



II MONDO IN CUI VIVIAMO
ciclo di conferenze



Percorso Formativo del Quinto Anno
Anno Scolastico 2007-2008



“La vita sul pianeta Terra”

Prof. Carmela BARBERA,
Paleontologo
Dipartimento di Scienze della Terra

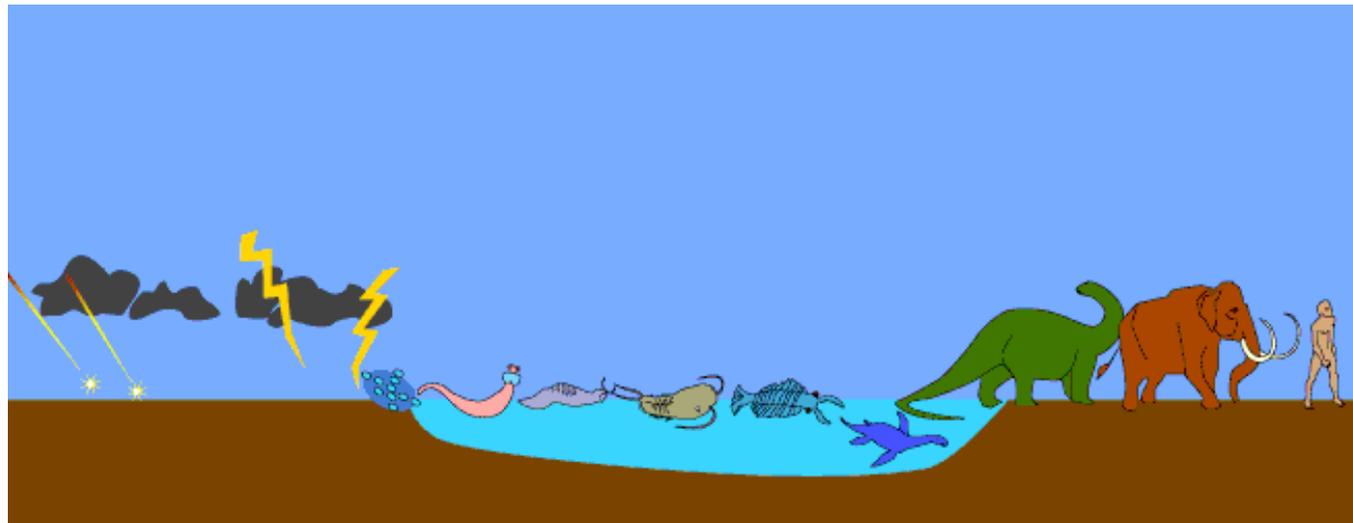
Prof. Rosanna DEL GAUDIO,
Biologo Molecolare
Dipartimento di Scienze Biologiche

Napoli - 19 Marzo 2008



University of Naples Federico II

Percorso Formativo del Quinto Anno
Anno Scolastico 2007-2008



Che cosa è un “fossile”



- Fossile, dal participio passato del verbo latino foedere che significa seppellire è ogni resto o traccia degli organismi vissuti nei tempi passati
- I fossili sono quindi sia i resti degli organismi del passato che le loro tracce nei sedimenti antichi



LA FOSSILIZZAZIONE



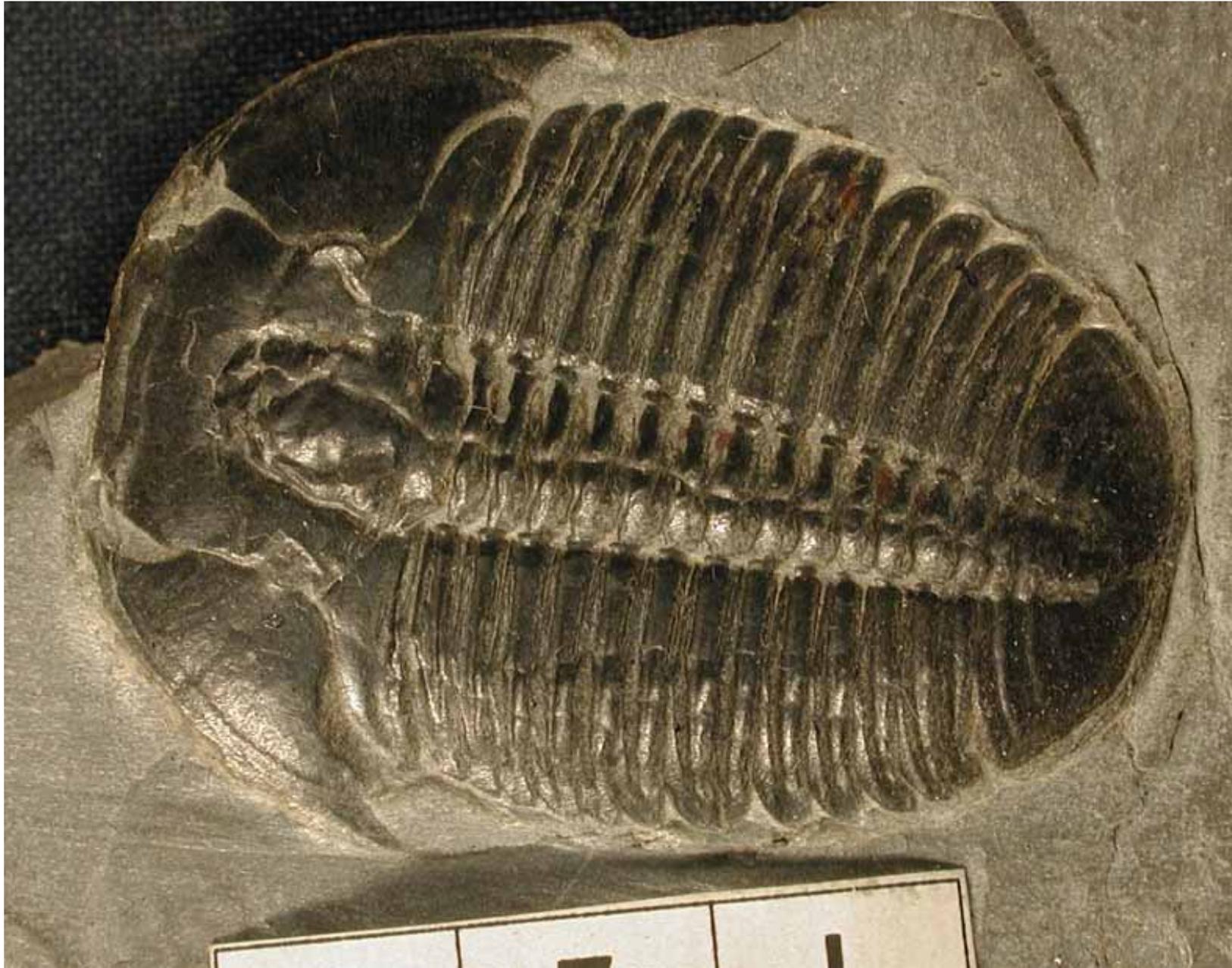
La fossilizzazione è un evento eccezionale che si verifica solo in determinate condizioni. Ciò è testimoniato dal rapporto esistente tra specie fossili e specie viventi:

specie fossili/specie viventi

250.000/4.000.000



Trilobite (400 m.a.)





Scypionix samniticum



Ambra con insetto (30 M.a.)



LA FOSSILIZZAZIONE



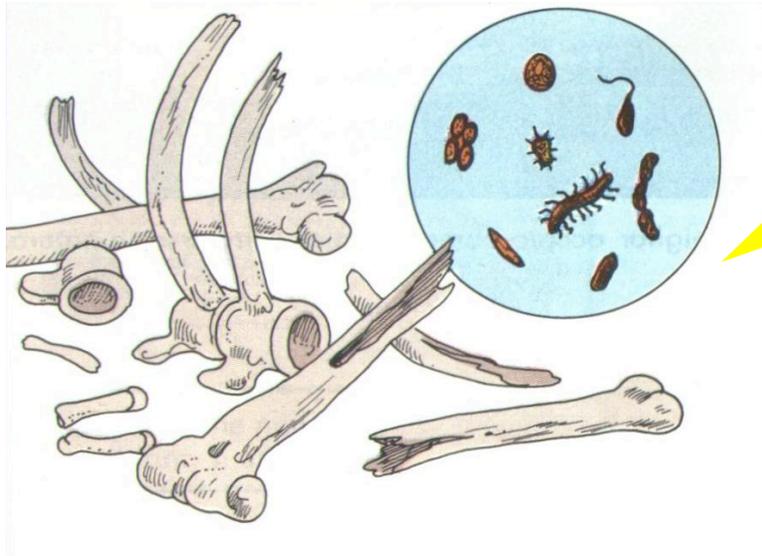
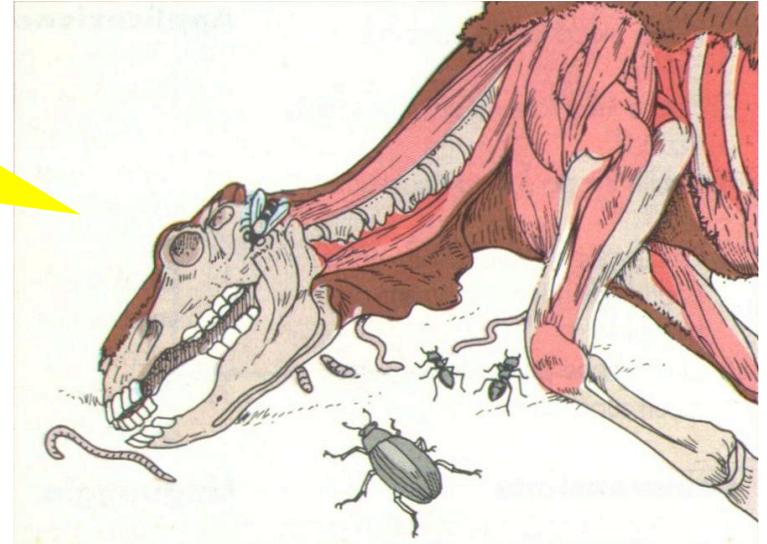
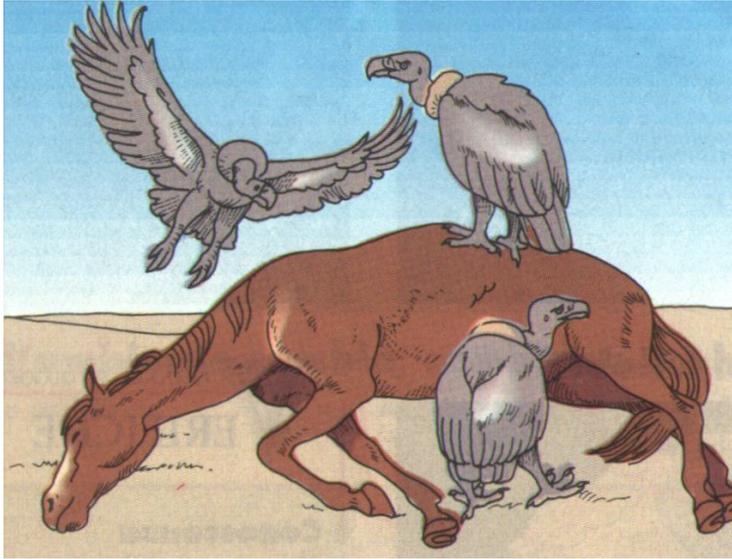
Fattori favorevoli:

- Rapido seppellimento
- Bassa umidità
- Bassa temperatura

Fattori contrari:

- Lento seppellimento
- Alta umidità
- Alta temperatura





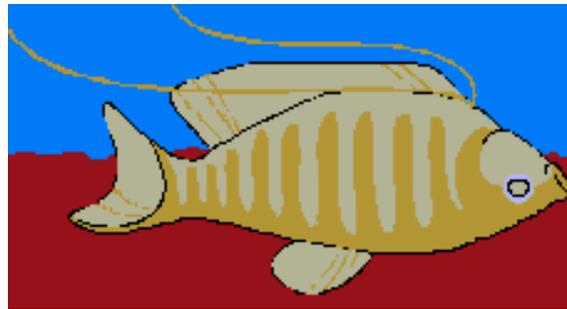
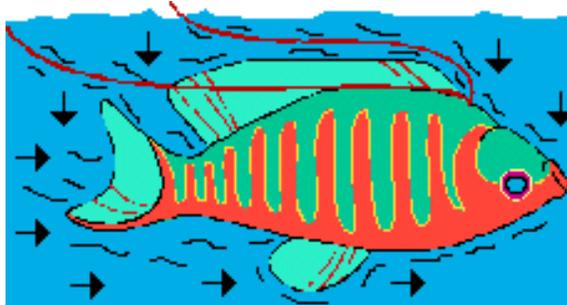
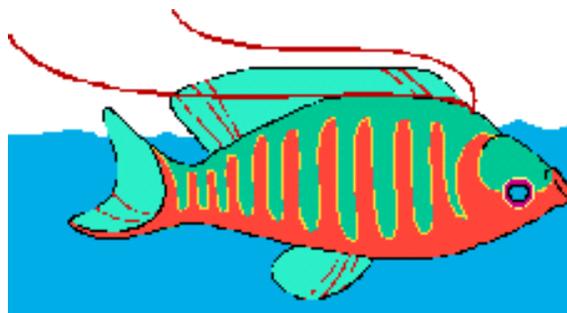
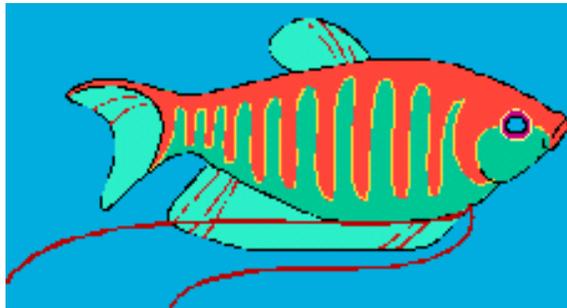
LA FOSSILIZZAZIONE

Le condizioni migliori di fossilizzazione si producono il più delle volte in ambienti acquatici, sia marini che lacustri, caratterizzati da acque tranquille e sede di intensa sedimentazione.

