gli individui di specie diverse si riproducono in momenti diversi

- *Isolamento comportamentale*

Gli individui di gruppi diversi non si riconoscono come partner riproduttivi

- *Isolamento anatomico*

Gli organi sessuali di individui appartenenti a specie diverse impediscono l'accoppiamento o il trasferimento di gameti

- *Isolamento gametico*

I gameti di specie diverse non si uniscono a formare uno zigote

## Barriere post-zigotiche

- *Anomalie dello zigote ibrido*

Gli zigoti non sopravvivono o non raggiungono la maturità sessuale

- *Infertilità dell'ibrido*

Gli ibridi non sono in grado di riprodursi

- *Bassa sopravvivenza degli ibridi*

Gli zigoti hanno una probabilità minore di sopravvivere e arrivare alla maturità sessuale

# Concetto evolutivo e di coesione

Una singola linea evolutiva di popolazioni con un comune antenato, che mantiene distinta la propria linea da altre simili e che possiede la propria tendenza evolutiva e un preciso destino storico.

Aggiunge al concetto biologico di specie il concetto di tempo (evolutivo).

La conservazione della distinzione tra linee è implicitamente data da meccanismi di coesione intrinseci, e in particolare dal **flusso genico** tra popolazioni (attraverso la migrazione di adulti, dispersione di propaguli).

Quindi, una specie è la popolazione più inclusiva di individui con un potenziale di coesione fenotipica mantenuto dal flusso genico.

Applicabile a tutti gli organismi (a prescindere dal tipo di riproduzione), ma comunque sempre basata su caratteri diagnostici morfologici. Difficoltà nella ricostruzione temporale delle linee (fossili e caratteristiche morfologiche).



# Concetto filogenetico

Un raggruppamento non riducibile di individui con una comune origine (antenato), distinto diagnosticamente da altri raggruppamenti.

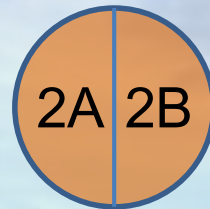
Secondo questo concetto ogni popolazione distinta di individui separata dalle altre, e che ha evoluto caratteristiche distinte (anche minori) rappresenta una specie diversa.

A differenza del concetto evolutivo, quindi, dove due popolazioni interfeconde con tendenze evolutive generali in comune sarebbero considerate come un'unica specie, in questo concetto le stesse due popolazioni rappresenterebbero 2 specie.

# Differenze e implicazioni



1 e 2 sono popolazioni diverse morfologicamente ed ecologicamente, isolate riproduttivamente e derivanti da antenati differenti.



1 e 2 sono popolazioni diverse morfologicamente ed ecologicamente, isolate riproduttivamente e derivanti da antenati differenti. In 2, le sottopopolazioni A e B hanno lievi differenze morfologiche o ecologiche, ma sono in grado di incrociarsi e dare prole fertile..

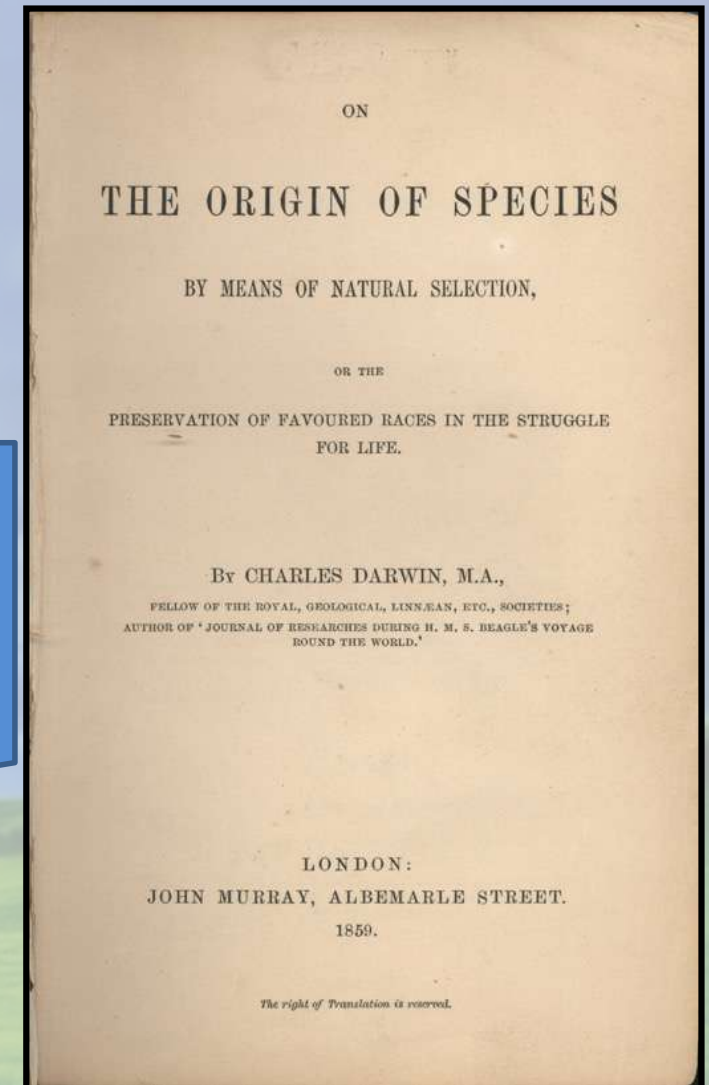
# Evoluzione

Teoria dell'evoluzione di Darwin (...e Wallace)

