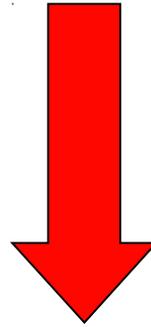


# ***La Biologia evolutiva***

1. Introduzione
2. Cenni storici
3. Principi della biologia evolutiva
4. Importanza ed applicazioni

**BIOLOGIA EVOLUTIVA**  
**(BIOLOGIA EVOLUZIONISTICA)**



**EVOLUZIONE BIOLOGICA**

*La **biologia evolutiva** è la disciplina che studia l'**evoluzione biologica**, che studia, cioè, i meccanismi attraverso i quali gli organismi viventi si modificano (evolvono) durante il corso del tempo*

# **EVOLUZIONE**

Discendenza con MODIFICAZIONE e, spesso, con DIVERSIFICAZIONE, da antenati comuni.

## **EVOLUZIONE BIOLOGICA**

Il cambiamento delle proprietà di popolazioni di organismi, o gruppi di popolazioni, durante il corso delle loro generazioni, cioè della storia

# TIPI DI DOMANDE

## COME?

- Come funziona un organismo?
- Come funziona ciascuna delle sue parti?

BIOCHIMICA, FISIOLOGIA,...

## PERCHE'?

- Perché un organismo ha una specifica caratteristica piuttosto che un'altra?
- Perché una specie vive in un determinato ecosistema e non in un altro?

BIOLOGIA EVOLUTIVA

Prevalentemente, la biologia evolutiva consiste nella formulazione di ipotesi su processi ed eventi che si sono svolti nel corso della storia della vita sulla Terra, sulla base di ciò che vediamo attualmente.

La formulazione delle ipotesi si fonda sul ragionamento, e fa sì che la biologia evolutiva, molto più di molte altre discipline biologiche, si basi soprattutto sullo studio e l'interpretazione degli eventi passati.

Da questo punto di vista, la biologia evolutiva somiglia molto agli studi storici, molto più, forse, che ad altre discipline biologiche

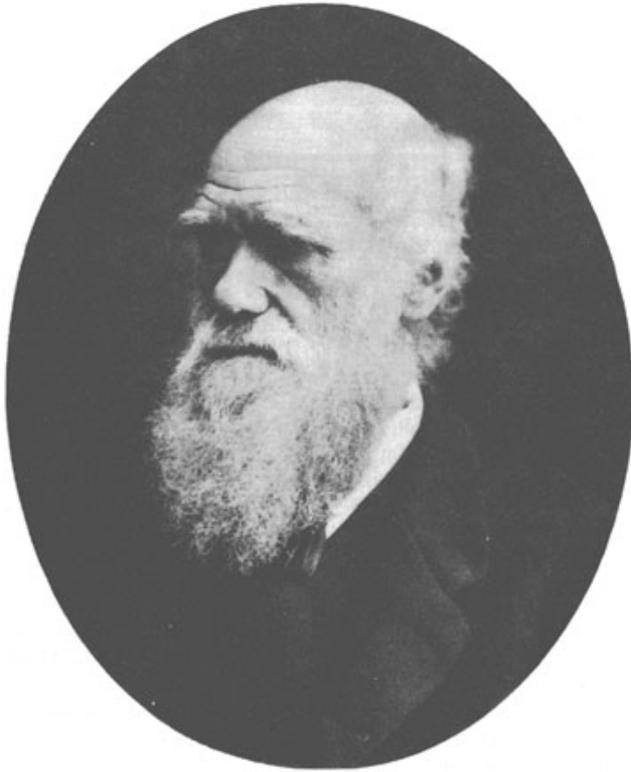
*“.....come tutti gli studi storici, l’analisi dell’evoluzione ha un grave difetto di partenza (...): manca il sostegno che può derivare dall’esperimento. La storia non si può ripetere tale e quale (...). Quel che è avvenuto è avvenuto, e molti particolari che potrebbero servire per meglio comprendere gli sviluppi che ci interessano sono perduti per sempre.....”*

*L. Cavalli-Sforza*

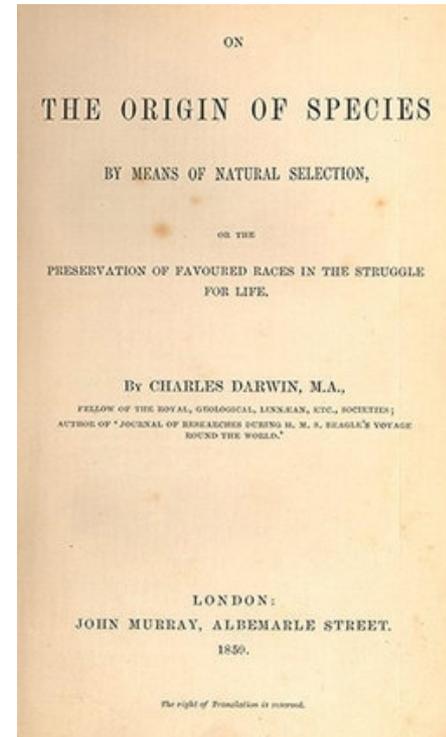
# LE DUE GRANDI DOMANDE DELLA BIOLOGIA EVOLUTIVA

- Qual'è stata la storia della vita sulla Terra?
- Quali sono le cause dell'evoluzione?

# LA “TEORIA DELL’EVOLUZIONE”



Charles Darwin  
1809-1882



*“L’ORIGINE DELLE SPECIE  
per mezzo della selezione naturale”*  
1859

In realtà, come spesso succede, una grande “teoria” non è mai il solo frutto di una singola intuizione, ma essa matura in un ambiente già culturalmente preparato ad accettarla, perché già dei passi in quella direzione erano stati fatti

Si stava, cioè, già diffondendo l’idea che gli organismi viventi si trasformano nel tempo, e che essi non restano identici durante il corso del tempo così come il Creatore li ha creati



JEAN-BAPTISTE PIERRE ANTOINE DE MONET,  
CHEVALIER DE LAMARCK

(1744-1829)

Fu il primo a formalizzare in una teoria completa il principio della trasformazione delle specie, cioè dell'EVOLUZIONE

## TRASFORMAZIONE DELLE SPECIE

I viventi sono caratterizzati da un'intrinseca capacità di trasformarsi, modificando gli organi destinati a far fronte ai bisogni fondamentali della vita

## INFLUENZE DELL'AMBIENTE

I fattori ambientali interagiscono con tale capacità di trasformarsi: a) lente modificazioni ambientale creano nuovi bisogni; b) gli organi si trasformano gradualmente adattandosi all'ambiente stesso

## PRIMA LEGGE

### (USO E NON-USO DEGLI ORGANI)

In ogni animale, **l'impiego più frequente e continuo di un organo** lo fortifica a poco a poco, lo sviluppa, lo ingrandisce e gli conferisce una potenza proporzionata alla durata del suo uso; **l'assenza costante dell'uso di tale organo** l'indebolisce, lo deteriora, diminuisce progressivamente le sue facoltà, e finisce per farlo scomparire.

## SECONDA LEGGE

### (EREDITARIETA' DEI CARATTERI ACQUISITI)

Tutto ciò che la natura ha fatto acquisire o perdere agli individui per l'influenza delle circostanze alle quali la loro razza si trova esposta, e di conseguenza, per effetto dell'uso predominante di tale organo o del suo costante non uso, **lo conserva attraverso la generazione ai nuovi individui che ne derivano**, purché i cambiamenti acquisiti siano comuni ai due sessi o almeno a quelli che hanno prodotto questi nuovi individui.

# L'evoluzione, secondo LAMARCK, procede come segue:

- 1) La vita comparve sulla Terra sotto forma di microorganismi originati per generazione spontanea
- 2) Di generazione in generazione i viventi si modificano adattandosi gradualmente all'ambiente grazie alla loro capacità di trasmettere ereditariamente i caratteri acquisiti
- 3) La complessità degli organismi è aumentata progressivamente col tempo a causa della loro tendenza a modificarsi verso livelli di organizzazione sempre crescenti

Charles  
Darwin



## The Beagle (1831-1836)



*“Il viaggio sul Beagle è stato di gran lunga l’avvenimento più importante della mia vita e quello che ha determinato tutta la mia carriera” (C.Darwin)*

# OSSERVAZIONI

*“... mi aveva molto colpito lo scoprire (...) grandi animali fossili ricoperti da armature simili a quelle degli armadilli viventi ...”*

*“... ero rimasto impressionato dal modo con cui animali molto affini si sostituiscono l'un l'altro procedendo verso sud ...”*

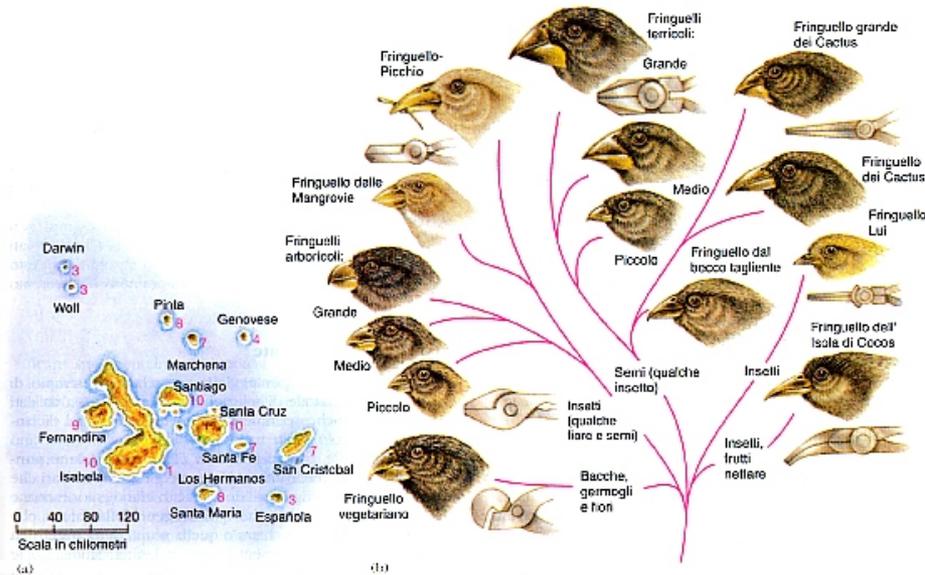
*“... [alle Galápagos] in ogni isola del gruppo [gli animali] si presentano con piccole differenze caratteristiche, benché nessuna di queste isole appaia geologicamente molto antica ...”*

Darwin, imbarcato sul Beagle, giunse alle Galapagos il 15 settembre 1835, per ripartire il successivo 20 ottobre, dopo aver visitato 4 isole.