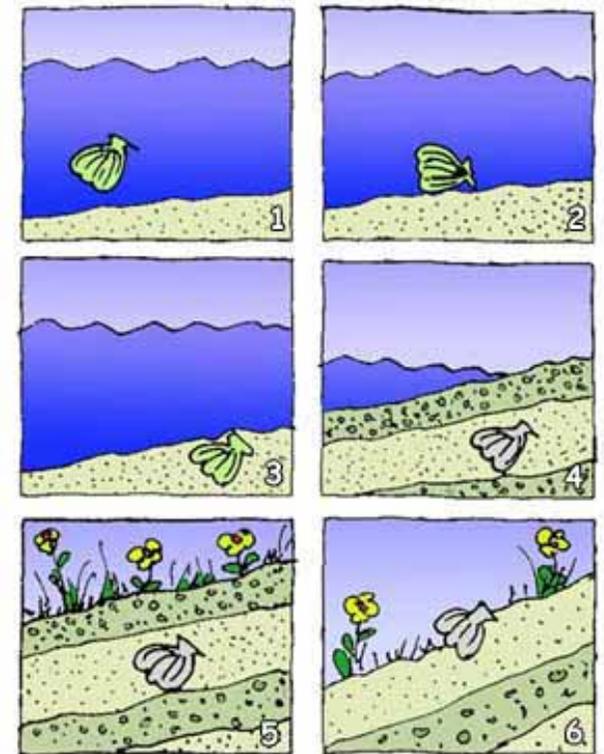
Nell'ambiente subaereo spesso l'erosione prevale sulla sedimentazione.



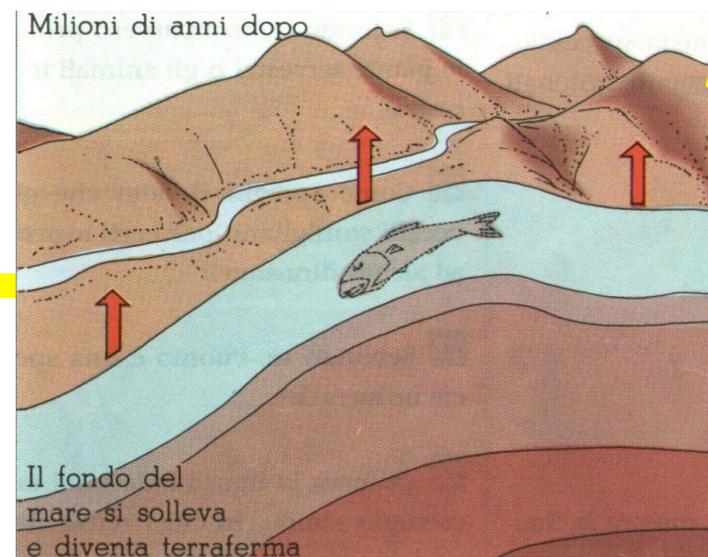
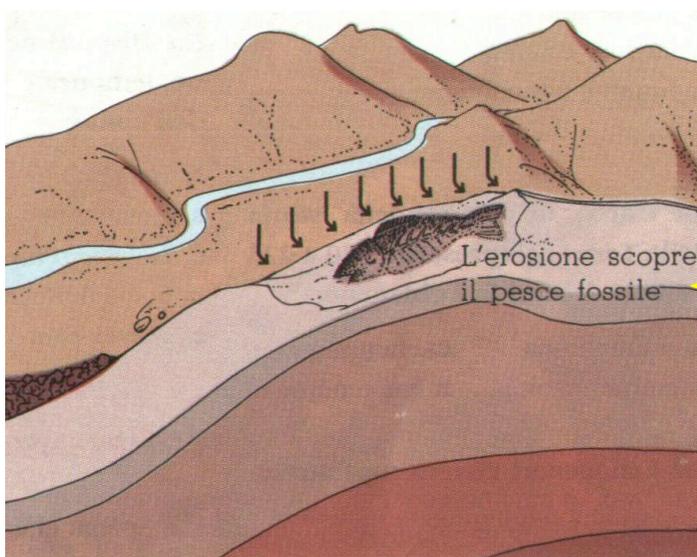
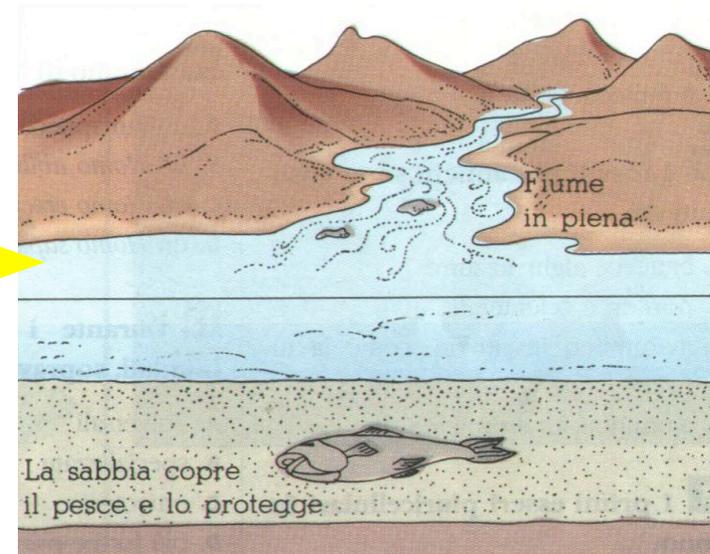
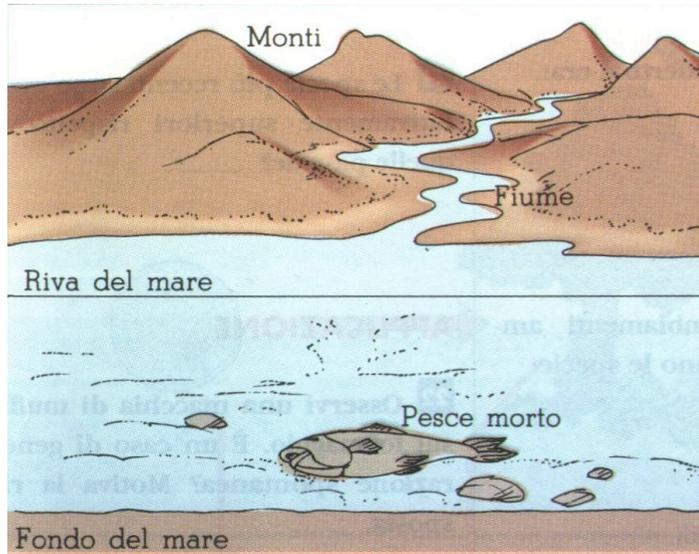
Processi post mortem di un invertebrato e di un pesce

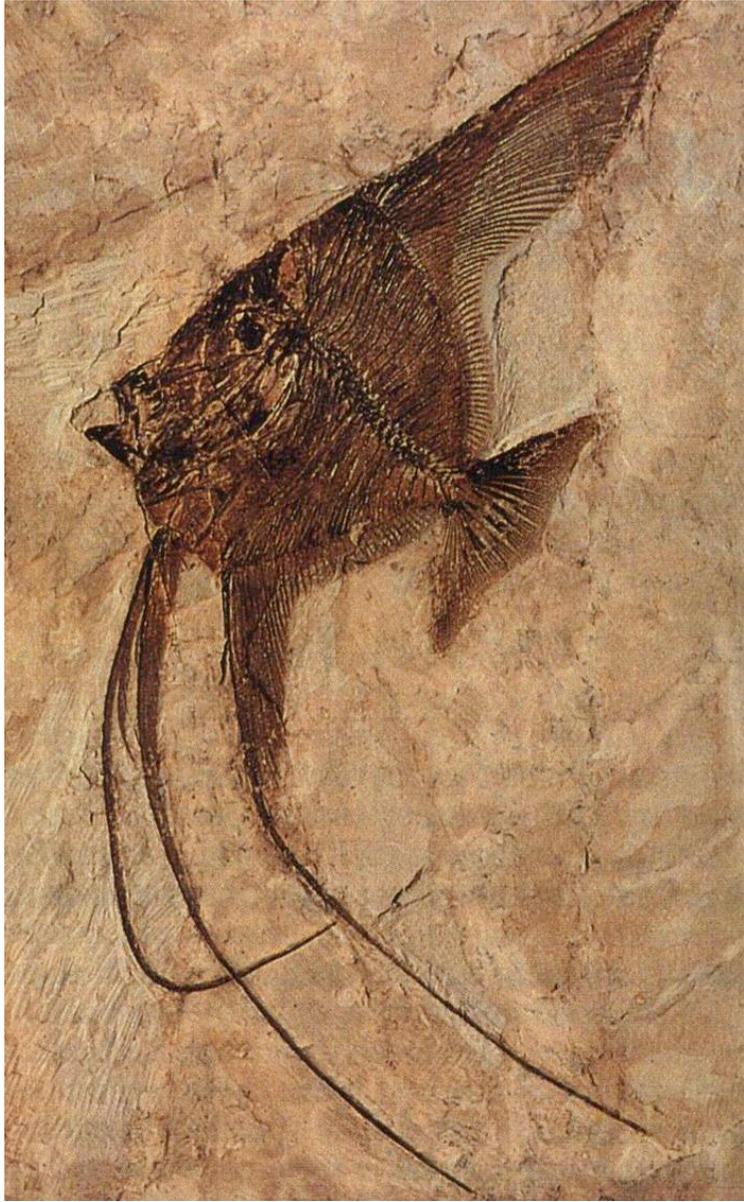


La fossilizzazione



LA FOSSILIZZAZIONE





PRINCIPIO DI SOVRAPPOSIZIONE DI STENONE

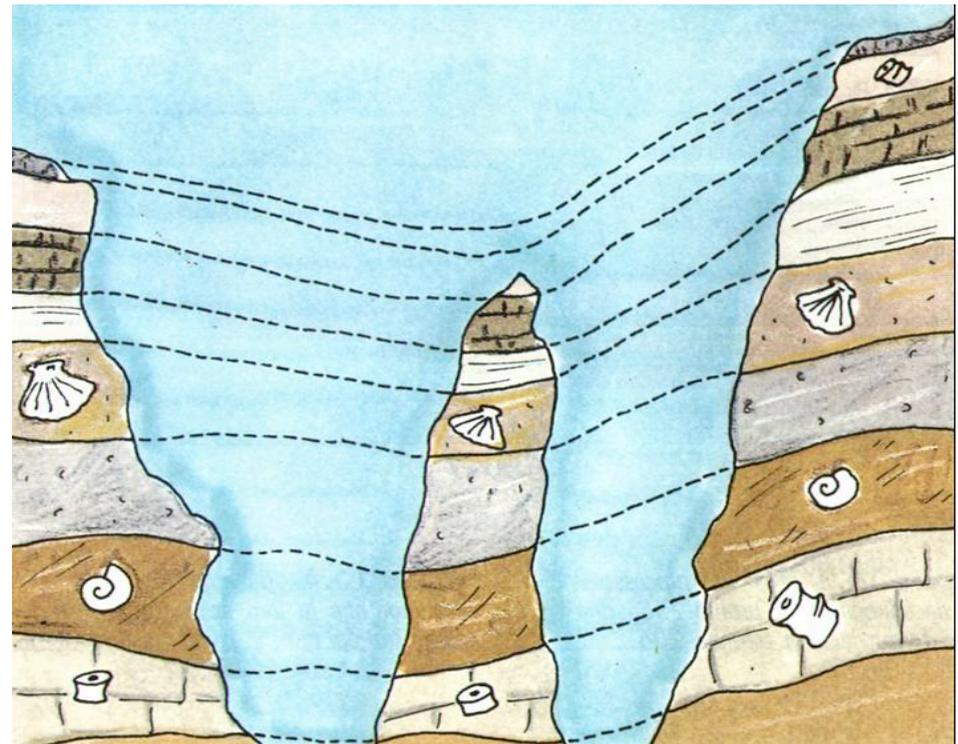
Ricostruisce la successione dei fenomeni in ragione ai loro rapporti di sovrapposizione, per cui lo strato più antico sta alla base, o sotto, e lo strato più giovane sta sopra.



Principio di successione faunistica di William Smith.

Si basa sull'analisi del
contenuto fossilifero
(fossili guida):

strati contenenti fossili
uguali, anche se
provenienti da regioni
diverse, hanno la
stessa età, si sono
cioè formati
contemporaneamente.



SCALA DEI TEMPI GEOLOGICI

ERATEMA	SISTEMA	SERIE E PIANO	MILIONI DI ANNI FA	
CENOZOICO	QUATERNARIO	Olocene	0,01	
		Pleistocene	1,7	
	TERZIARIO	PALEOGENE NEOGENE	Pliocene	5,3
			Miocene	23
			Oligocene	36
	MESOZOICO	CRETACEO	sup.	65
			inf.	95
		GIURASSICO	Malm	140
			Dogger	152
			Lias	180
TRIASSICO		sup.	Retico	205
			Norico	230
		medio	Carnico	230
			Ladinico	240
		inf.	Anisico	240
Scitico	250			
PALEOZOICO	PERMIANO		250	
	CARBONIFERO		290	
	DEVONIANO		354	
	SILURIANO		410	
	ORDOVICIANO		436	
	CAMBRIANO		510	
			544	
PROTEROZOICO		2500		
ARCHEANO		4550		

Il collegamento tra il principio di sovrapposizione ed il principio di successione faunistica ha consentito di costruire una scala dei tempi geologici valida a livello mondiale, invece che numerose scale a validità locale.

I FOSSILI GUIDA

Le correlazioni biostratigrafiche vengono fatte attraverso i cosiddetti “fossili guida”, i quali devono presentare due caratteristiche tipiche:

1. essere vissuti in un breve lasso di tempo geologico;
2. essere vissuti in una ampia o amplissima zona geografica.



I FOSSILI GUIDA

I Trilobiti sono i fossili guida dell'Era Paleozoica (Cambriano-Permiano).