- 1) **Cambiamento continuo**
- 2) **Discendenza comune**
- 3) **Moltiplicazione delle specie**
- 4) **Gradualismo**
- 5) **Selezione naturale**

**Teoria dell'ereditarietà, paleontologia, sistematica, genetica delle popolazioni, biogeografia, comportamento animale, embriologia**

Teoria sintetica dell'evoluzione  
(o neodarwinismo)



# Microevoluzione

**Riguarda i cambiamenti nelle frequenze alleliche all'interno delle popolazioni.**

Gli **alleli** sono varianti di uno stesso gene, presenti all'interno di una popolazione (es. gruppi sanguigni nell'uomo).

Secondo il principio dell'**equilibrio genetico** (Hardy-Weinberg), per popolazioni grandi (teoricamente infinite), i processi di ereditarietà non alterano le frequenze alleliche.

Tuttavia, le popolazioni naturali sono generalmente limitate, ed esistono vari meccanismi in grado di alterare l'equilibrio, portando alla modifica delle frequenze alleliche, la cui interazione può dare origine a fenomeni di **speciazione**.

Questi meccanismi includono l'accoppiamento non casuale, le migrazioni (che possono aumentare la variabilità genetica delle diverse popolazioni, e al tempo stesso aumentare la coesione), e ovviamente le **mutazioni**.

# Deriva genetica

Fluttuazione casuale delle frequenze alleliche presenti in una data popolazione.

Riduzioni nel numero di individui di una popolazione può portare ad una selezione casuale degli alleli presenti nel **pool genico**, con conseguente alterazione delle frequenze iniziali. Questo insieme alla selezione naturale ed agli altri meccanismi di alterazione dell'equilibrio genetico può dare origine a nuove specie.

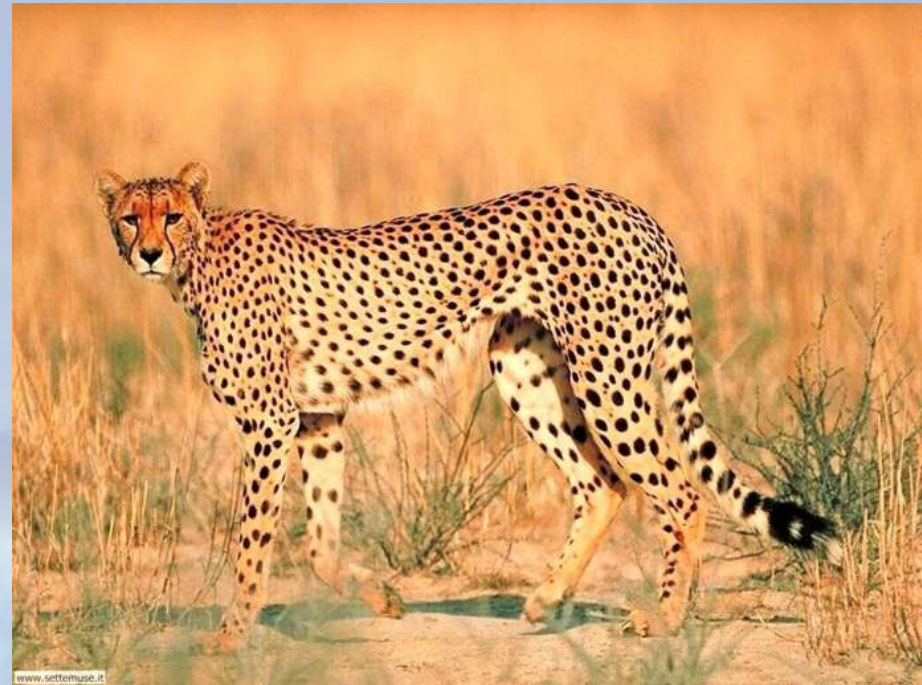


Quando una popolazione incorre in una riduzione drastica del numero di individui il fenomeno può abbassare notevolmente la variabilità genetica della popolazione, che in pratica sperimenta quello che viene definito come **“collo di bottiglia”**

# Bottle neck e effetto del fondatore

Un esempio è rappresentato dal ghepardo, le cui popolazioni possiedono una bassissima variabilità genetica, suggerendo che la specie in passato abbia attraversato un *bottle neck*.