*“Sono molto ansioso di vedere le Isole Galápagos, penso che sia la loro zoologia che la loro geologia non possono che essere estremamente interessanti.”*  
(C.D.)



# I “fringuelli di Darwin”



# LE TARTARUGHE GIGANTI

*“... il [ vicegovernatore] mi disse che le tartarughe erano differenti sulle varie isole e che egli poteva dire con certezza da quale isola provenisse ciascuna” (C.D.)*

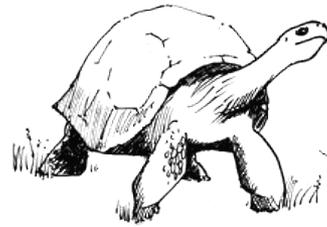


Figure 1: Domed Tortoise

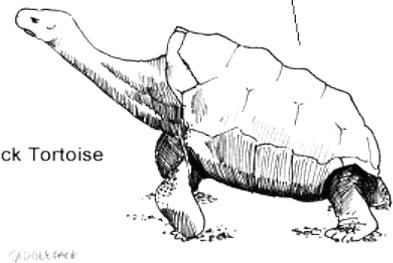


Figure 2: Saddleback Tortoise



*“...Evidentemente, fatti come questi (...) si potevano spiegare supponendo che le specie si modificano gradualmente; e questo pensiero mi ossessionava...”*

C. Darwin

TRASFORMAZIONE DELLE SPECIE,  
NEL TEMPO E NELLO SPAZIO

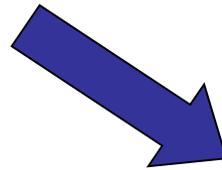
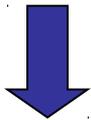


“E’ probabile che le isole del gruppo del Capo Verde assomiglino molto più strettamente in tutti i loro aspetti fisici alle isole Galápagos di quanto queste ultime non assomiglino fisicamente alle coste dell’America; tuttavia gli abitanti autoctoni dei due gruppi sono totalmente diversi...”  
(C.D.)

Perché il Creatore avrebbe dovuto sbizzarrirsi  
nel popolare arcipelaghi simili con animali  
diversi?

# Manca ancora il meccanismo.....

L'uomo **seleziona** le varietà migliori di piante ed animali scegliendo tra le diverse varianti per un determinato carattere (utile all'uomo) che compaiono in ogni generazione



# Selezione dei fenotipi migliori

*“...Gli organismi vivono in un ambiente piuttosto ostile: quelli più adatti, rispetto a date condizioni (...) hanno maggiori probabilità di sopravvivere, di riprodursi e di trasmettere ai discendenti quei caratteri che li rendono più idonei. Così la specie si modifica nel corso delle generazioni e va adattandosi a condizioni nuove che insorgono..”*

*“...Gli organismi meno adatti, meno perfetti, [...] sono (...) meno vitali, e vengono man mano eliminati, nel corso delle generazioni, per un processo puramente meccanico, conseguente alla concorrenza vitale...”*

Darwin si rende conto della variabilità delle specie naturali, sia in senso geologico/paleontologico sia in senso geografico

Si convince della LENTEZZA DELLE TRASFORMAZIONI DELLE SPECIE NATURALI congruenti con la LENTEZZA DELLE MODIFICAZIONI GEOLOGICHE

Individua l'opera degli allevatori, nell'esercitare forme di SELEZIONE SULLE CARATTERISTICHE VARIABILI DELLE SPECIE DOMESTICHE

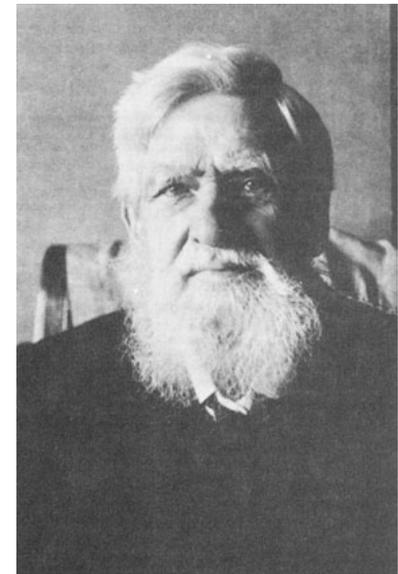
Incorpora nella propria teoria i concetti Malthusiani di LOTTA PER LA SOPRAVVIVENZA che avviene tra gli uomini: i PIU' DEBOLI SONO DESTINATI A SOCCOMBERE

Infine formula il concetto dell'ADATTAMENTO DELLE SPECIE AL PROPRIO AMBIENTE, e della SELEZIONE NATURALE che premia le varietà più vantaggiose

# QUATTRO POSTULATI

- Il mondo è in evoluzione. Le specie in continua trasformazione, non IMMUTABILI
- Il processo evolutivo è graduale, senza salti discontinui
- SELEZIONE NATURALE
  - produzione della variabilità
  - selezione delle varianti più adatte
- Tutti gli organismi sono legati tra loro dalla discendenza comune

# A.R.WALLACE



- Lavora nell'arcipelago malese
- Giunge indipendentemente e contemporaneamente alle stesse conclusioni di Darwin riguardo all'evoluzione per selezione naturale
- Scrive a Darwin (“*On the tendency of varieties to depart indefinitely from the original type*”) comunicandogli le sue osservazioni ed ipotesi
- Darwin (stimolato da Lyell e Hooker) decide di pubblicare i dati di Wallace assieme ai suoi

ON  
THE ORIGIN OF SPECIES

BY MEANS OF NATURAL SELECTION,

OR THE

PRESERVATION OF FAVOURED RACES IN THE STRUGGLE  
FOR LIFE.

By CHARLES DARWIN, M.A.,

FELLOW OF THE ROYAL, GEOLOGICAL, LINNEAN, ETC., SOCIETIES;  
AUTHOR OF 'JOURNAL OF RESEARCHES DURING H. M. S. BEAGLE'S VOYAGE  
ROUND THE WORLD.'

LONDON:  
JOHN MURRAY, ALBEMARLE STREET.

1859.

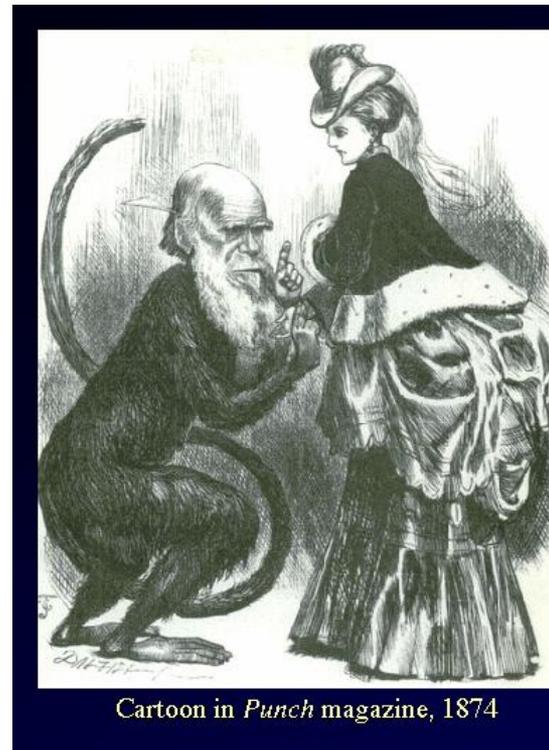
*The right of Translation is reserved.*

The *Origin of Species* was  
published in December  
1859, and rapidly became a  
best-seller.

*seguita, poi, da altre 5 edizioni, con  
poche variazioni, l'ultima delle quali  
pubblicata nel 1872*

# Corollari all'*Origine delle specie*

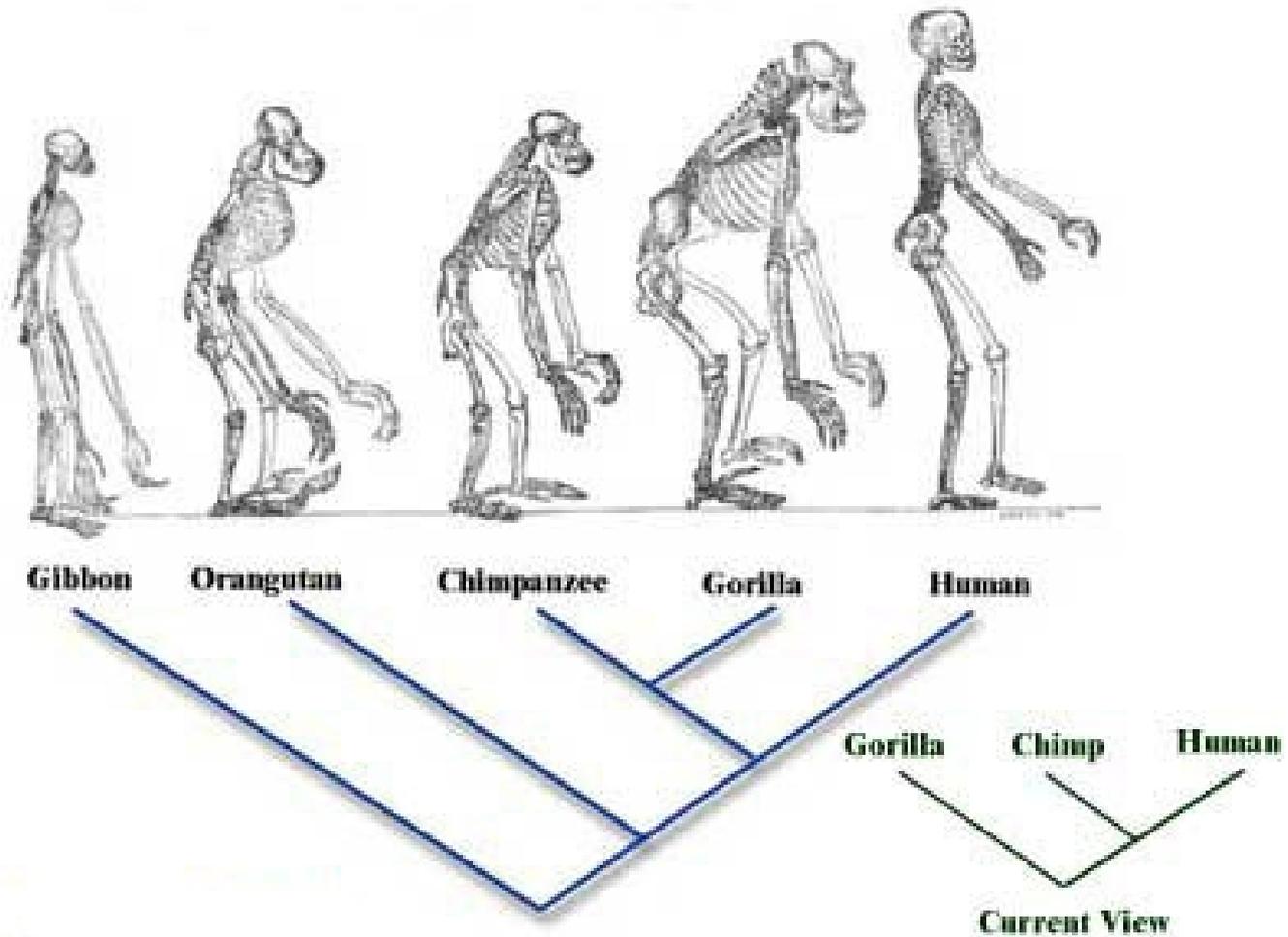
- Evoluzione dell'uomo
  - L'uomo, come ogni animale, si è evoluto seguendo le stesse regole