I FOSSILI GUIDA

Alcune specie di Rudiste e di Ammoniti sono i fossili guida dell'Era Mesozoica.



I FOSSILI GUIDA

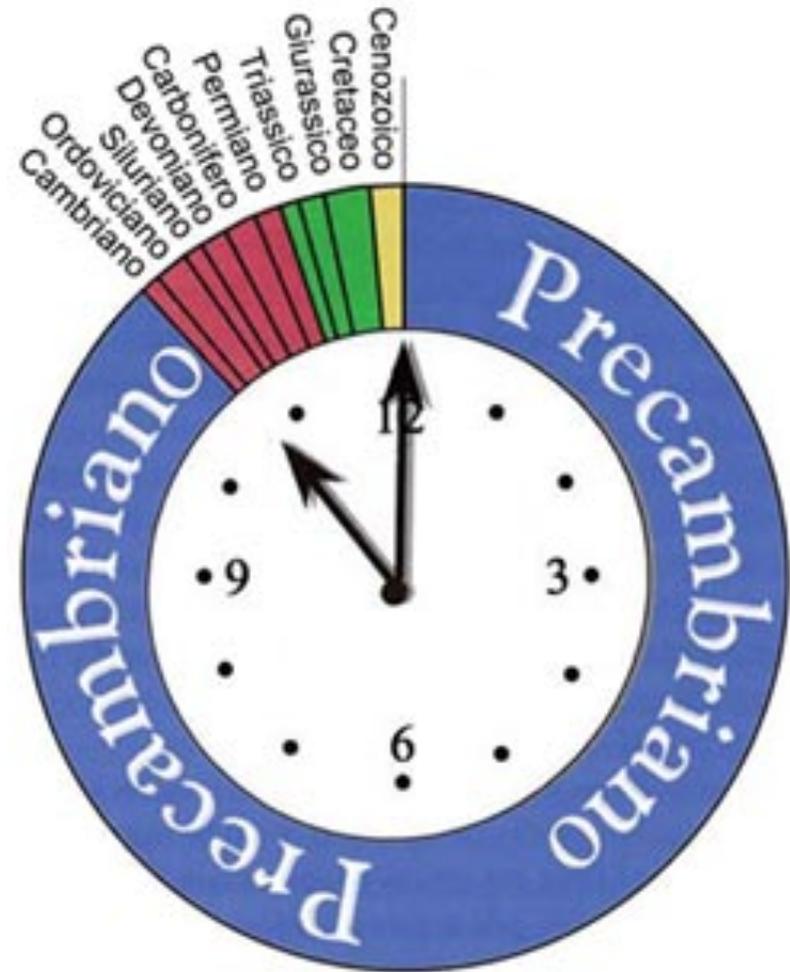
I Nummuliti (foraminiferi) sono i fossili guida dell'Era Cenozoica (Paleogene).



La storia della vita sulla Terra

Le diverse età della Terra: il calendario geologico

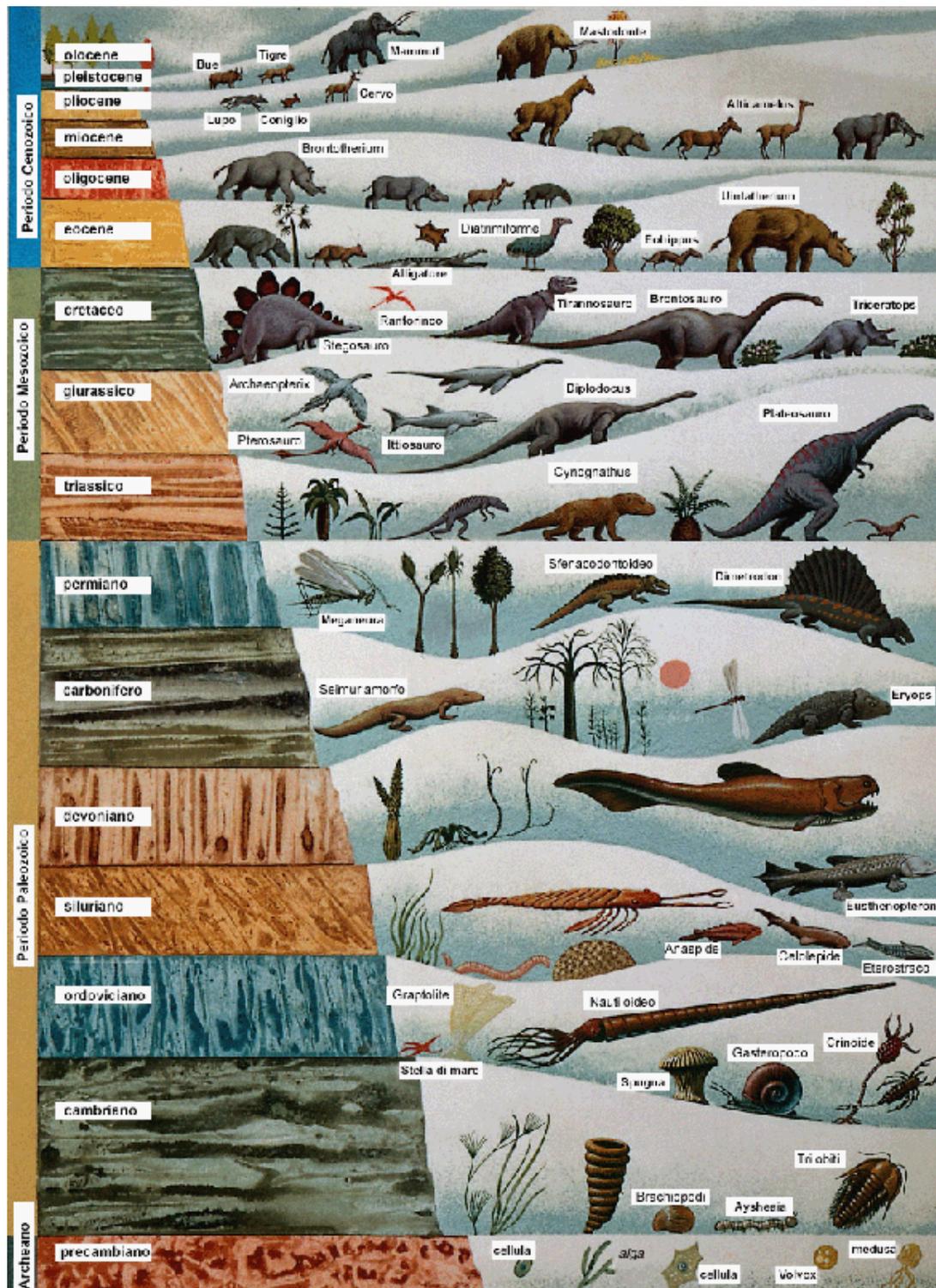
Il concetto di tempo ha accompagnato il pensiero dell'Uomo sin dalle sue origini, in quanto egli ha sempre sentito la necessità di porre in relazione tra loro i diversi eventi che si succedono nella sua storia. Dal momento che i processi geologici hanno una durata che non può essere assolutamente registrata dalla memoria umana, è necessario studiare le testimonianze rimaste su quello che è avvenuto in passato. Ogni singolo evento geologico nasce da un processo molto complesso che ha la durata di migliaia di anni.



Scala cronostratigrafica

Sulla base di questi criteri, attraverso innumerevoli confronti e correlazioni tra successioni di rocce affioranti in ogni parte del globo, è stato possibile arrivare a una scala dei tempi geologici (o cronostratigrafica) che riassume, secondo l'ordine in cui si sono susseguiti, i diversi capitoli che è stato possibile distinguere nell'evoluzione del pianeta, pur senza conoscerne l'età in anni.

ERA	PERIODO	EPOCA	MILIONI di anni fa
CENOZOICO	QUATERNARIO	OLOCENE	0,01
		PLEISTOCENE	1,8
	TERZIARIO	PLIOCENE	5
		MIOCENE	26
		OLIGOCENE	37
		EOCENE	53
		PALEOCENE	65
MESOZOICO	CRETACEO		144
	GIURASSICO		213
	TRIASSICO		260
PALEOZOICO	PERMIANO		286
	CARBONIFERO		360
	DEVONIANO		408
	SILURIANO		438
	ORDOVICIANO		505
	CAMBRIANO		540
	PROTEROZOICO		2500
ARCHEANO		4600	



Scala stratigrafica

Le primitive condizioni ambientali della Terra la rendevano inospitale per la maggioranza delle forme di vita che costituiscono la biosfera di oggi.



Atmosfera fortemente riducente, priva di ossigeno

Eruzioni vulcaniche che disperdevano gas che contribuivano alla costituzione dell'atmosfera

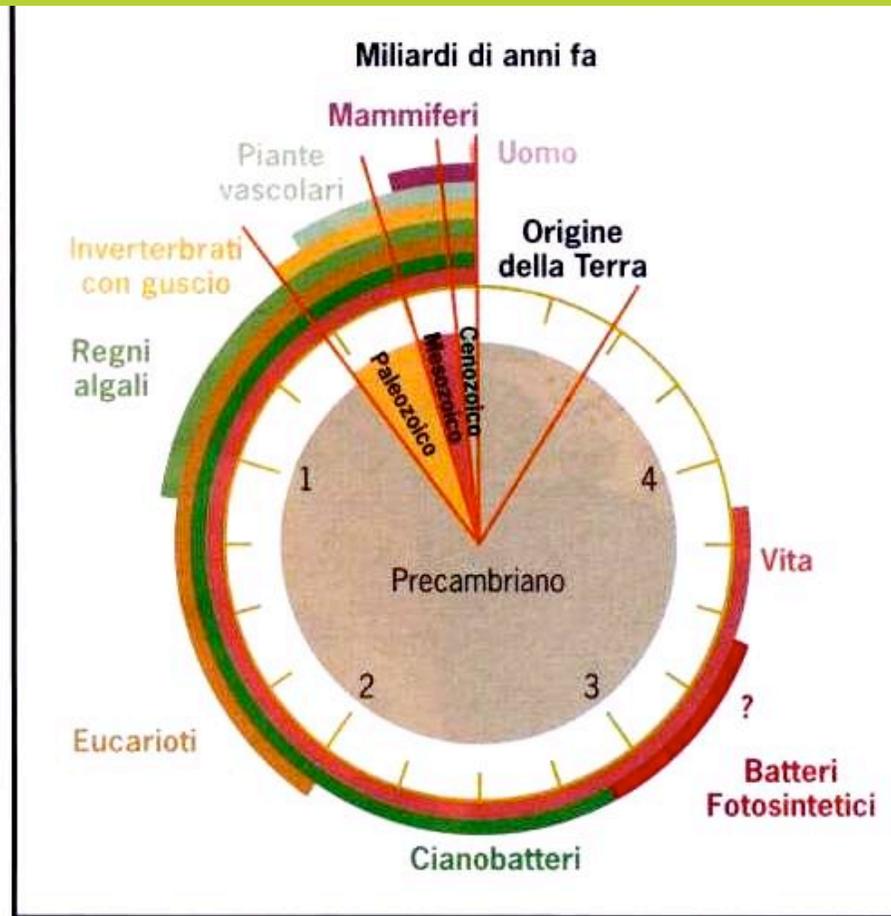
Piogge torrenziali, che erodevano la crosta terrestre prodotte da violente tempeste di fulmini

Piogge di meteoriti bombardavano continuamente la Terra causando cataclismi sulla crosta, negli oceani e nell'atmosfera.



La storia della vita sulla Terra

Le diverse età della Terra: il calendario geologico e biologico



Orologio biologico della Terra



La diversità della vita



Gli esseri viventi si presentano in un'enorme varietà di forme:

- possono avere dimensioni molto variabili
 - i più piccoli finora scoperti hanno un diametro di $0,02 \mu\text{m}$
 - fra i più grandi ci sono un esemplare di alga gigante lungo 274 m;
un fungo il cui micelio si estende per 6 km^2
- alcuni capaci di vivere:
 - fino a km di profondità
 - fino a km di quota
 - in acque bollenti
 - anche migliaia di anni



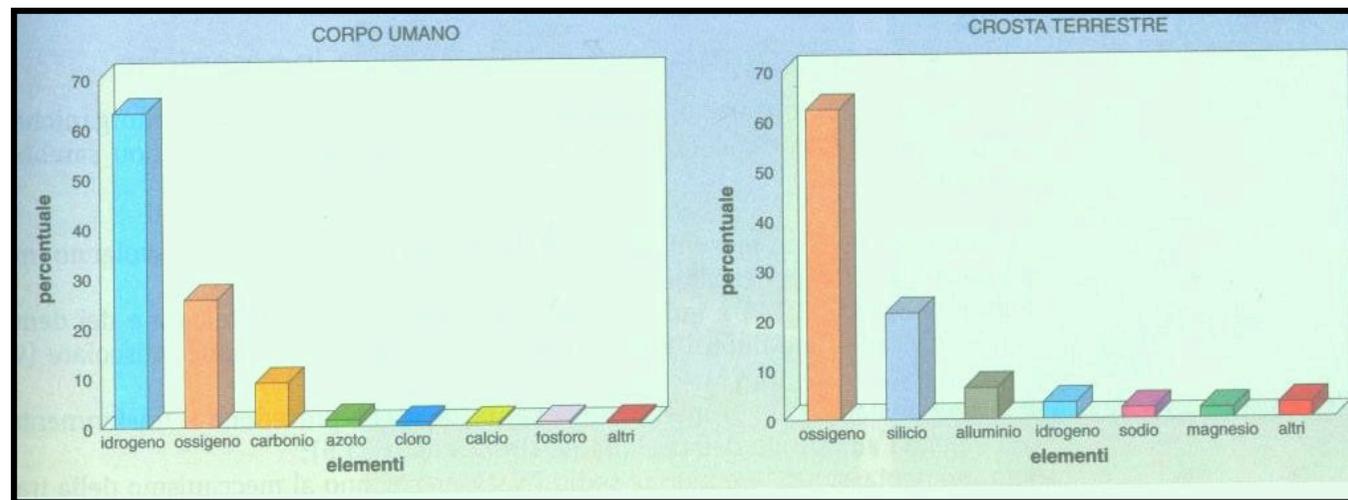
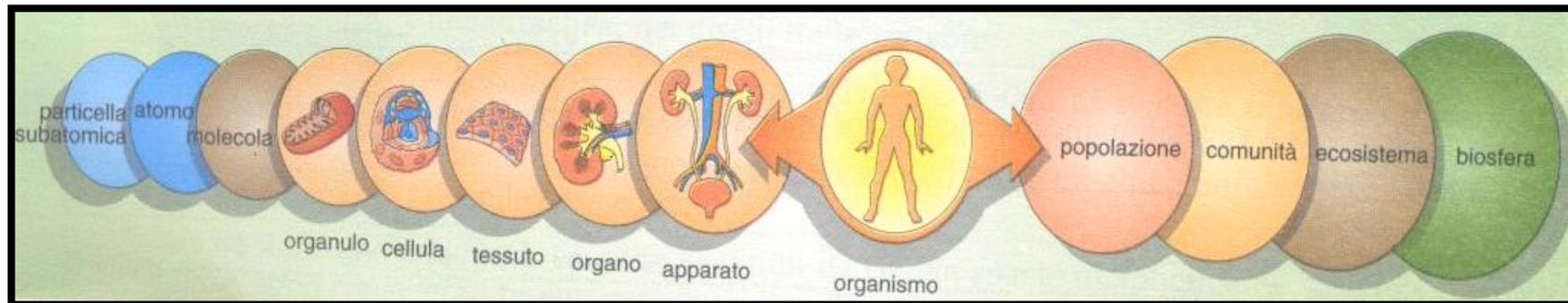
Che cos'è la vita?