Anche quando pochi individui di una popolazione migrano in un'area differente rispetto all'originaria, geograficamente distinta si può verificare un collo di bottiglia. In questo caso, inoltre, se vi è un isolamento della nuova popolazione si è in presenza del cosiddetto “**effetto del fondatore**”.



Il collo di bottiglia e l'isolamento possono generare una nuova specie, distinta da quella originaria. Tuttavia, la perdita di variabilità genetica può indebolire la capacità della specie di fronteggiare le variazioni ambientali, o far emergere caratteri recessivi sfavorevoli, portando all'estinzione della specie.

# Selezione naturale

Gli individui dotati dei caratteri che, nel complesso, determinano una maggiore probabilità di sopravvivenza e di riproduzione, saranno favoriti rispetto ad altri e i caratteri posseduti avranno maggiore probabilità di diffondersi all'interno della popolazione, causando ancora una volta la modifica dell'equilibrio genetico in favore dei caratteri ereditari vantaggiosi. Il risultato della selezione è **l'adattamento\***.

Le pressioni selettive non riguardano solamente i fattori ambientali, ma anche le relazioni tra organismi, ed agiscono sulla **fitness** degli individui.

Da un punto di vista biologico, la fitness può essere definita come il successo riproduttivo. Da un punto di vista ecologico, essa comprende la capacità di un genotipo di sopravvivere in un dato ambiente e diffondersi attraverso la riproduzione.

\*Non il processo biologico di modificare comportamento, metabolismo, fisiologia in base alle variazioni ambientali.

# Selezione direzionale

Nella selezione direzionale, un carattere presente nella popolazione viene favorito rispetto ad altri, per cui la frequenza dell'allele corrispondente aumenta nella popolazione. Essa avviene, ad esempio, quando l'instaurarsi di particolari condizioni ambientali favoriscono uno specifico carattere presente nella popolazione. Un caso classico di selezione direzionale all'opera riguarda la colorazione delle falene della betulla.