And things *really* heated up when Darwin *did* publish his views on human evolution, in his books *The Descent of Man* (1871) and *The Expression of the Emotions in Man and Animals* (1872)!

Cartoon in *Punch* magazine, 1874

## Phylogenetic Model



La Teoria dell'EVOLUZIONE PER SELEZIONE NATURALE di Darwin (come già, in parte, quella di Lamarck) rappresenta una valida alternativa alle interpretazioni FINALISTICHE per spiegare la **mirabile perfezione delle specie nella loro capacità di adattamento all'ambiente**

Darwin contribuisce così, in maniera determinante, ad affrancare la **biologia** dalla **teologia**

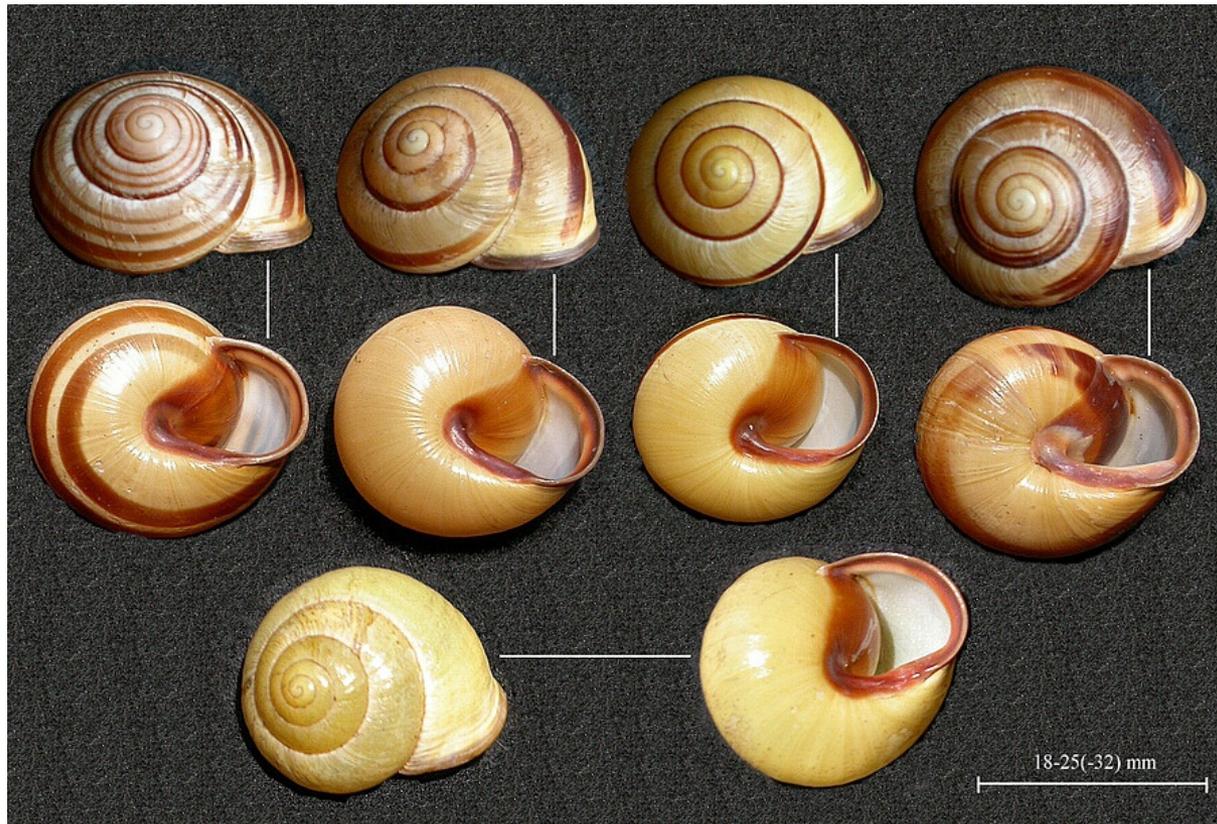
# EVOLUZIONE BIOLOGICA

## TRE PAROLE CHIAVE

- VARIABILITA'
- SELEZIONE NATURALE
- ADATTAMENTO

# EVOLUZIONE BIOLOGICA

VARIABILITA': In ogni specie, gli individui differiscono l'uno dall'altro anche per piccole caratteristiche

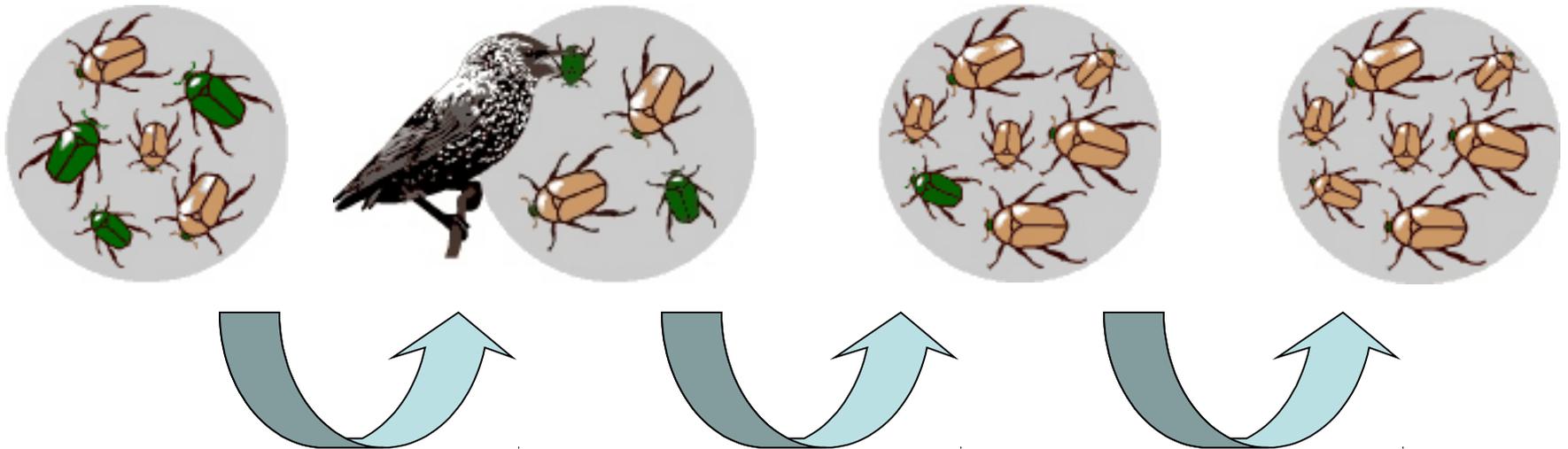


PSAMMOBIA FERVENSIS



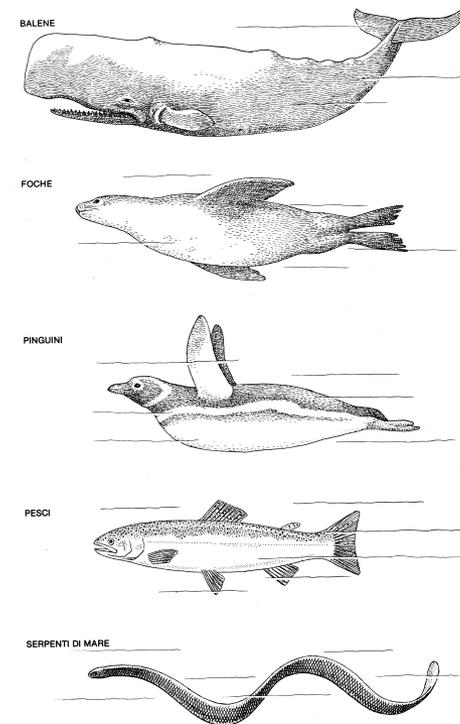
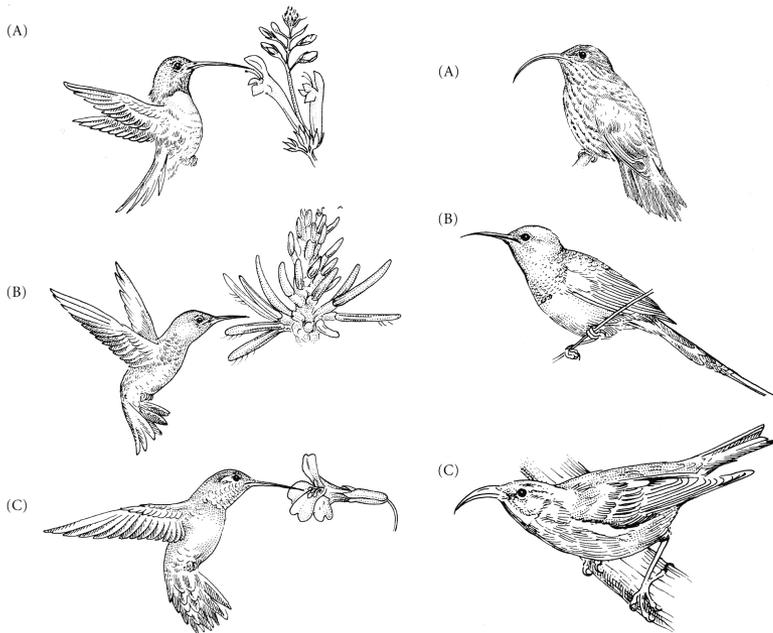
# EVOLUZIONE BIOLOGICA