Le caratteristiche principali della vita sono:

- Ricavare nutrienti dall'ambiente**
- Convertire i nutrienti in energia**
- Espellere prodotti di rifiuto**
- Riprodursi**
- Imprevedibilità**
- Complessità**

La vita è organizzata in livelli di complessità gerarchica crescente



Dove e in che modo ha avuto origine la vita?



Sulla Terra da materia non vivente?



Protobionti

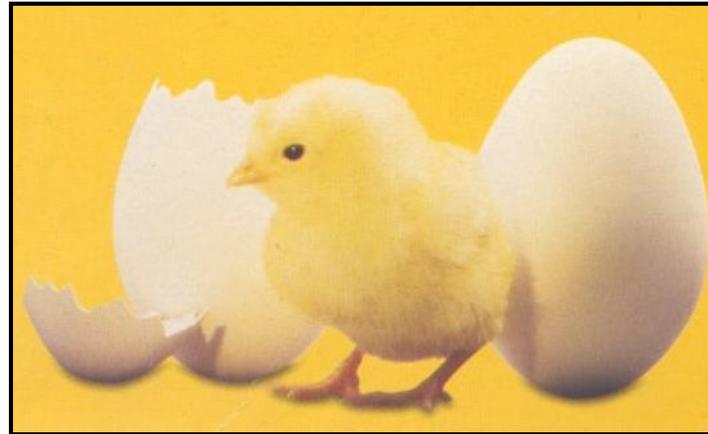


Altrove nella galassia e poi trasportata nello spazio fino alla Terra (*Panspermia*)



Nell'universo- che condividiamo con compagni ancora sconosciuti- perché scritta nelle sue leggi (*Determinismo biologico*)

Come sono nate le cellule?



Le rocce sono state il catalizzatore dello sviluppo, dell'evoluzione della vita oppure la vita (gli organismi fotosintetici) ha contribuito alla formazione delle rocce stesse?

Comprendere la diversità: la sistematica

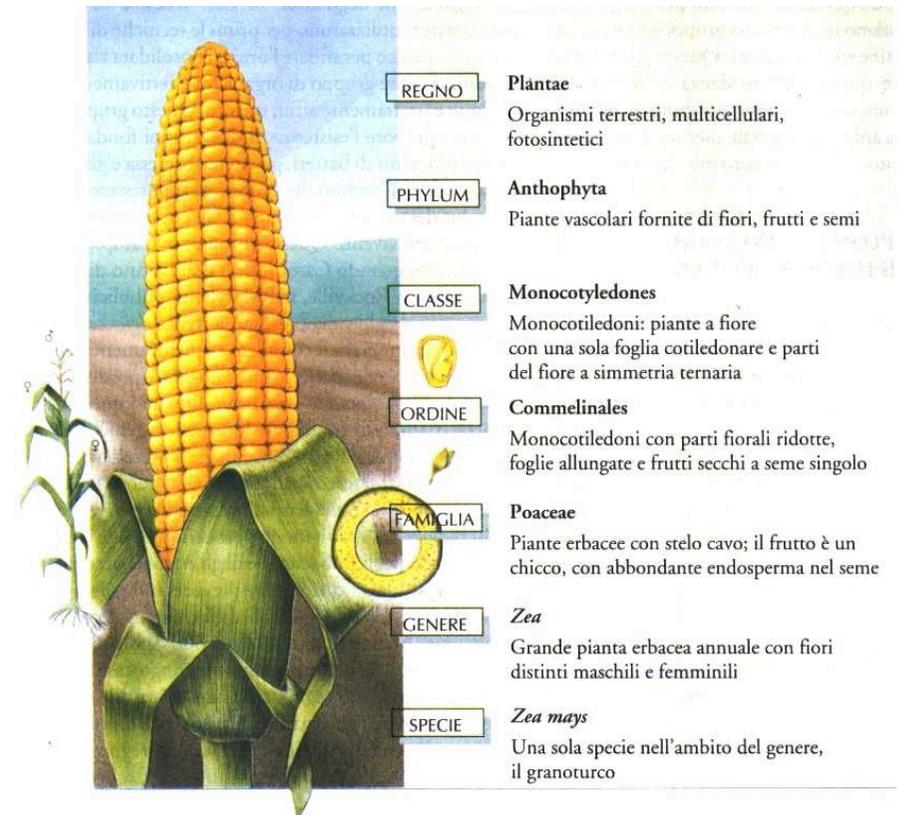
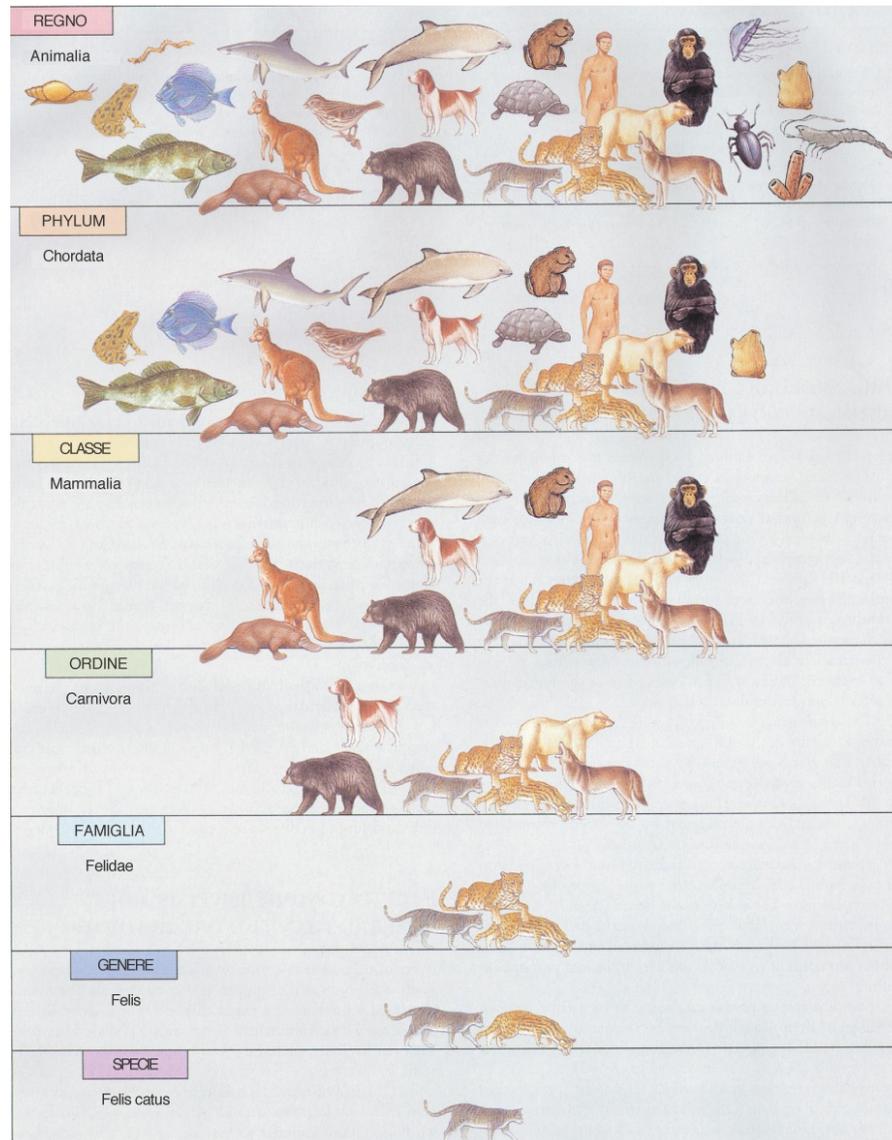
Lo studio scientifico della diversità degli organismi viventi e delle loro relazioni evolutive è chiamata Sistematica

La tassonomia è la scienza che si occupa di dare un nome, descrivere e classificare gli organismi viventi.

Classificare significa ordinare i viventi in gruppi basati sulle reciproche somiglianze e sulle reciproche relazioni di affinità evolutiva.



Le principali categorie tassonomiche utilizzate nella classificazione

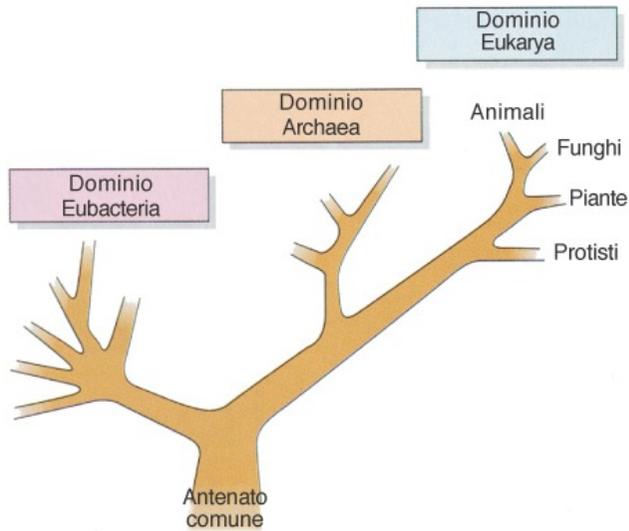


Organizzazione gerarchica del sistema di classificazione.

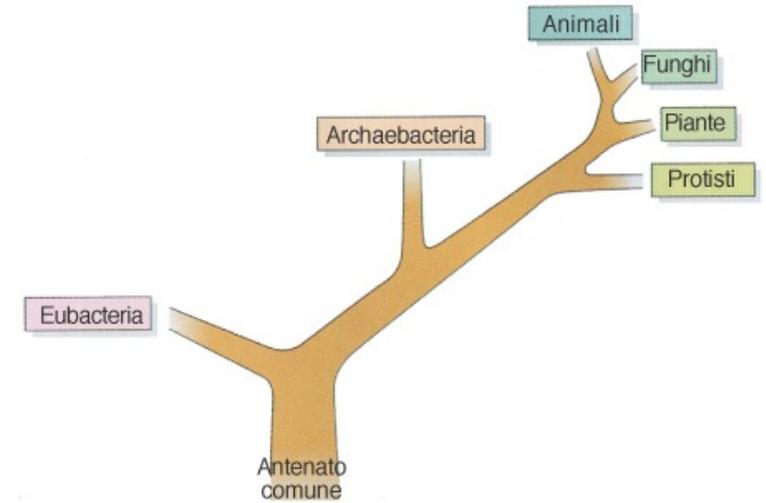
Ciascun livello tassonomico è più generale di quello immediatamente inferiore



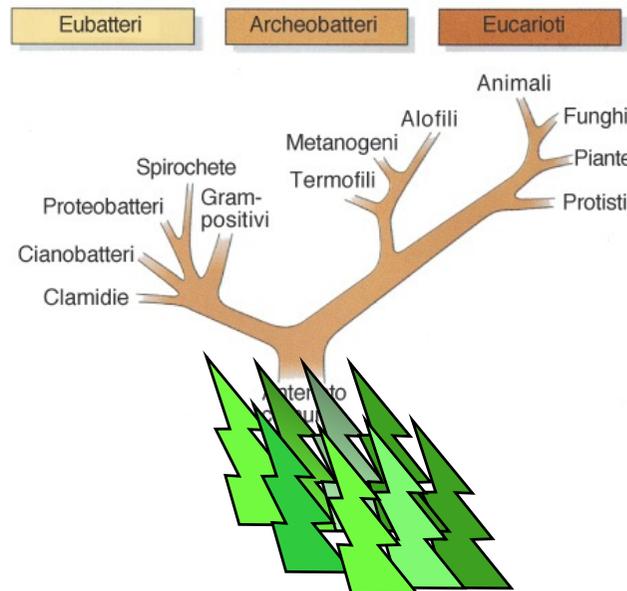
L'albero (o la foresta) della vita?