*Biston betularia*

Fattore selettivo: predazione

Variazione ambientale: inquinamento industriale

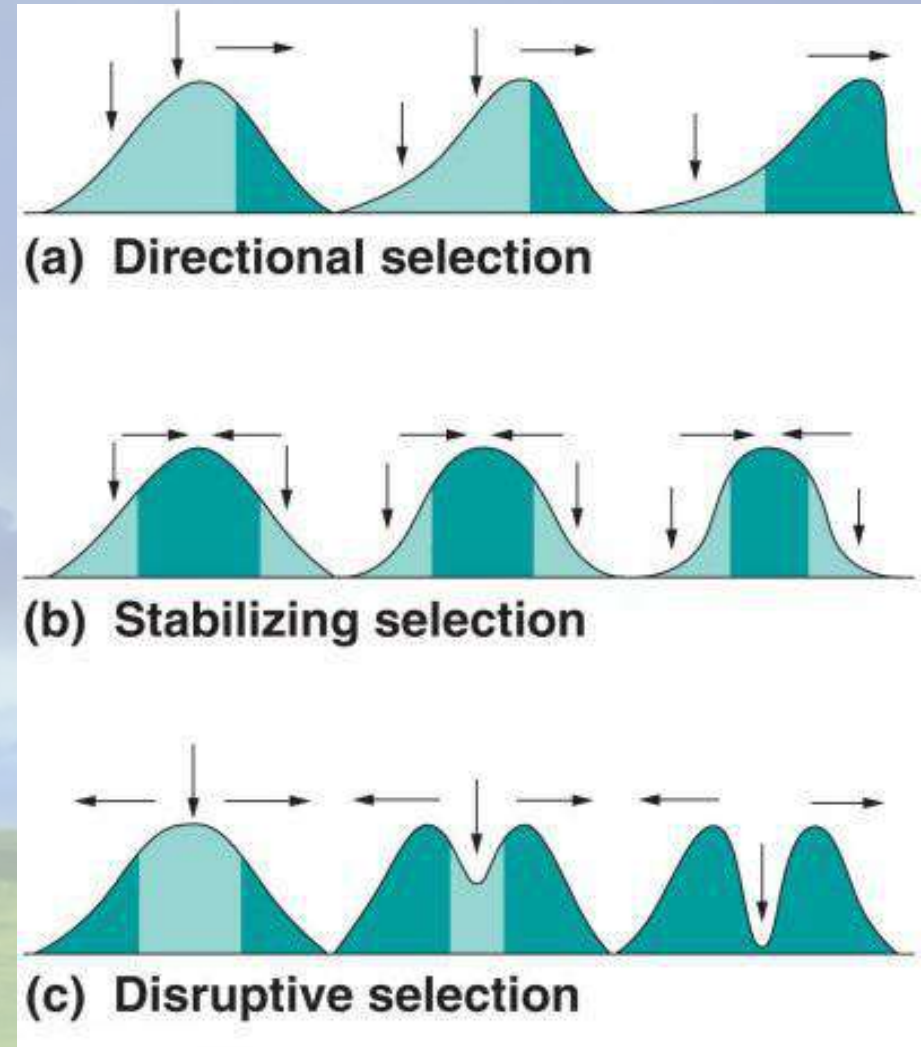




# Altri tipi di selezione

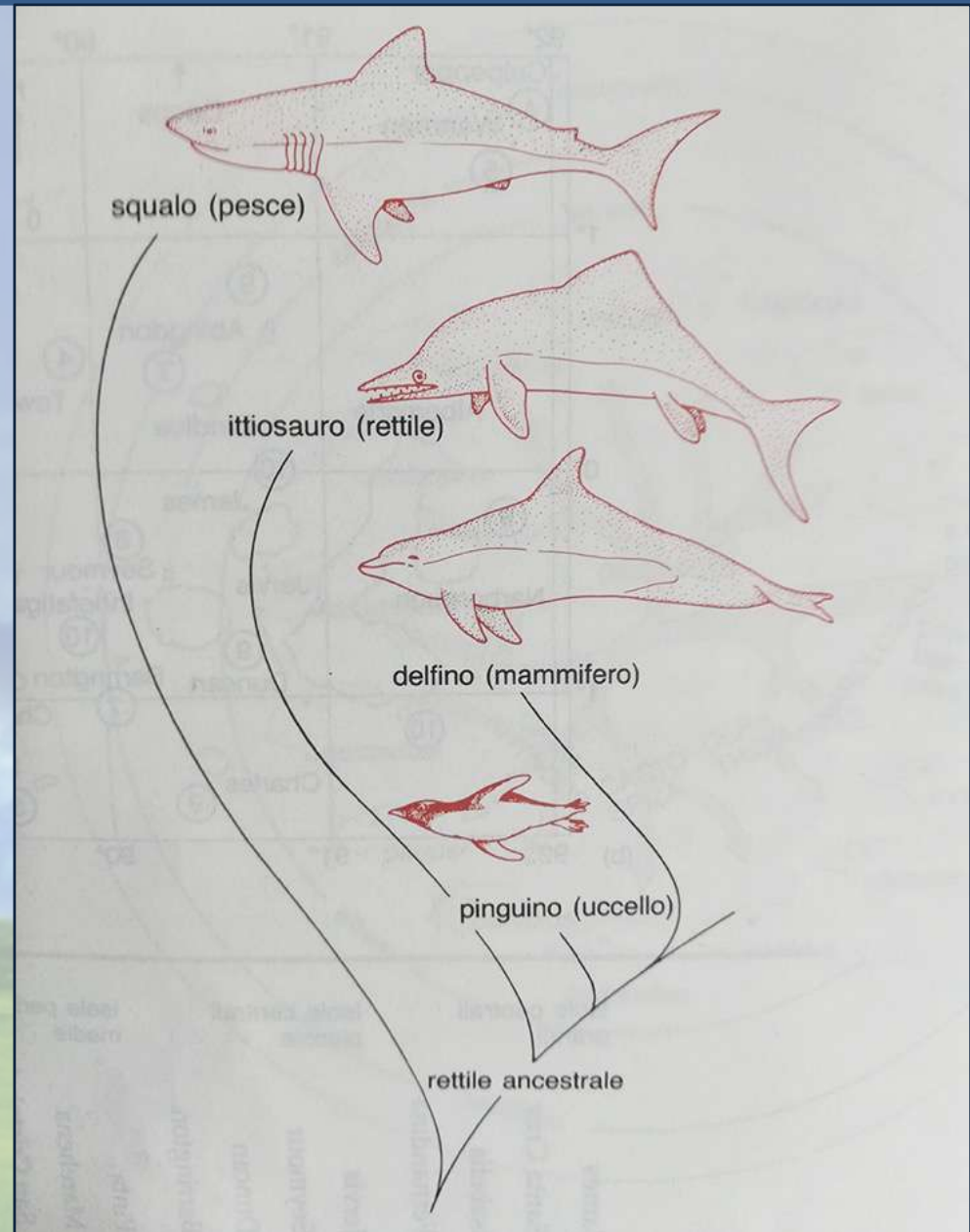
Nella **selezione stabilizzante**, un determinato carattere che è presente nella maggior parte della popolazione viene favorito. Questo tipo di selezione agisce spesso in condizioni ambientali costanti e tende a mantenere lo status quo di un certo carattere. Un esempio è il numero di uova deposte negli uccelli.

La **selezione divergente**, al contrario, favorisce due caratteri completamente diversi e può portare all'affermarsi di caratteristiche distintive all'interno di popolazioni appartenete alla stessa specie, e quindi alla speciazione.