SELEZIONE NATURALE: Ad ogni generazione, gli individui le cui caratteristiche permettono loro di sopravvivere meglio e riprodursi con più frequenza, nelle condizioni ambientali in cui essi si trovano, avranno un vantaggio sugli altri individui



# EVOLUZIONE BIOLOGICA

ADATTAMENTO: Il risultato di questo processo graduale è l'adattamento, cioè il possesso da parte di ogni individuo di caratteristiche, selezionate ad ogni generazione, che gli permettono di sopravvivere al meglio nel proprio ecosistema



# EVOLUZIONE BIOLOGICA

## TRE PAROLE CHIAVE

- VARIABILITA' (materia prima)
- SELEZIONE NATURALE (meccanismo)
- ADATTAMENTO (risultato)

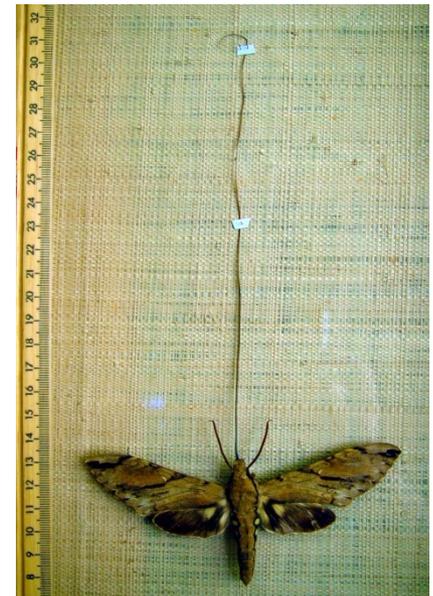
Nel 1862, Darwin osservò che il nettario dell'orchidea *Angraecum sesquipedale* era localizzato sul fondo di un tubo lungo 30 cm.

Darwin predisse allora che doveva esistere una falena con un tubo boccale di quella lunghezza, altrimenti l'orchidea non avrebbe potuto essere impollinata



*Al tempo, il grande naturalista non fu creduto, ma.....*

...molto dopo la sua morte, nel 1903, gli zoologi confermarono la supposizione di Darwin, con la scoperta della falena *Xanthopan morganii paedicta*, dotata di un tubo boccale di corrispondente lunghezza



# COEVOLUZIONE

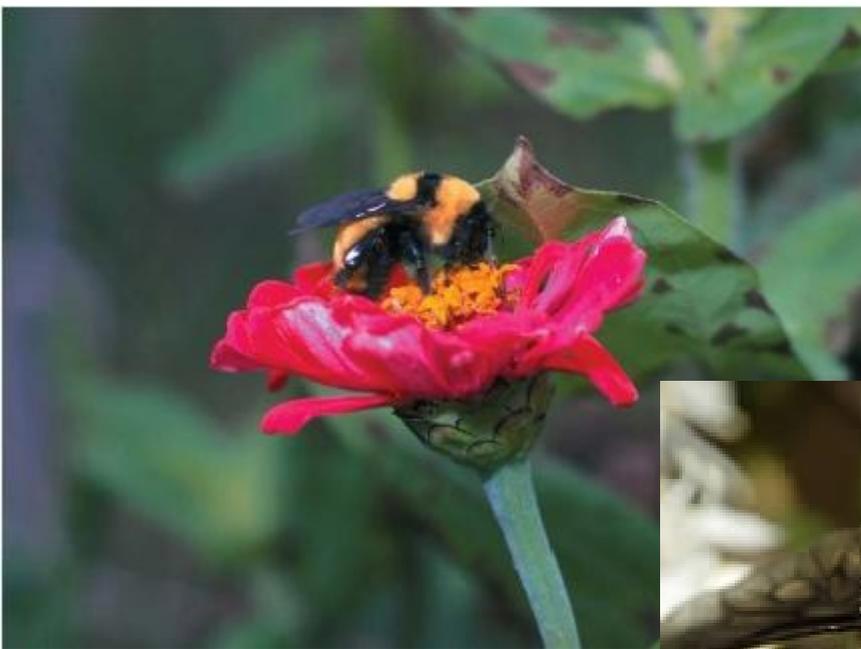
- Due specie strettamente correlate si modificano gradualmente adattandosi alle modificazioni reciproche

Prede - predatori

Piante – erbivori

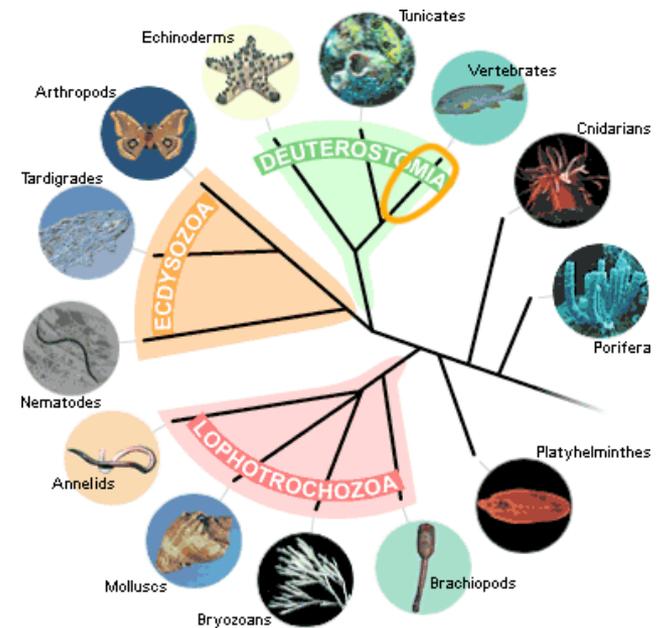
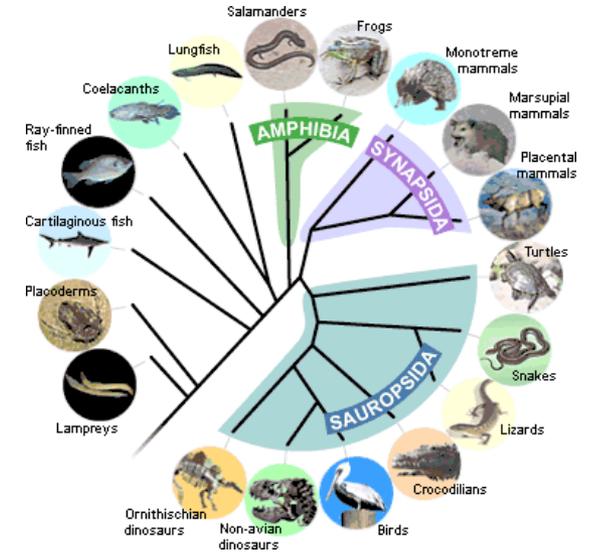
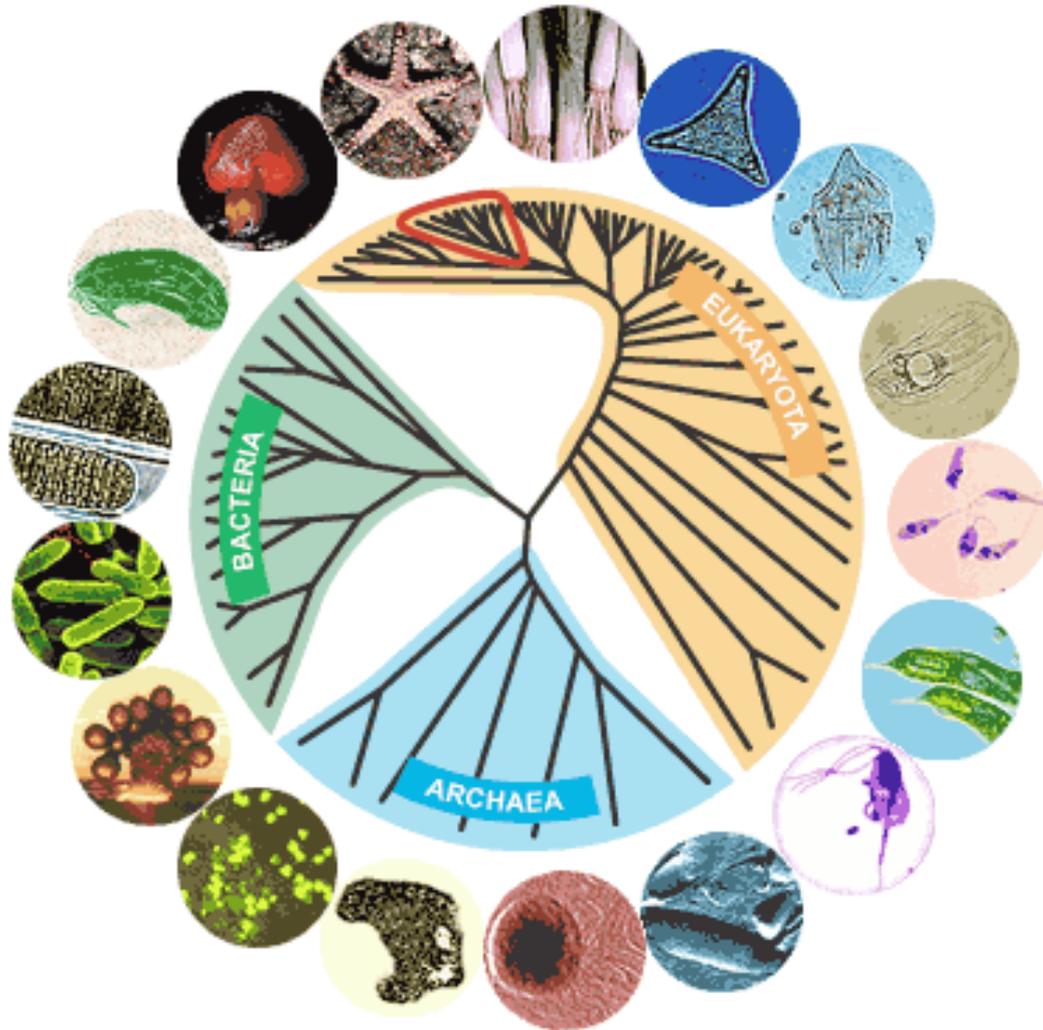
Piante con fiori – insetti impollinatori