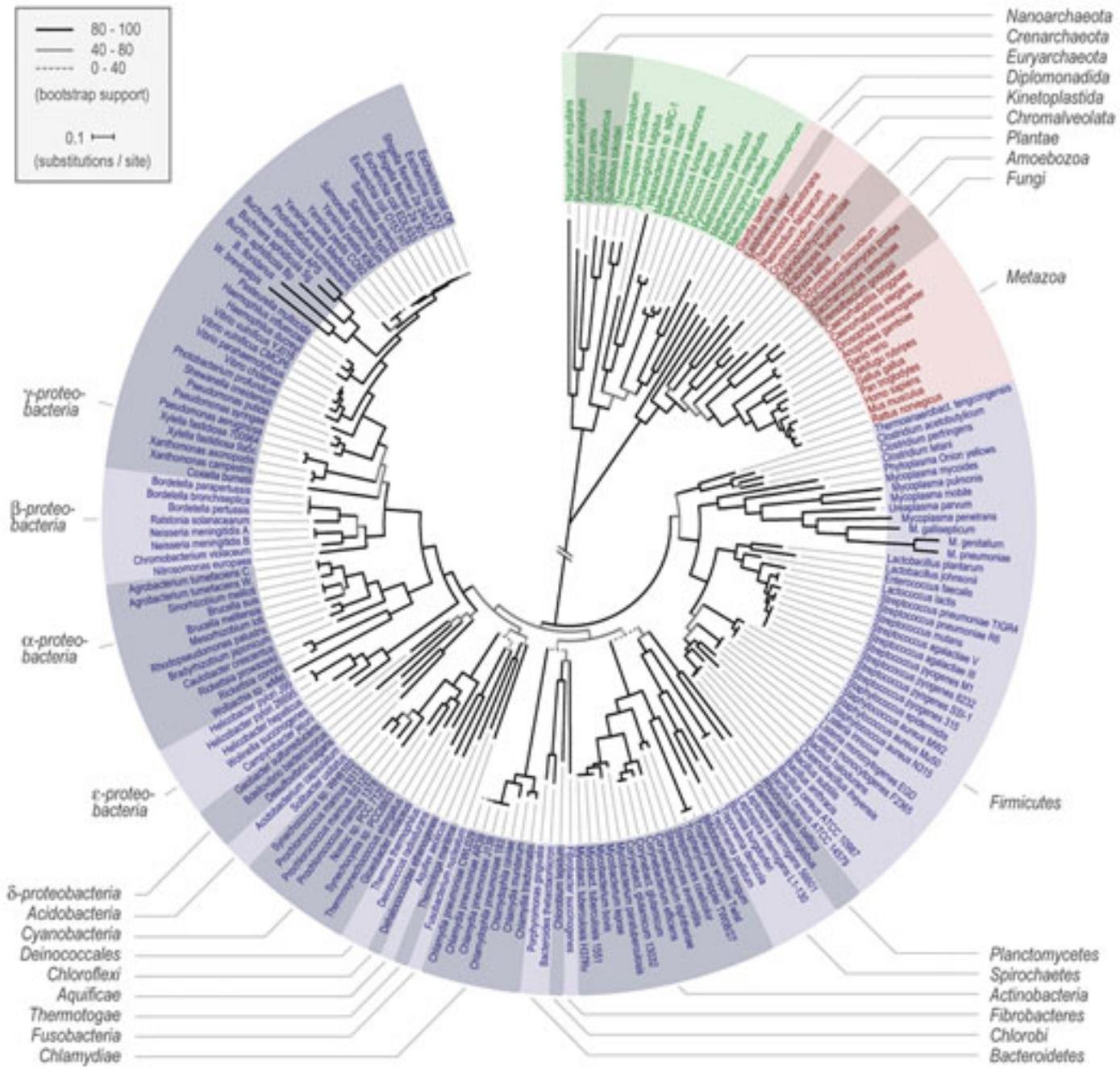
Il sistema di classificazione a tre domini



sei regni



— 80 - 100
 - - - 40 - 80
 ····· 0 - 40
 (bootstrap support)
 0.1 —→
 (substitutions / site)



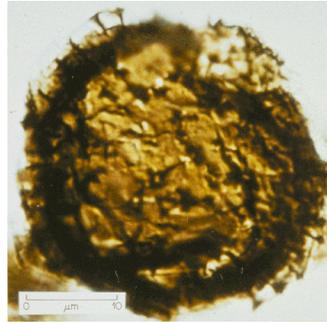


Proterozoico

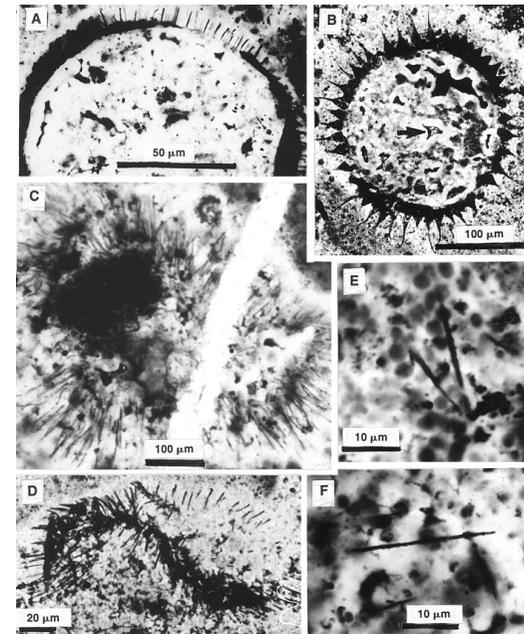
Gli organismi del Proterozoico sono talvolta molto diversi da quelli attuali



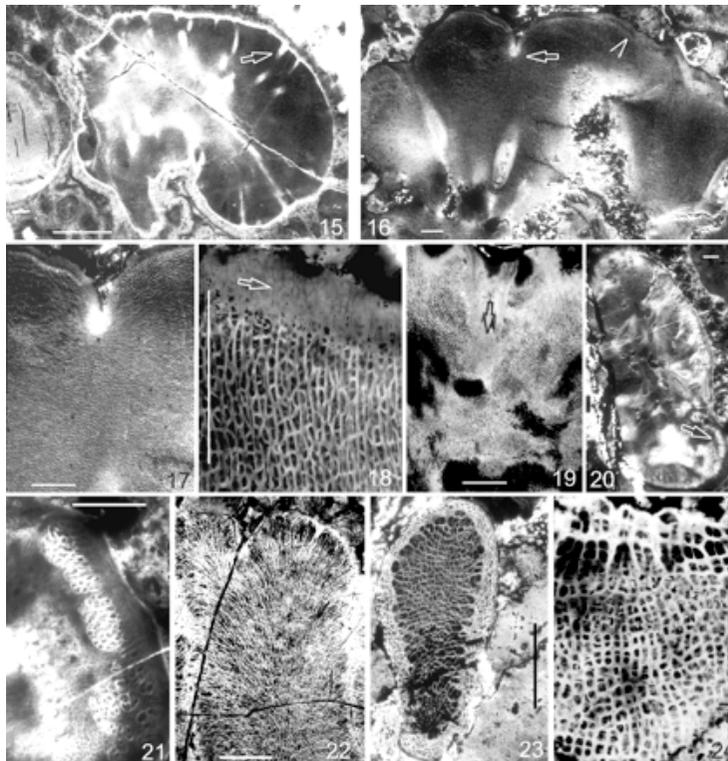
I primi protisti eucarioti sono attribuiti ad un vasto ed eterogeneo gruppo: gli Acritarcha, sopravvissuti fino alla metà del Paleozoico. Sono stati rinvenuti in sedimenti argillosi degli Urali (1.600-1.400 m.a.) e del Montana (1.400 m.a.).



Vandalosphaeridium walcottii.
Chuar group, Arizona



Acritarchi da Wengan, Cina meridionale



Thallophyca e forme affini. Wengan, Cina meridionale

Al Proterozoico sup. (680 m.a.) della Cina sono attribuite con certezza delle forme di tallofite pluricellulari, anche se ci sono indizi di forme anche molto più antiche.

Passaggio al Fanerozoico

**Circa 570 milioni di anni fa si passa dal
Proterozoico al Fanerozoico .**

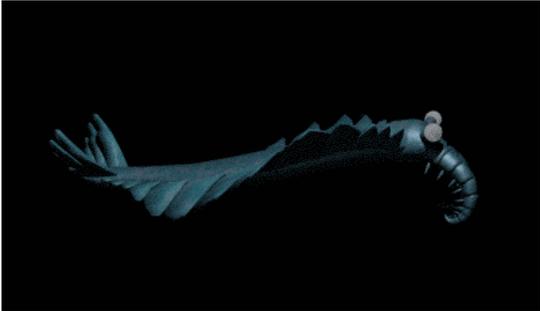
La vita è sempre più simile a quella attuale



Passaggio Precambriano - Cambriano

Compaiono i rappresentanti di tutti i phyla oggi esistenti, sia a corpo molle che, grande novità, dotati di parti scheletriche che favoriscono i processi di fossilizzazione.

Fauna di Chengjiang in Cina sud-occidentale e soprattutto la *Fauna del Burgess Shale* in Canada.