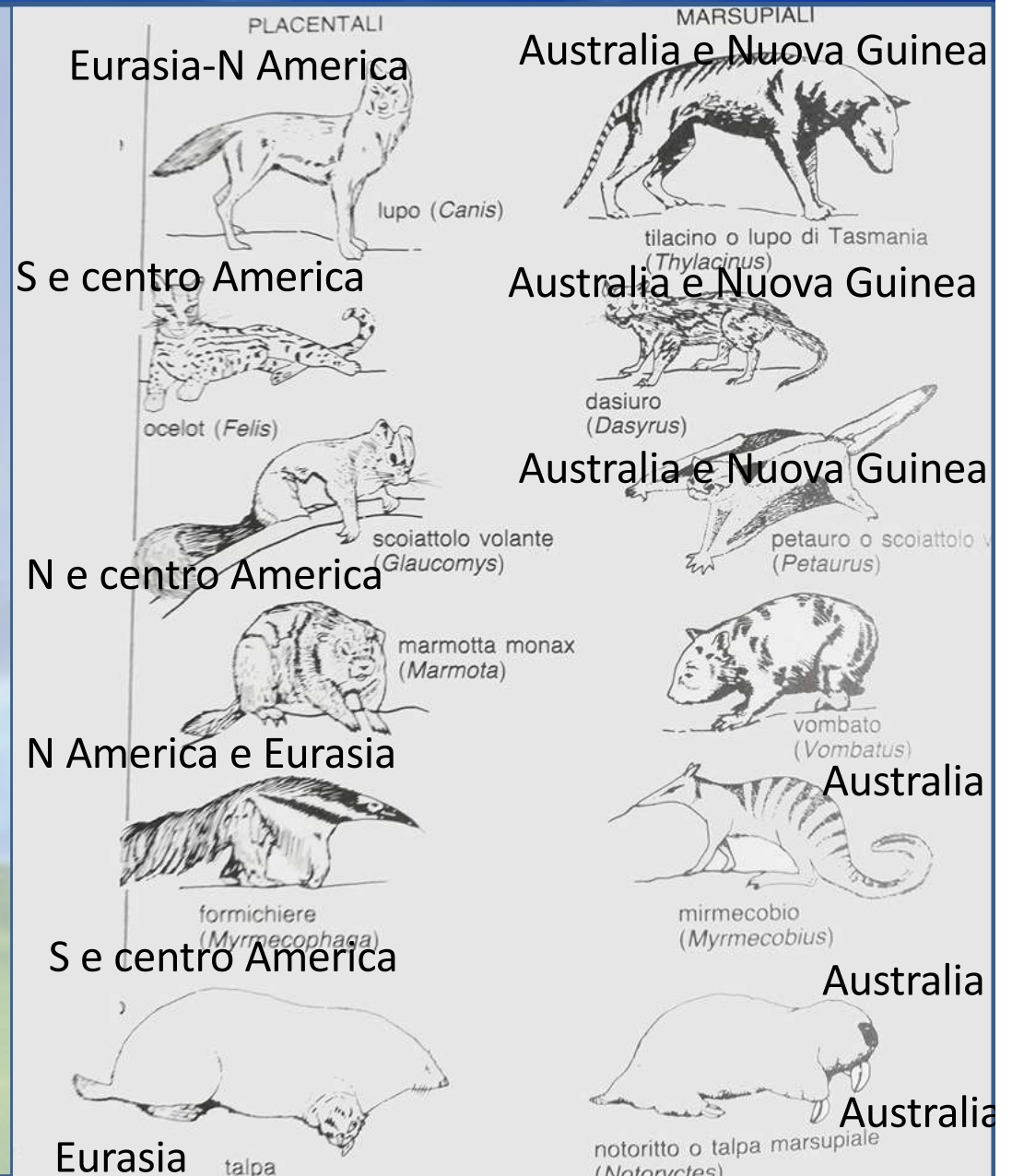
# Convergenza evolutiva

Specie che vivono in ambiente simili, sottoposte a pressione selettiva che favorisce determinati adattamenti, possono sviluppare caratteri simili indipendentemente dalla loro filogenesi (discendenza evolutiva). Questo fenomeno è detto convergenza evolutiva. La forma simile negli animali acquatici, per aumentare l'idrodinamicità, insieme alla analogia nello sviluppo di appendici particolari (pinne) ne è un esempio.



# Evoluzione parallela

Quando la selezione porta all'affermazione di caratteri simili in specie evolutivamente affini, si parla di evoluzione parallela. Essa avviene ad esempio quando gruppi affini si trovano ad essere separati nello spazio, evolvendo in modo simile. Un esempio è l'evoluzione parallela dei marsupiali e placentati, che ha portato alla formazione di specie con ruoli ecologici e forme simili.



# Speciazione allopatrica

Può avvenire quando una specie si separa in due (o più) popolazioni in seguito a dei cambiamenti ambientali che portano all'instaurarsi di barriere tali da impedire la comunicazione tra le due popolazioni. Ad esempio, il formarsi di un habitat non idoneo che separa l'habitat originario, o di una barriera geografica (una catena montuosa). Le popolazioni così separate possono divergere fino all'instaurarsi dell'isolamento riproduttivo e alla formazione di due specie diverse.