# COEVOLUZIONE INSETTI-ANGIOSPERME



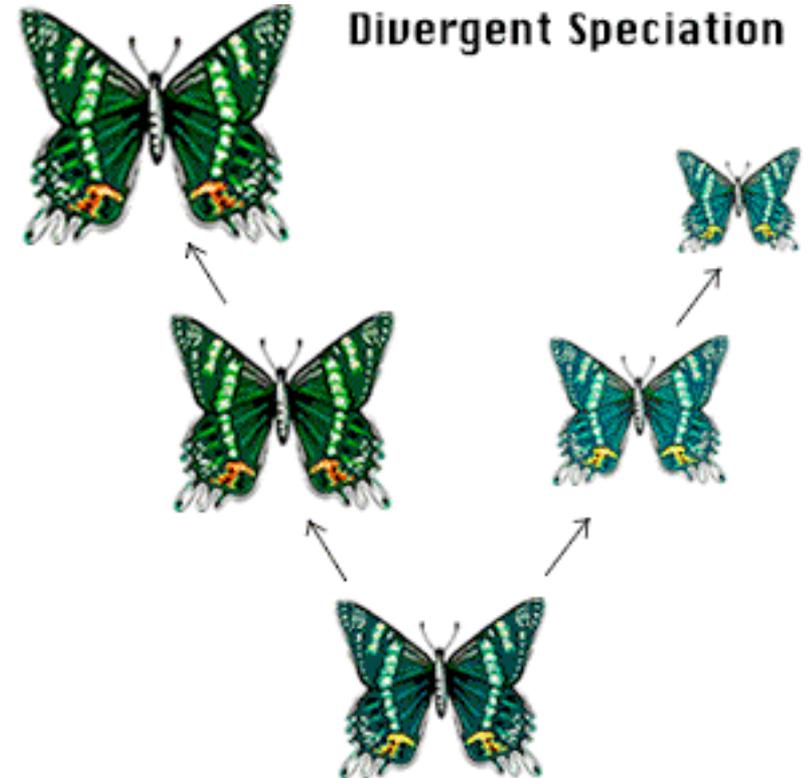
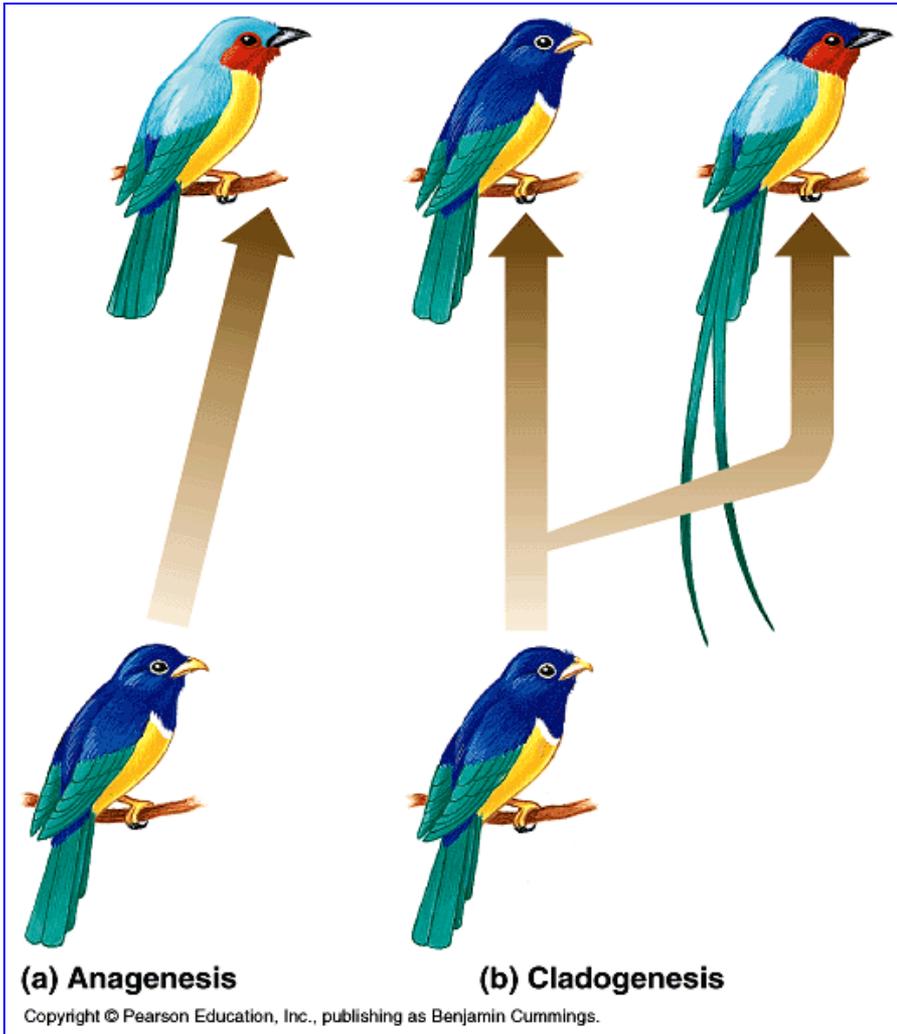


# TREE OF LIFE





# speciazione

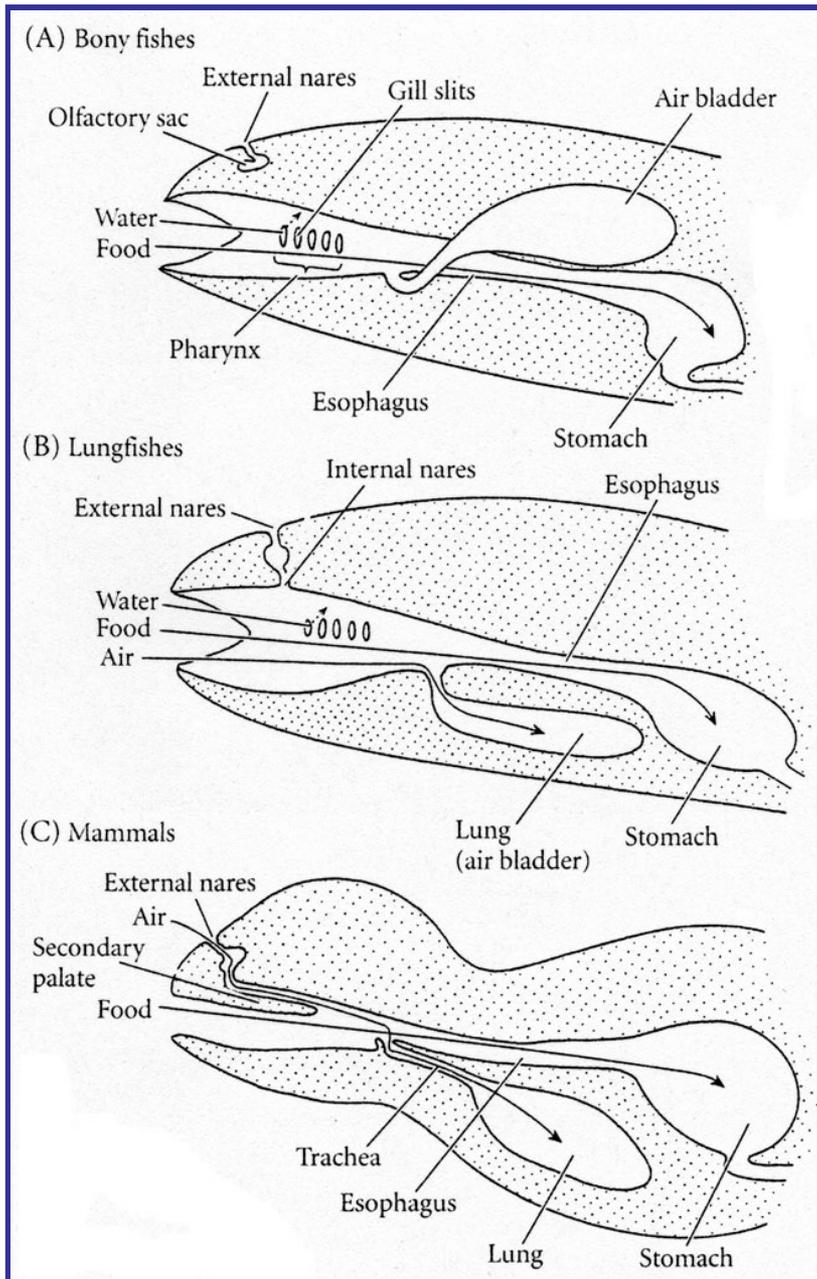




Le caratteristiche biologiche degli organismi viventi possono essere comprese soltanto in relazione alla loro storia

La teoria dell'evoluzione può quindi spiegare perché gli organismi viventi sono così mirabilmente adattati all'ambiente in cui vivono (e perché organismi diversi presentano, talvolta, adattamenti simili)

Ma l'evoluzione può spiegare anche perché molti organismi viventi presentano caratteristiche che non sembrano disegnate in maniera appropriata



Il tratto digestivo e respiratorio dei vertebrati superiori si incrociano.