Ricostruzione di *Anomalocaris*



Fuxianhuia protensa



Yunnanozoon lividum



Marrella splendens



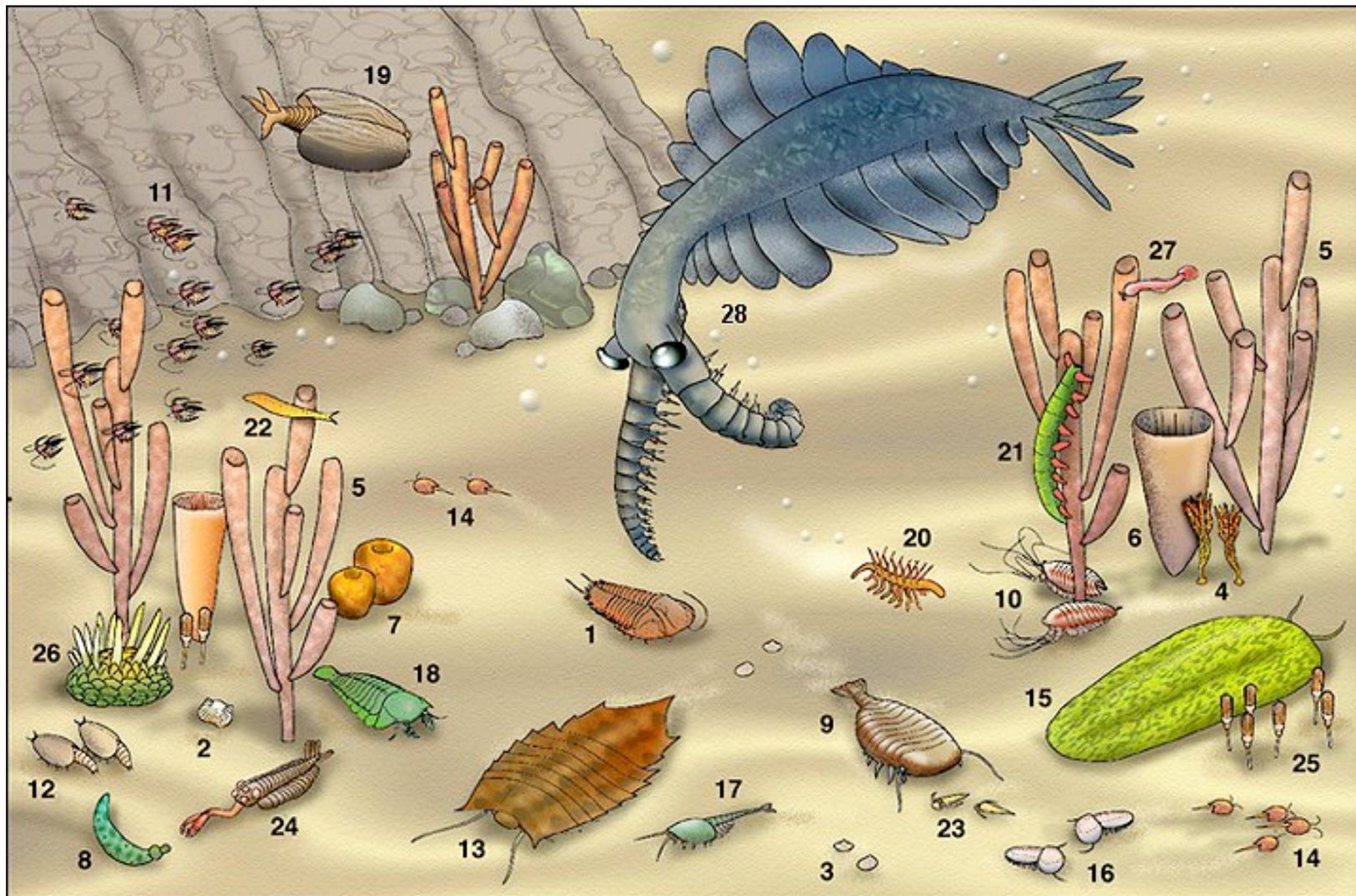
Olenoides serratus



Vauxia gracilenta



Ricostruzione ecosistema di Burgess Shale

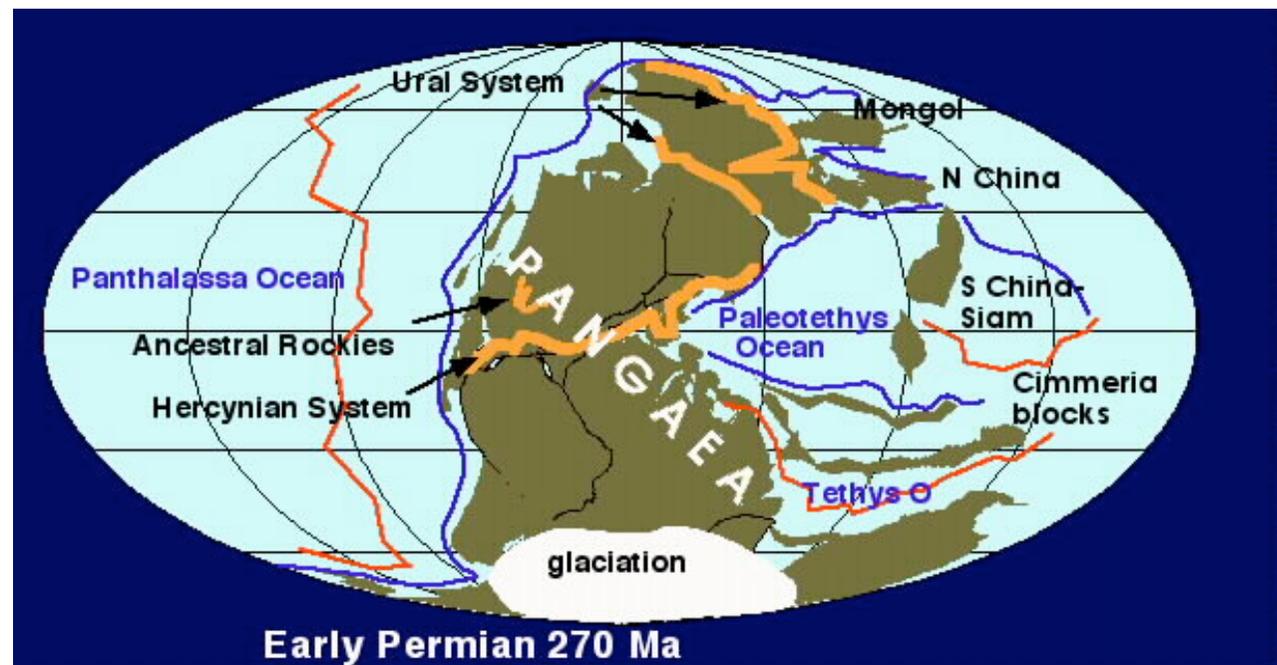
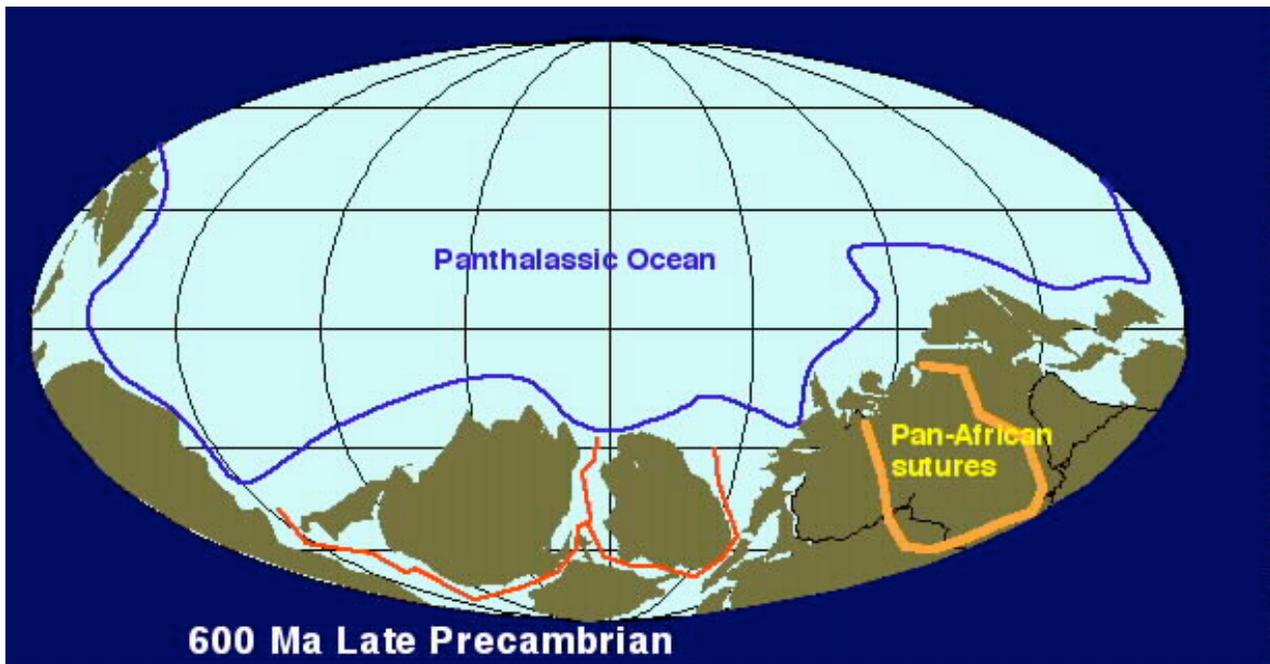


Spugne *Vauxia* (5), *Hazelia* (6), e *Eifellia* (7); brachiopode *Nisusia* (2); verme priapulide *Ottoia* (8); trilobite *Olenoides* (1); altri artropodi *Sidneyia* (9), *Leancoilia* (10), *Marella* (11), *Canadaspis* (12), *Helmetia* (13), *Burgessia* (14), *Tegopelte* (15), *Naraoia* (16), *Waptia* (17), *Sanctacaris* (18), e *Odaraia* (19); lobopods *Hallucigenia* (20) e *Aysheaia* (21); mollusco *Scenella* (3); echinoderma *Echmatocrinus* (4); cordato *Pikaia* (22); posizione sistemica incerta: *Haplophrentis* (23), *Opabinia* (24), *Dinomischus* (25), *Wiwaxia* (26), *Amiskwia* (27), and *Anomalocaris* (28).

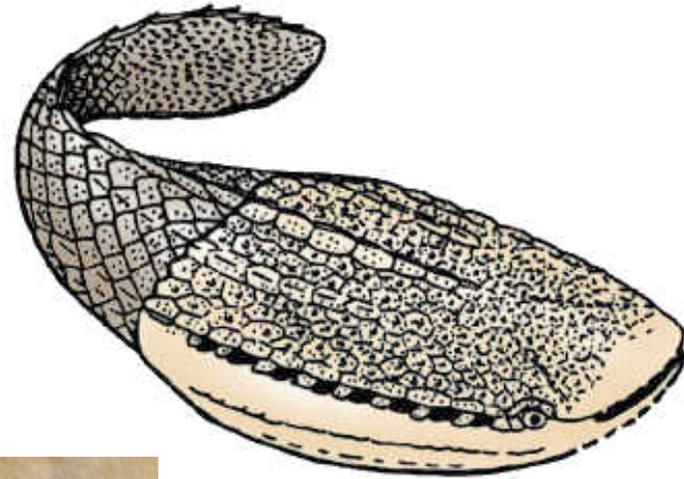
Paleozoico

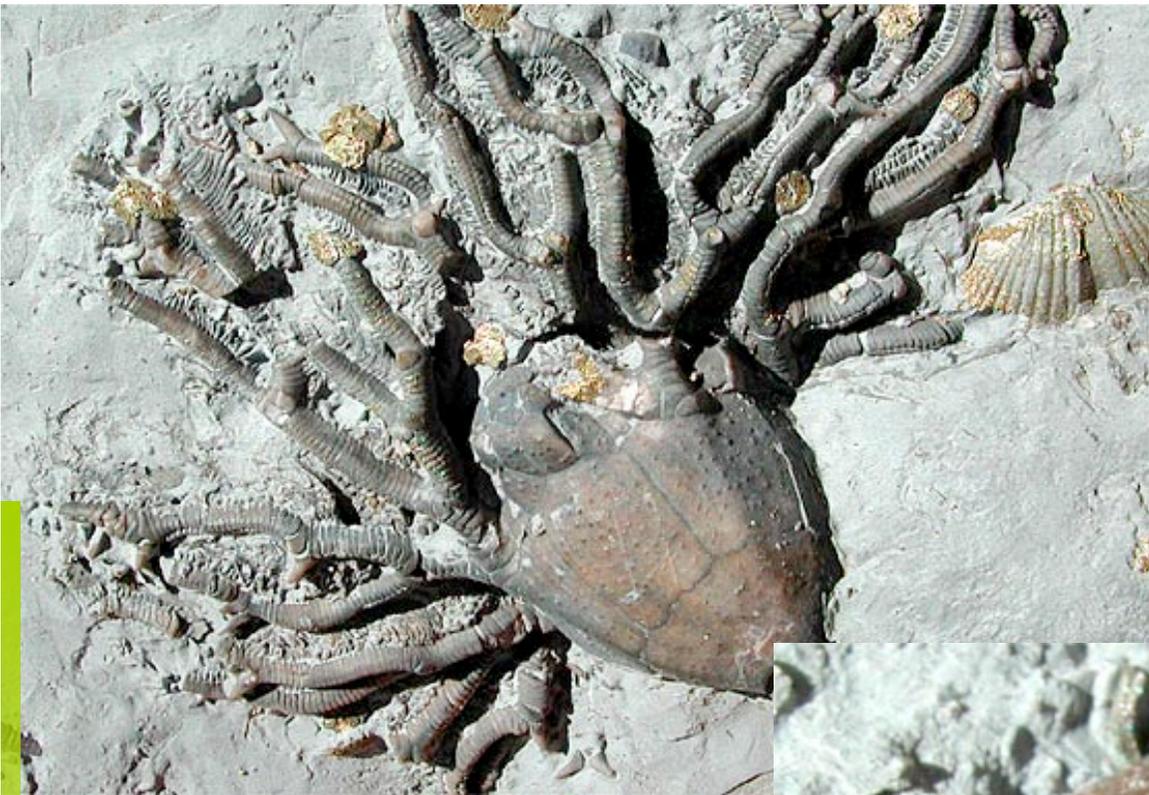
- Il ***Paleozoico*** che va da 570 ma a 220 si divide:
- **Cambriano** da una area inglese chiamata da Cesare Cambria
- **Ordoviciano** dal nome romano di una tribu del Dorset
- **Siluriano** Da una tribù dell' Anglia meridionale
- **Devoniano** dal Devonshire, regione inglese
- **Carbonifero** dagli ampi depositi di carbone fossile
- **Permiano** da Perm una citta' degli Urali

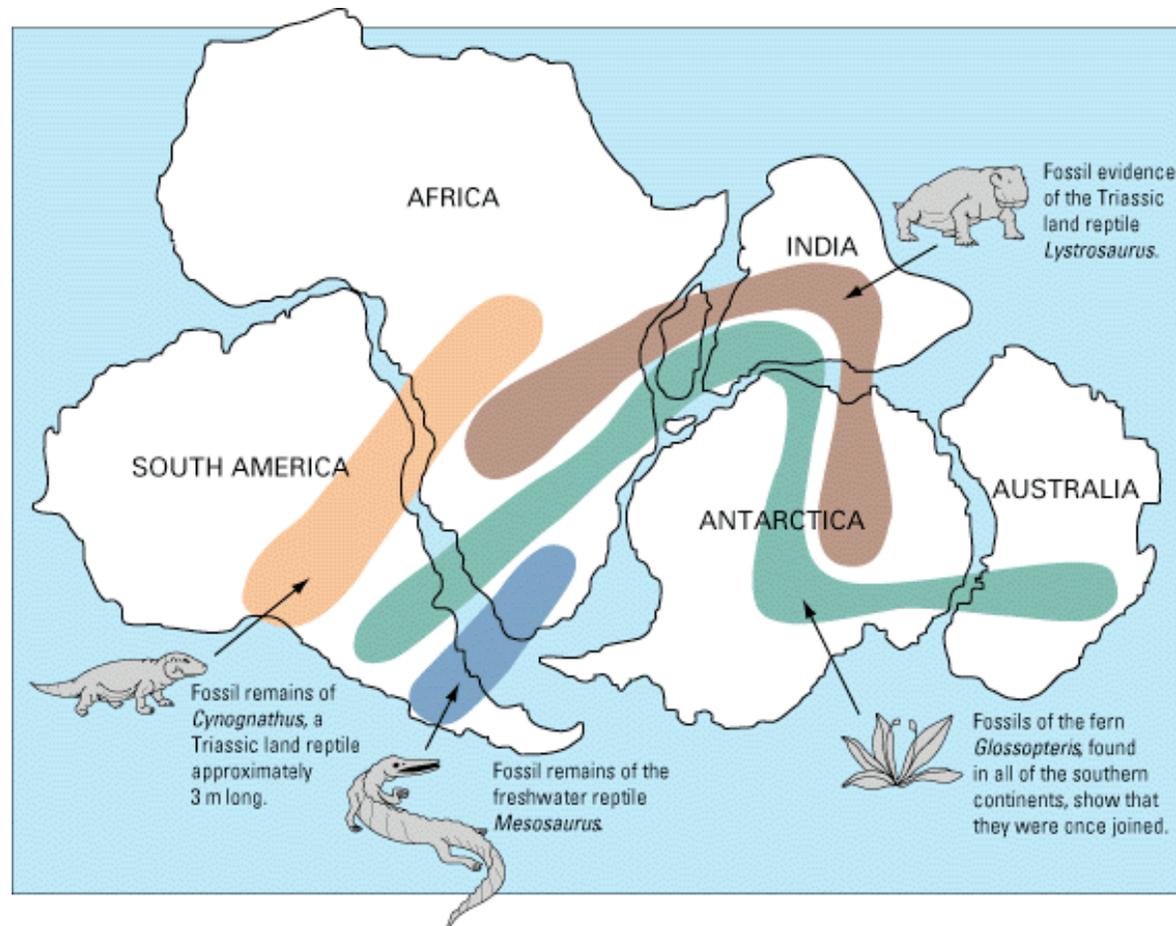








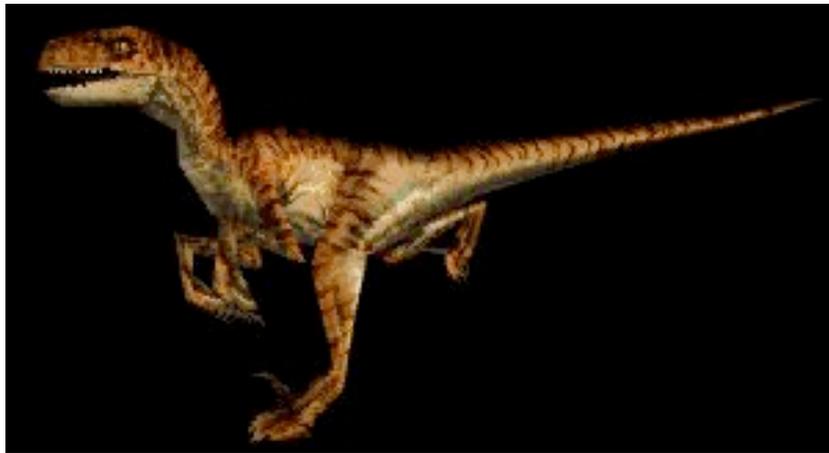
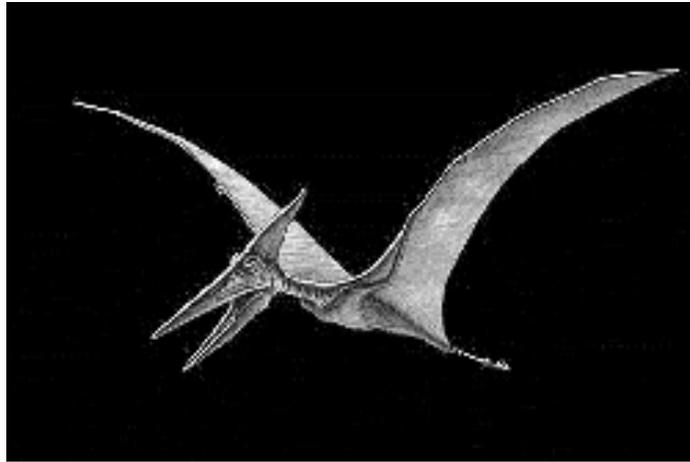