*Eucidaris metularia*



*Eucidaris tribuloides*

Un altro meccanismo alla base della speciazione allopatrica è la colonizzazione di nuove aree, separate geograficamente (o a causa di altre barriere), con un effetto del fondatore, e successiva divergenza e speciazione. Un esempio è la colonizzazione delle isole.

# Speciazione simpatica

Non avviene a causa della formazione di una barriera fisica, ma si verifica nello stesso areale di distribuzione della specie. Può instaurarsi quando alcuni individui si specializzano per colonizzare un habitat specifico, o per sfruttare una risorsa specifica, sviluppando adattamenti che li portano a differenziarsi fino a isolarsi riproduttivamente, pur restando nella stessa area.

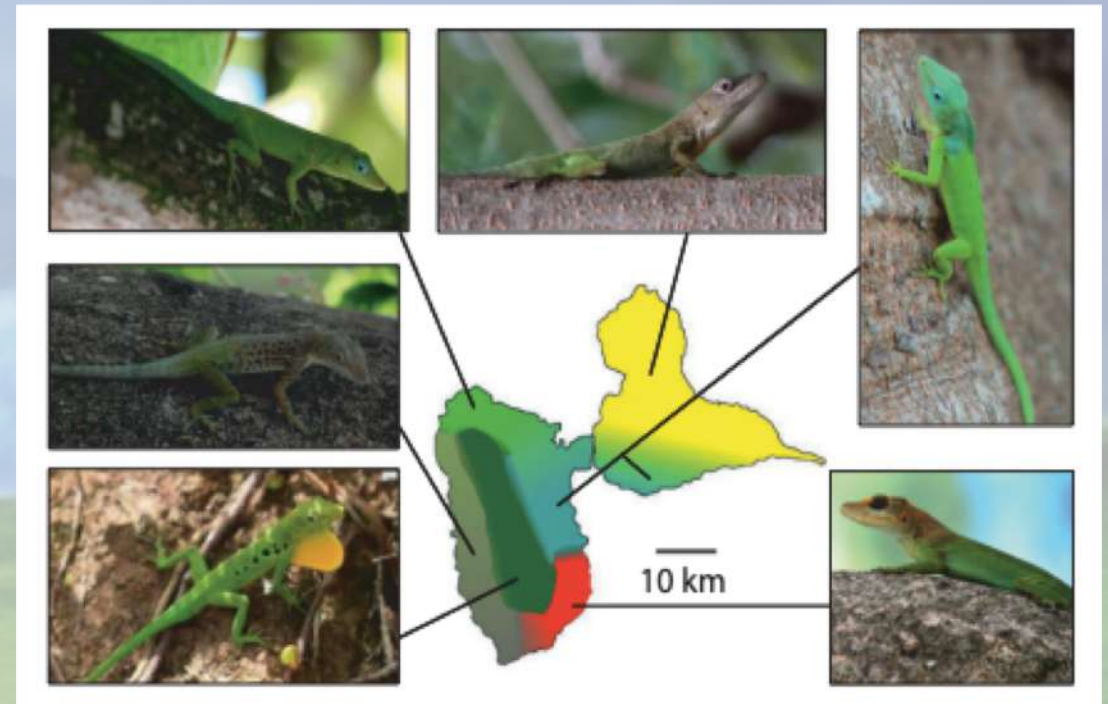


Casi di speciazione simpatica possono aver portato, ad esempio, alle numerose specie di pesci ciclidi sviluppatesi nei grandi laghi africani. In questo caso, adattamenti a sfruttare risorse trofiche diverse e la differenziazione nei colori dei maschi e la percezione dei colori da parte delle femmine hanno portato all'isolamento riproduttivo e speciazione.