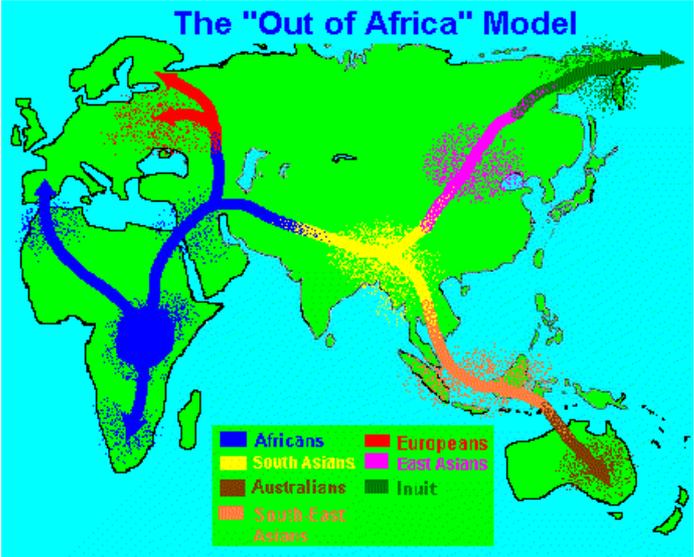
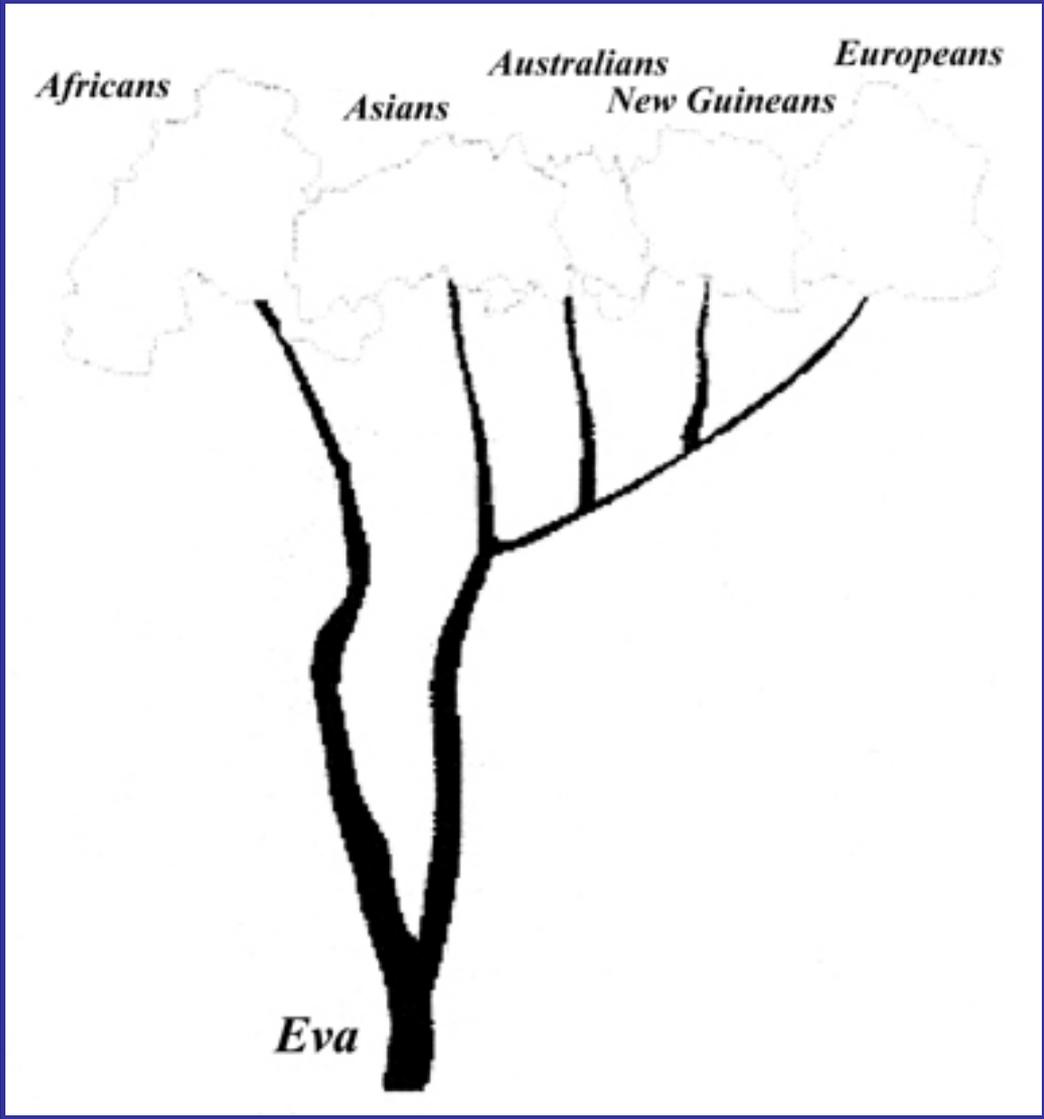
Questa “anomalia” si deve al fatto che, ad un certo punto dell’evoluzione, le narici originali (organo di senso) furono reclutate per la respirazione.

# L'IMPORTANZA DELLA BIOLOGIA EVOLUTIVA

Come ogni altra scienza, la biologia evolutiva ci insegna a comprendere il mondo che ci circonda, una delle massime aspirazioni dell'uomo

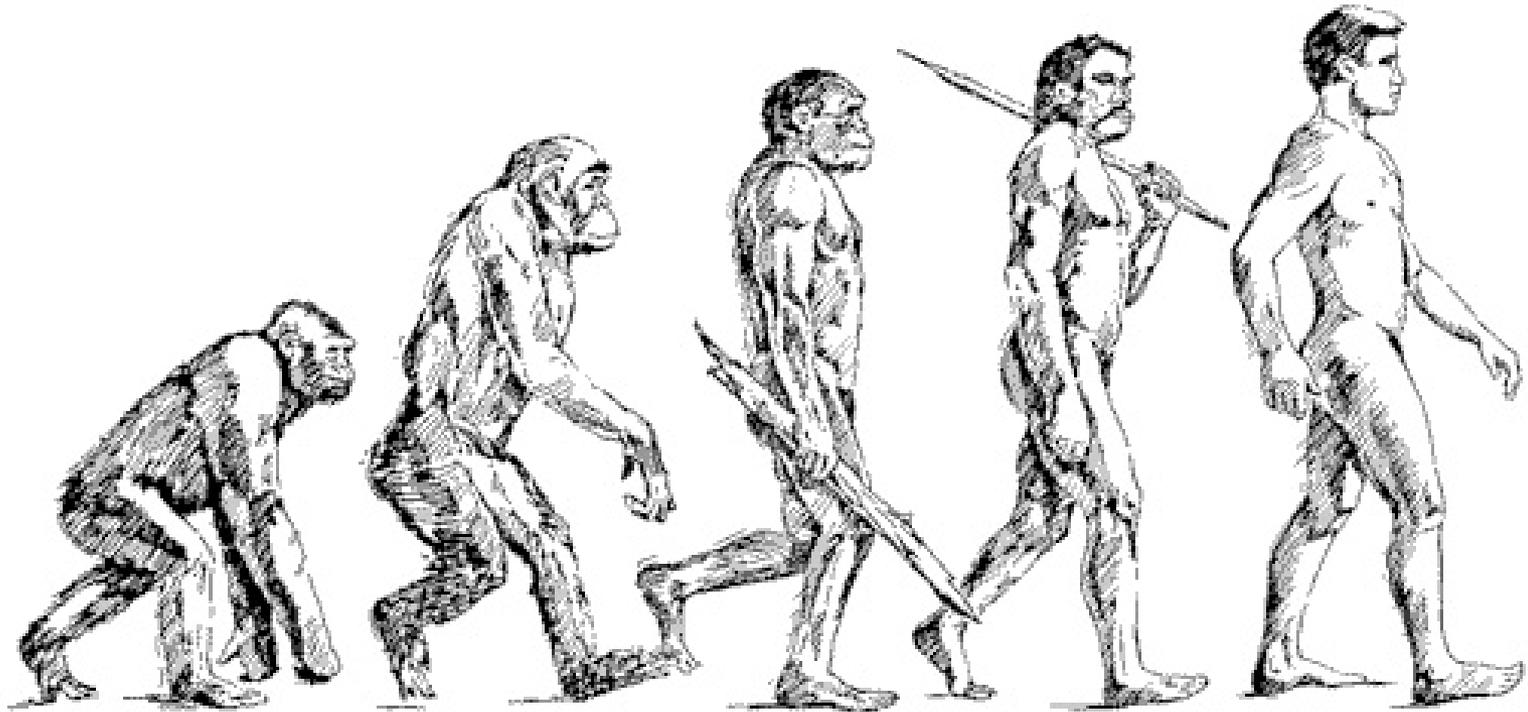
# L'origine della specie umana

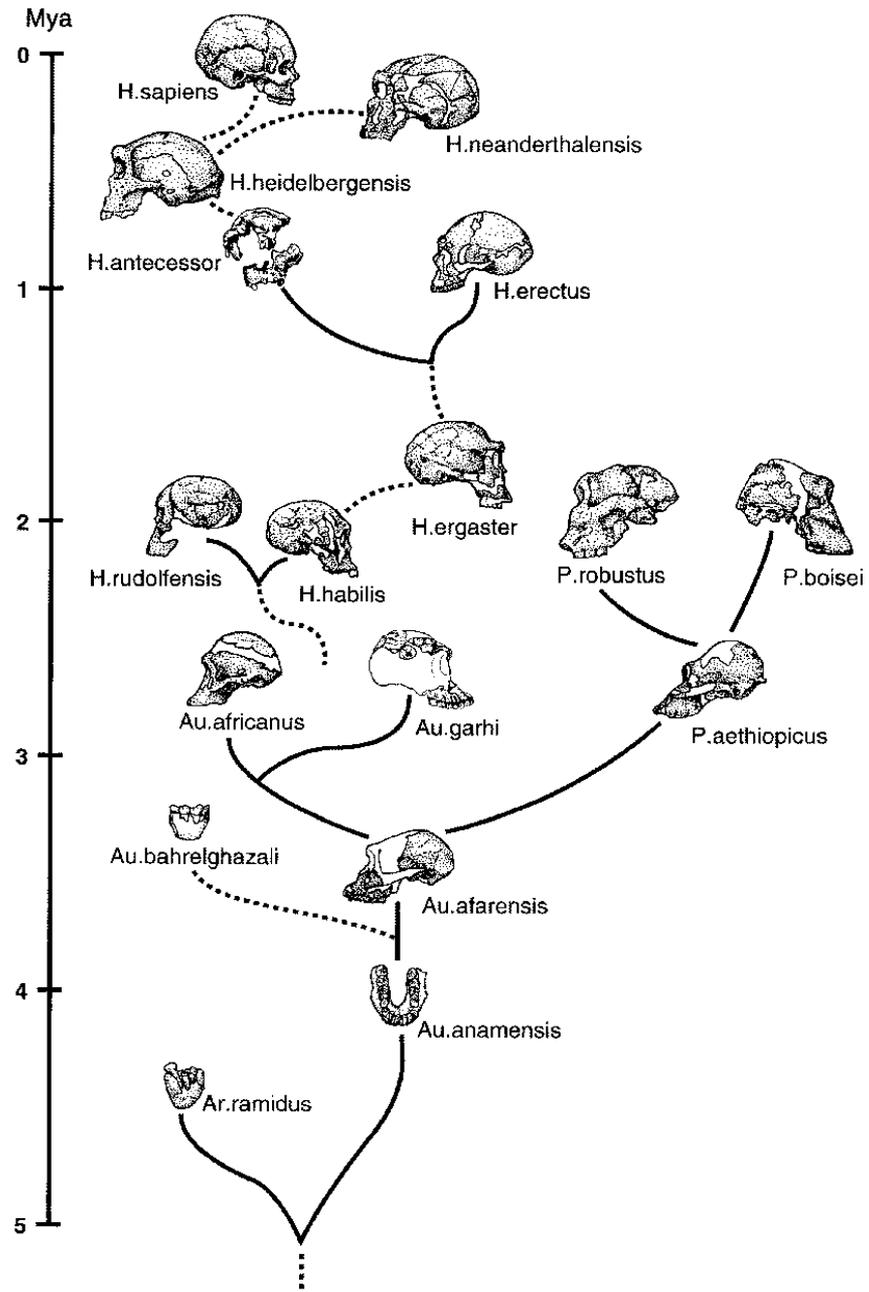
“mitochondrial Eve”