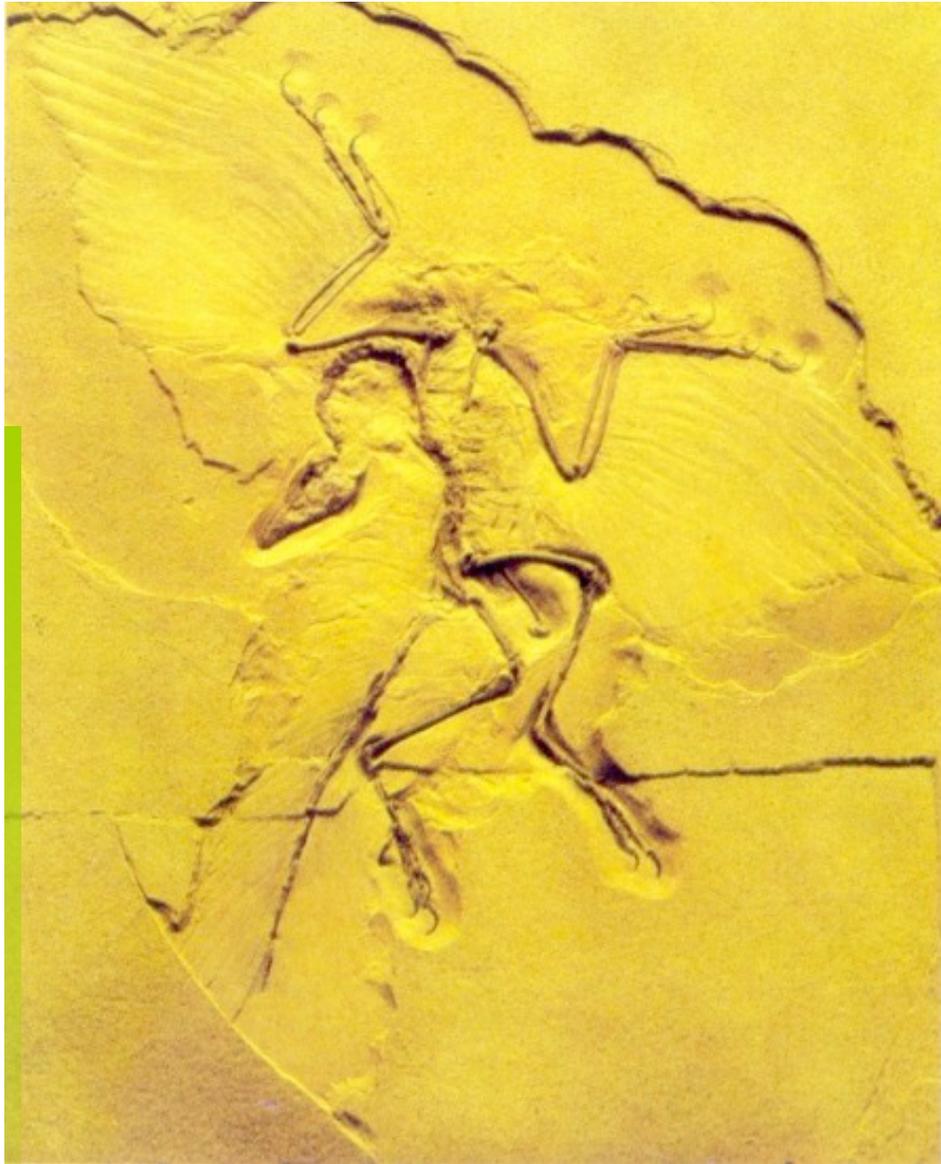


MESOZOICO

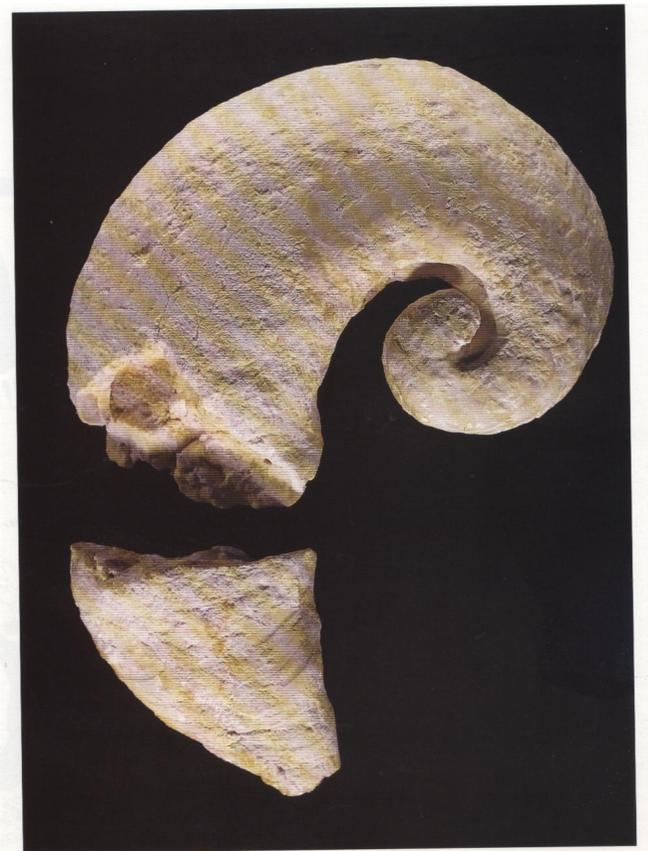
- Il mesozoico ha una durata di circa 120-150 milioni di anni ed è suddiviso in tre periodi principali:
 - **Triassico**
 - **Giurassico**
 - **Cretaceo**







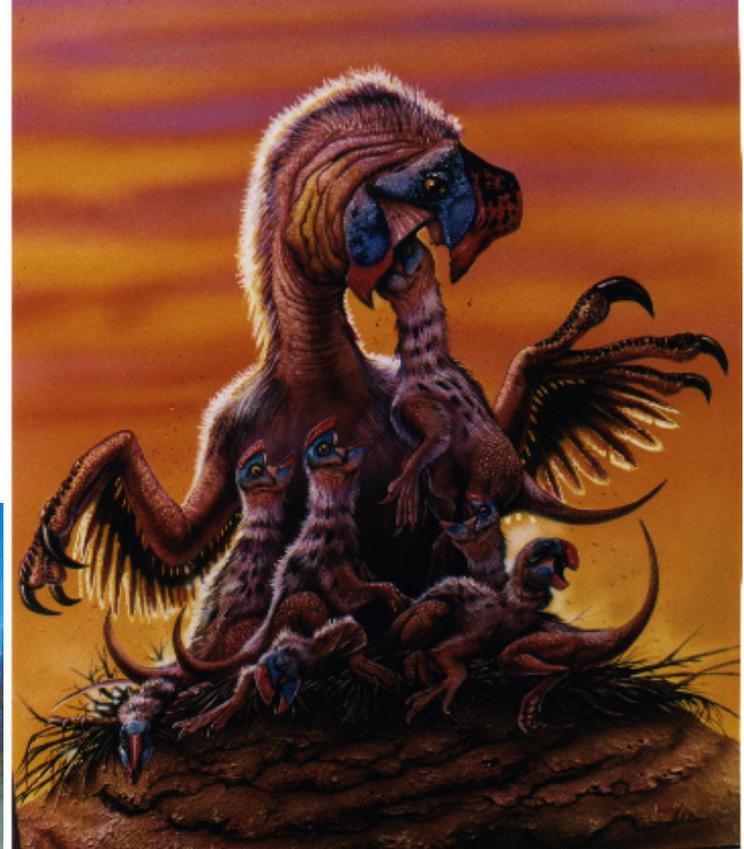
University of Naples Federico II





University of Naples Federico II

THEROPODA



T-REX VS ANATOTITAN



SCIPIONYX SAMNITICUS (CIRO)

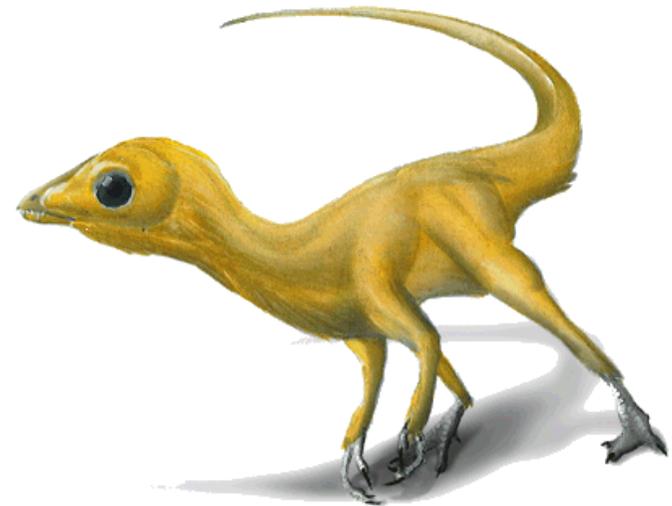




Photo Credit: AMNH

Juvenile Sinornithosaurus ?

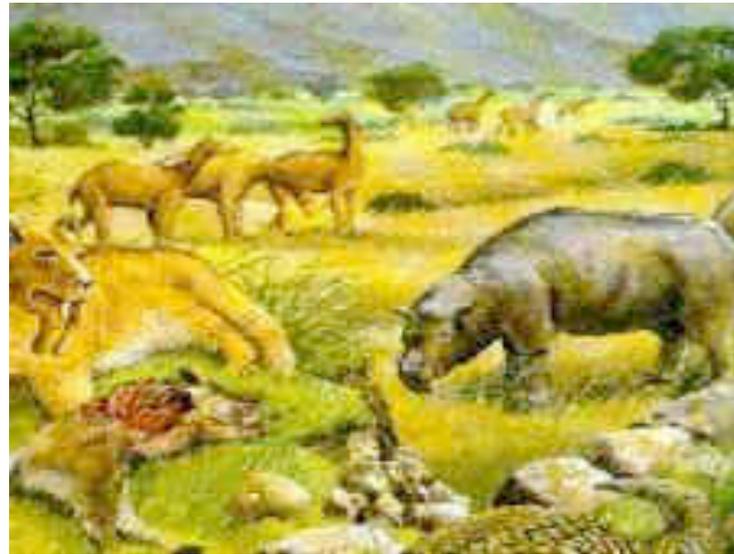
Copyright Todd Marshall 4.27.01



CENOZOICO

- **L'Era Terziaria o Cenozoica** (era della "vita recente") iniziò circa 65 milioni di anni fa e finì circa 2 milioni di anni fa.
- Durante questo periodo, dai due blocchi in cui era divisa la Pangea (Laurasia a Nord e Gondwana a Sud), si originarono i singoli continenti che raggiunsero l'assetto attuale tra la fine di quest'era e l'inizio di quella successiva, il **Neozoico**





University of Naples Federico II



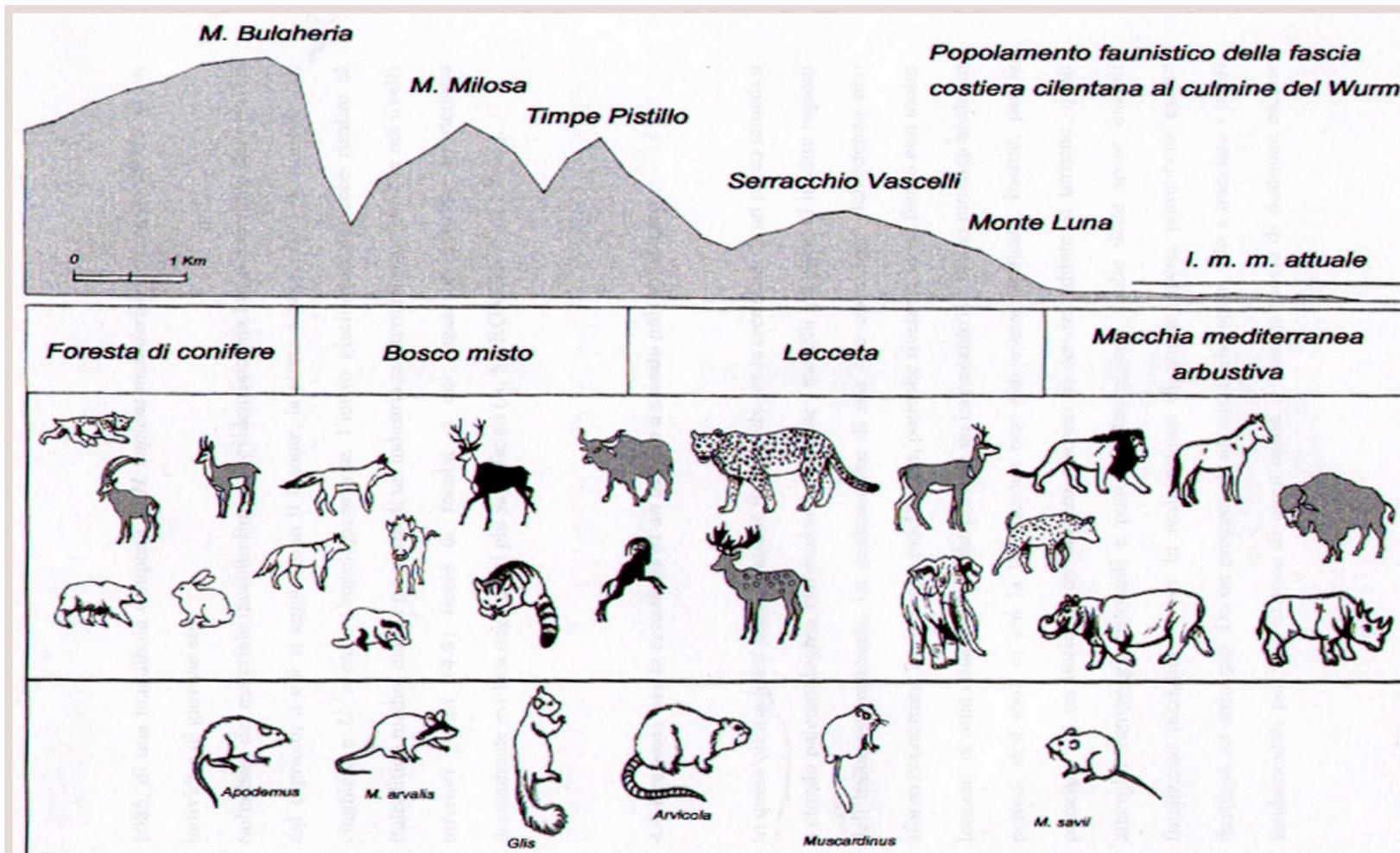
Neozoico o Quaternario

- L'era Neozoica (degli animali nuovi) o Quaternaria comprende un periodo che va da 2 milioni d'anni fa ad oggi.
- A caratterizzare il Quaternario sono soprattutto due eventi: la comparsa e l'evoluzione dell'uomo, l'alternarsi di periodi freddi e di periodi caldi, con le conseguenti glaciazioni.
- Il Neozoico è diviso in Pleistocene ed Olocene