# Speciazione parapatrica

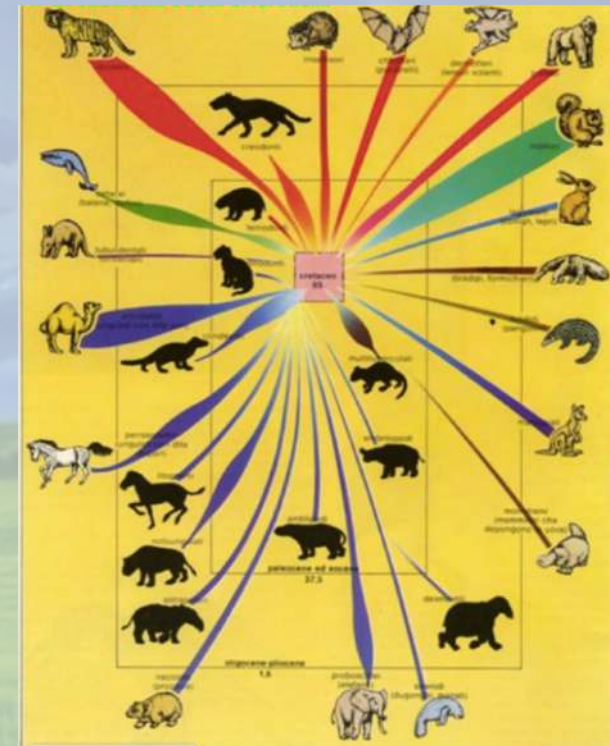
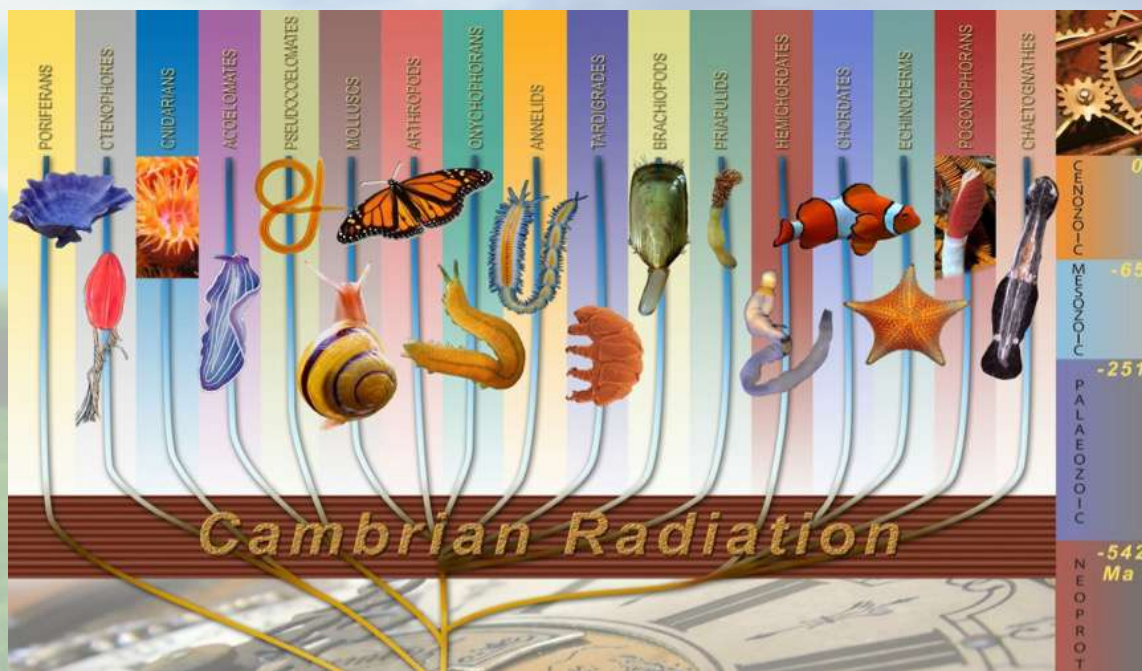
Un caso particolare di speciazione a metà strada tra simpatica e allopatrica. In questo caso, le condizioni ambientali in una data area possono modificarsi e portare popolazioni diverse ad adattarsi alle diverse condizioni pur restando in contatto lungo il confine tra queste due condizioni.

Ad esempio, un inaridimento delle condizioni in una parte di area potrebbe portare allo sviluppo di caratteristiche divergenti in popolazioni che abitano l'area umida e l'area arida, fino a condurre alla formazione di due specie diverse. Come potrebbe essere il caso di alcune specie di lucertole dei caraibi.



# Macroevoluzione

La macroevoluzione riguarda cambiamenti ad un livello di organizzazione biologica più ampio rispetto alla microevoluzione, che concerne individui e popolazioni. I processi macroevolutivi interessano intere specie o taxa superiori e si realizzano in una prospettiva temporale geologica. Spesso si verificano in seguito ad estinzioni di massa, che riducono drasticamente la diversità (selezione catastrofica delle specie) e possono essere seguite da **radiazioni adattative** di linee evolutive precedentemente poco sviluppate.



# Specie keystone

Il concetto di specie *keystone* fu elaborato originariamente da Paine per un echinoderma delle coste del Pacifico settentrionale, *Pisaster ochraceus*. Secondo Paine, una specie *keystone* è un carnivoro la cui attività di predazione è cruciale nel determinare la composizione in specie ed il funzionamento della comunità, riducendo o eliminando la monopolizzazione di una risorsa da parte di una preda avente capacità competitive superiori a quelle di altre specie.



Paine osservò che la diversità nell'ecosistema (nel caso specifico un sistema roccioso dell'intertidale), decresceva se veniva rimossa la stella marina. Egli ipotizzò che questo predatore esercitava un controllo sulle sue prede, impedendo che una sola di esse conquistasse tutto lo spazio disponibile, impedendo ad altre specie di coesistere.



# Specie keystone

In generale, le specie *keystone* sono quelle il cui ruolo consente all'intera comunità di mantenere la sua struttura. Questo ruolo funzionale è indipendente dal numero di individui con il quale la specie *keystone* è presente nella comunità, che spesso è abbastanza limitato.