# L'origine della specie umana

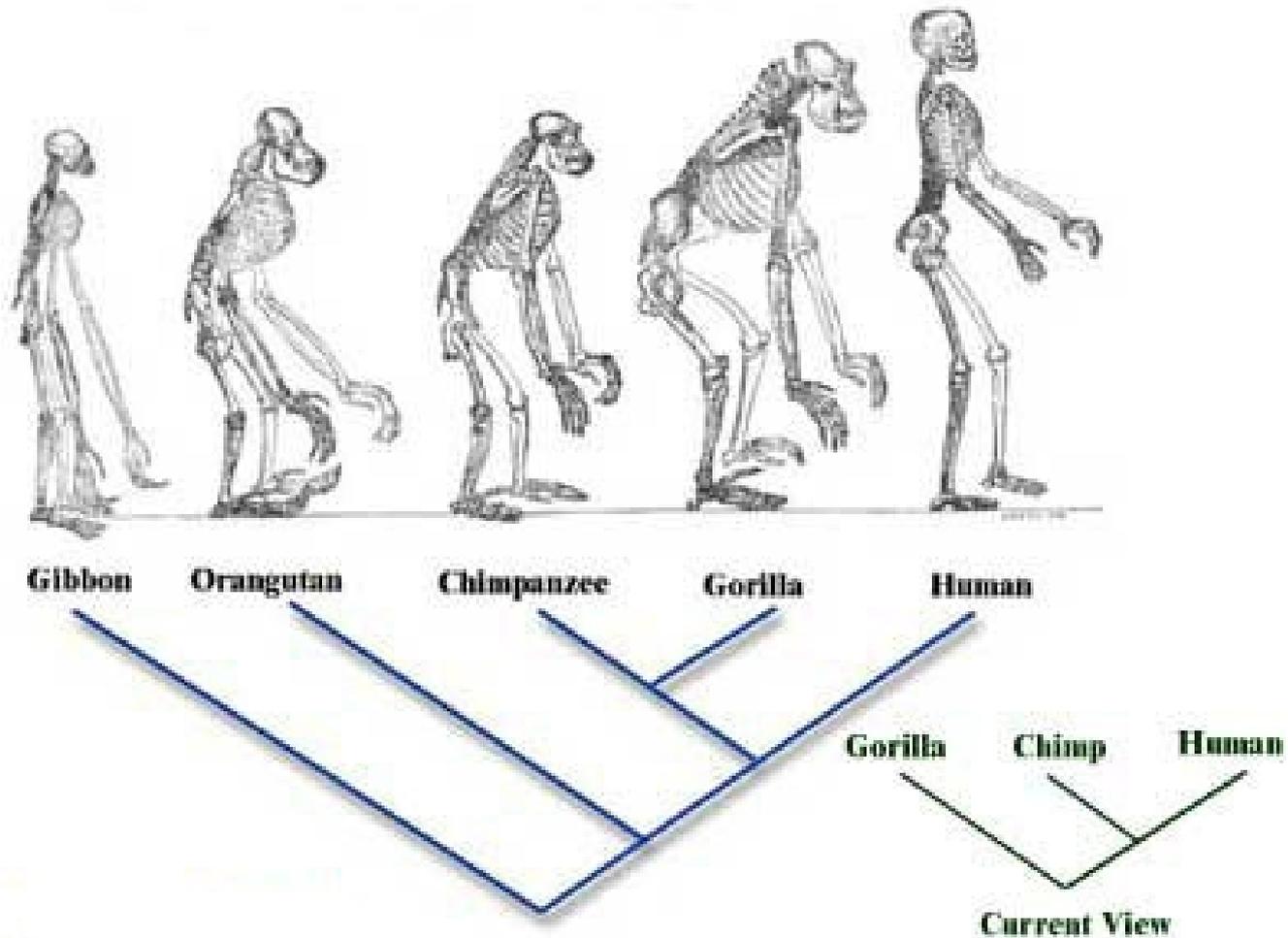
La rappresentazione classica.....





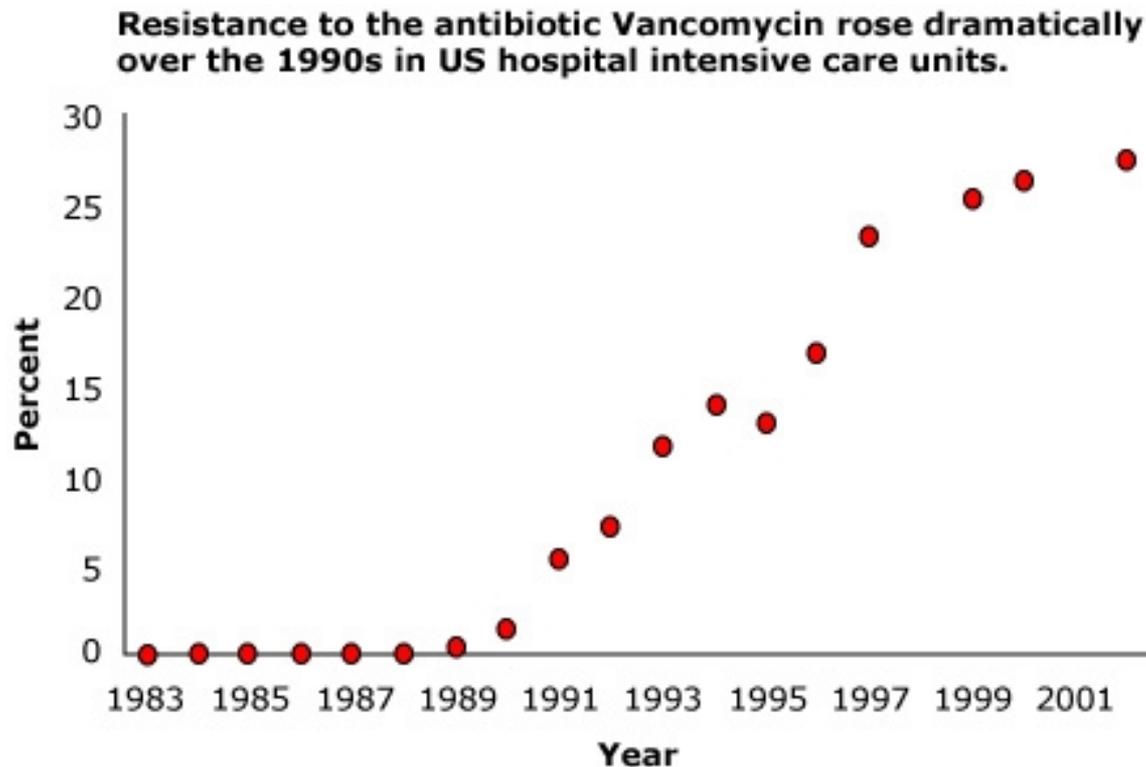
# La rappresentazione corretta!!!