Fermo restando il concetto che ogni specie è importante per la sopravvivenza della comunità, alcune specie sono, quindi, più importanti ovvero sono specie la cui perdita provoca la modificazione rapida della comunità.

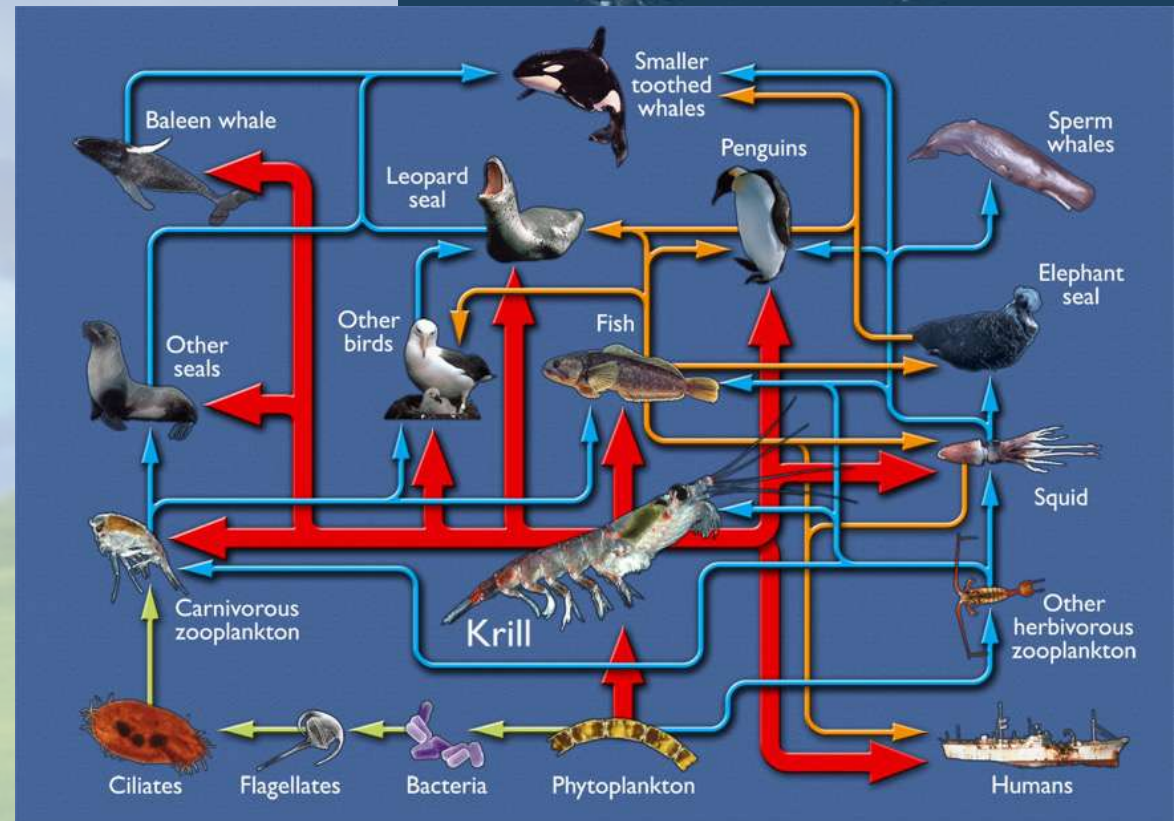


# Specie cardine

Le specie cardine sono quelle specie da cui dipende la sussistenza di un determinato ecosistema, senza le quali esso non potrebbe esistere o risulterebbe fortemente modificato.



Un esempio è il krill antartico, e in particolare la specie *Euphausia superba*, dalla quale l'ecosistema marino nell'Oceano Meridionale dipende fortemente, rappresentando questa specie la principale risorsa per moltissime specie marine antartiche.



# Habitat formers

Gli *habitat formers* (costruttori di habitat) sono tutte quelle specie che costruiscono un dato habitat e che forniscono risorse aggiuntive come il rifugio (dalla predazione) o il riparo (dai fattori ambientali). In molti casi il vero habitat di una specie non è dato dal substrato ma dalla principale specie vegetale (più raramente animale) che occupa quel substrato. Tra gli habitat former figurano, ad esempio, la *Posidonia oceanica*, le mangrovie, le madrepore. Gli habitat former rientrano nella categoria più generale degli *ecosystem engineers* (autogenici).



# Ecosystem engineers

Gli ecosystem engineers (allogenici) sono specie che modificano l'ambiente fisico in maniera tale da caratterizzarlo o da alterarne le condizioni fisico-chimiche.

I cani della prateria, ad esempio, scavando le loro tane modificano le proprietà del terreno (umidità, ossigeno) e della vegetazione presente (germinazione, semi) che si riflettono poi sulle altre specie presenti. Altro esempio sono i castori, che costruendo dighe e tane alterano la conformazioni dei corsi d'acqua.