## Phylogenetic Model

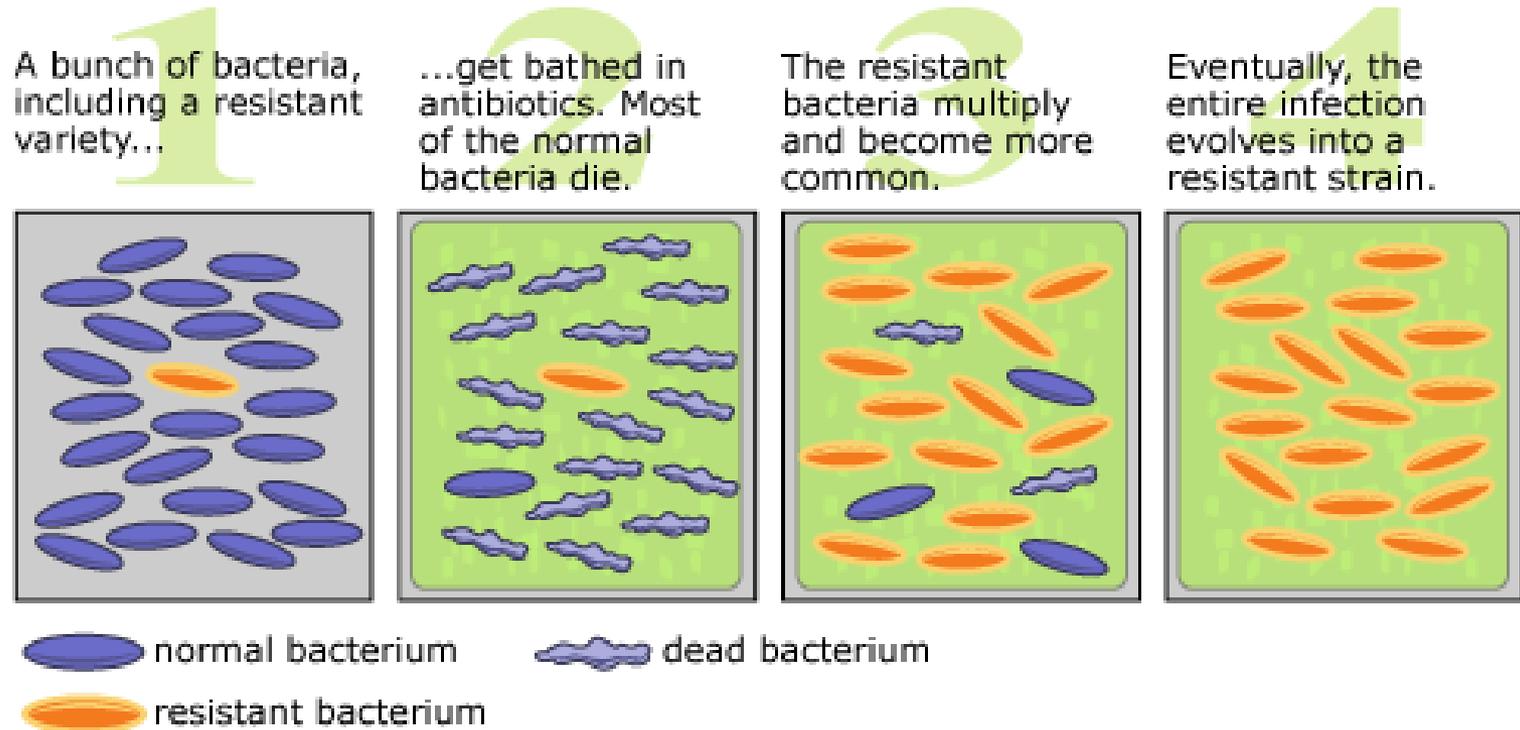


# MEDICINA

Molti batteri di importanza medica sono in grado di acquisire la resistenza agli antibiotici mediante la rapida evoluzione di varianti molecolari.



# MEDICINA

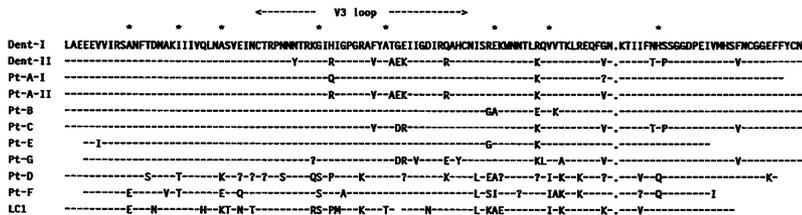


I PRINCIPI DELLA BIOLOGIA EVOLUZIONISTICA CI INSEGNANO A CAPIRE QUESTI MECCANISMI E CI SUGGERISCONO CHE I FARMACI ANTIBATTERICI DOVREBBERO ESSERE USATI SOLTANTO IN CASI DI STRETTA NECESSITA' PER EVITARE DI SELEZIONARE CEPPI RESISTENTI CHE SI POSSONO RAPIDAMENTE DIFFONDERE

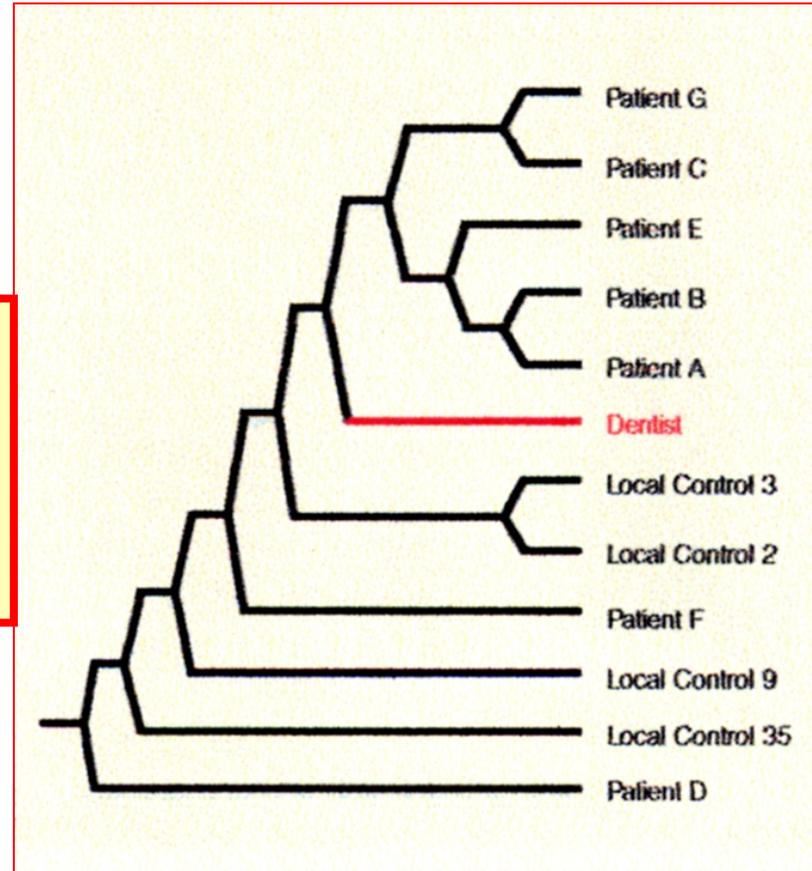
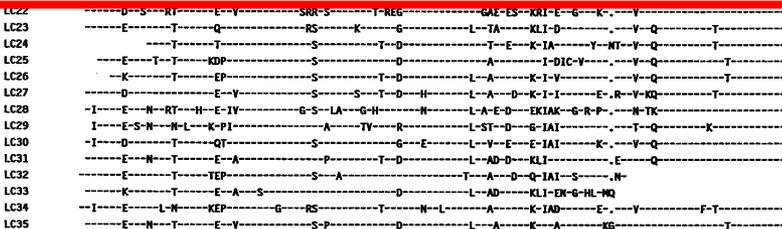
# MEDICINA

## IL CASO DEL DENTISTA DELLA FLORIDA

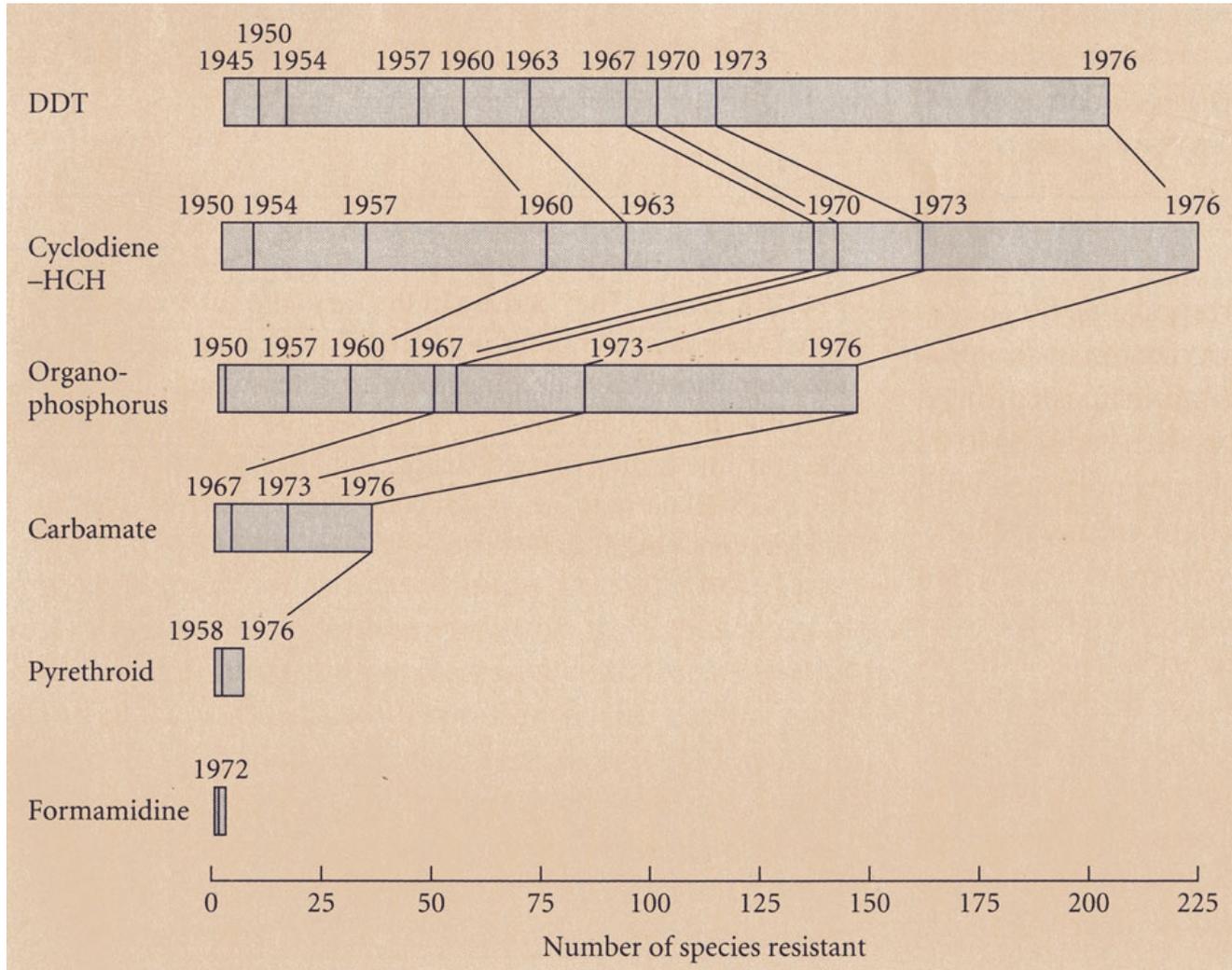
Diversi pazienti affetti da HIV lamentavano di aver contratto l'infezione dal proprio dentista



Il dentista era chiaramente la fonte dell'infezione per 5 dei suoi pazienti (ma non per tutti!)



# AGRICOLTURA



# AGRICOLTURA

- Evoluzione della resistenza ai pesticidi da parte di insetti dannosi
- Selezione artificiale di varianti più produttive

**in conclusione.....**

# L'EVOLUZIONE è l'unico principio unificante della biologia

Nonostante la loro straordinaria diversità, tutti gli organismi viventi, persino i più differenti, hanno qualche punto in comune:

anatomia, biochimica, citologia, etc.

*“Nothing in biology makes sense except  
in the light of evolution”*

*T.Dobzhansky*