University of Naples Federico II



EVENTI GEOLOGICI

- Il Pleistocene è stato definito in base a criteri stratigrafici e allo studio delle prime forme di molluschi fossili rinvenute negli strati geologici. È un periodo interessato dall'espansione dei ghiacciai polari e continentali su oltre un quarto delle terre emerse. In Europa sono conosciute cinque glaciazioni principali: Donau, Günz, Mindel, Riss e Würm che prendono il nome da quattro fiumi dell'odierna Germania.





University of Naples Federico II

EVENTI BIOLOGICI

- – **65 milioni di anni fa** Si originarono i primati da un gruppo di mammiferi insettivori arboricoli; fecero la loro comparsa le proscimmie come tupaie, lemuri e tarsi.
- **40 milioni di anni fa** E' il periodo delle lussureggianti foreste tropicali dove compaiono i primi SIMIFORMI, da cui si evolvono gli OMINOIDEI, caratterizzati da una posizione semieretta



25 milioni di anni fa

- Compaiono i DRIOPITECI, i più antichi ominoidi, simili agli attuali scimpanzé.
- **18 milioni di anni fa** Per una serie di eventi geologici e climatici, si formò la SAVANA. La maggior parte delle scimmie arboricole si spostarono nelle foreste equatoriali. Queste erano le antenate di quelle antropomorfe o PONGIDI. Le scimmie rimaste nella savana si dovettero adattare alle nuove condizioni ambientali. Comparvero così i primi individui capaci di stare in piedi: gli OMINIDI



- **15 milioni di anni fa** si svilupparono i **RAMAPITECI**: essi presentavano caratteristiche ancora scimmiesche ma con una faccia piuttosto corta e una mandibola bassa, priva dei grandi canini tipici delle scimmie
- **4 milioni di anni fa** Si registra la presenza dell' **AUSTRALOPITHECUS** che presenta una scatola cranica di circa 400-500 cc, arcata dentaria di forma molto simile a quella attuale, capacità di utilizzare utensili elementari. I suoi resti sono stati trovati in varie parti dell'Africa, divisi in tre specie: **AUSTRALOPITHECUS AFARENSIS**, **A. AFRICANUS**, **A. ROBUSTUS**.



- **3,5 milioni di anni fa** Risale a questo periodo lo scheletro di Lucy, un Australopiteco *A. afarensis* di sesso femminile, trovato in Etiopia e divenuto famoso in tutto il mondo.
- **2 milioni di anni fa** Si estinguono gli ultimi Australopiteci e si evolve una nuova specie , il nostro diretto antenato: l'*HOMO HABILIS*. Il suo cranio ha una capacità di circa 700 cc, la mandibola è piccola e i denti sono simili a quelli dell'uomo attuale. A queste caratteristiche somatiche si uniscono capacità operative: infatti questa specie è capace di scheggiare le pietre e quindi di costruire utensili primitivi.



- **1,5 milioni di anni fa**
- Dall' *Homo habilis* discende l' *HOMO ERECTUS*. È un ominide intelligente, la cui scatola cranica ha un volume di 1000 cc; fa un'importante conquista: il fuoco, che utilizza per cucinare e allontanare gli animali feroci. Grazie al fuoco si originano i primi gruppi sociali. Con lui nasce la famiglia primitiva, dove il maschio provvede alla caccia e la femmina accudisce i figli.

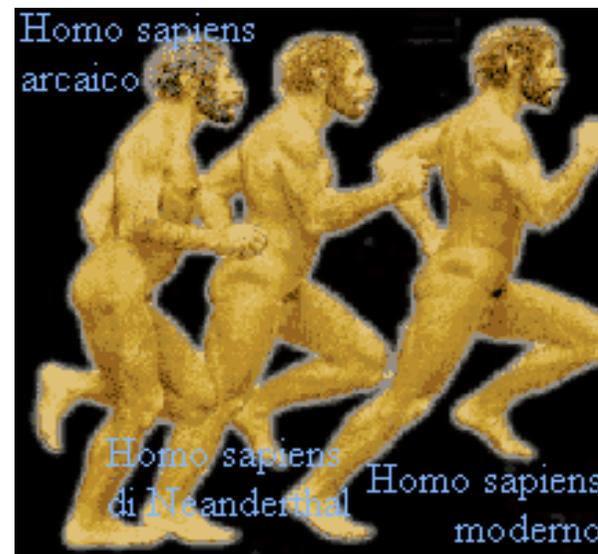
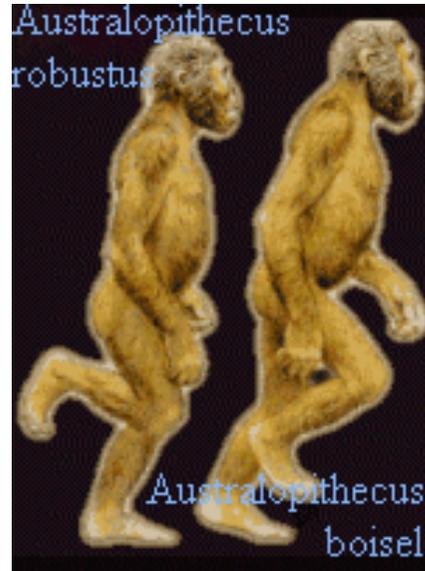
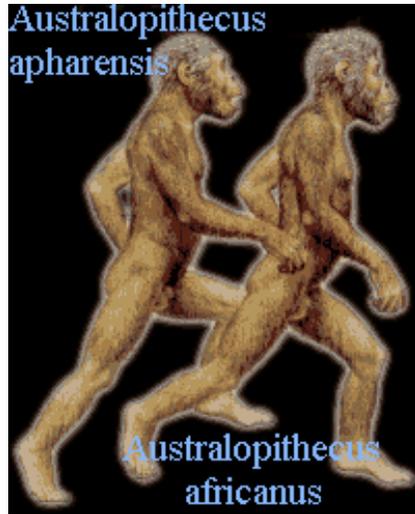


- **430 000-130 000 anni fa** Compare la nostra specie, l' *HOMO SAPIENS*: la sua capacità cranica raggiunge i 1500 cc. L' *Homo Sapiens* comprende due varietà o sottospecie. Il primo rappresentante è l'*Homo Sapiens* di Neanderthal così chiamato perché i suoi resti sono stati trovati a Neanderthal in Germania. Ha la fronte sfuggente, la mandibola robusta. I Neanderthaliani sono i primi ominidi in cui si manifesta la necessità di un culto dei morti, rafforzano i legami familiari e sociali e raggiungono un buon grado di sviluppo nella vita interiore e spirituale.

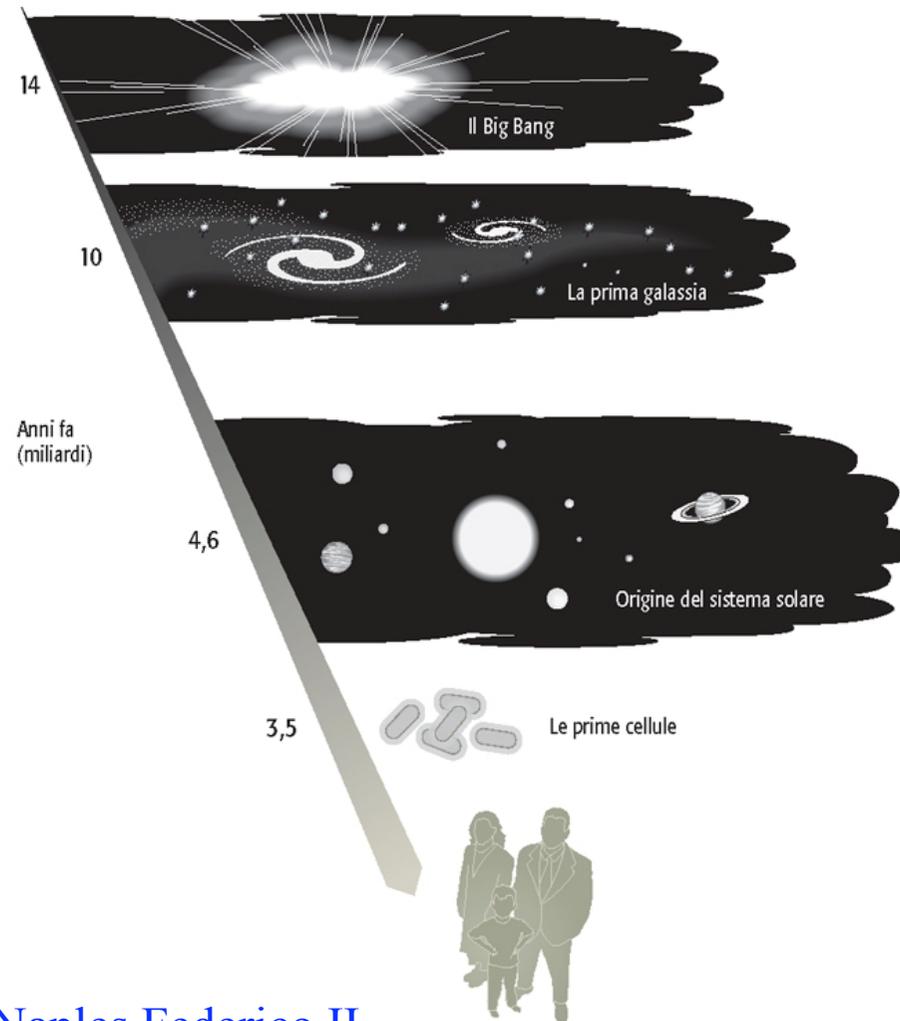


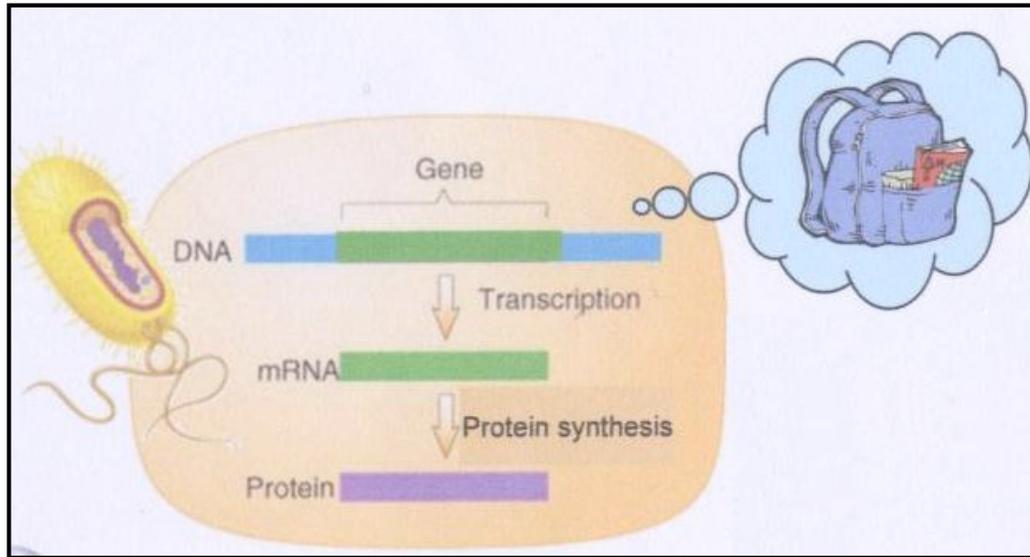
- **40 000 anni fa** L'uomo di Neanderthal si è estinto perché sopraffatto dall'uomo di Cro-Magnon, primo *Homo sapiens sapiens*. L'uomo di Cro-Magnon ha una capacità cranica di 1600 cc, fronte alta, naso stretto, zigomi sporgenti e un vero e proprio mento osseo.
- Lo studio dei primi uomini costituisce la **PREISTORIA** che si distingue in due periodi: **ETA' DELLA PIETRA SCHEGGIATA** (o **Paleolitico**), corrispondente al **Pleistocene** e **l'ETA' DELLA PIETRA LEVIGATA** (o **Neolitico**) corrispondente all'**Olocene**



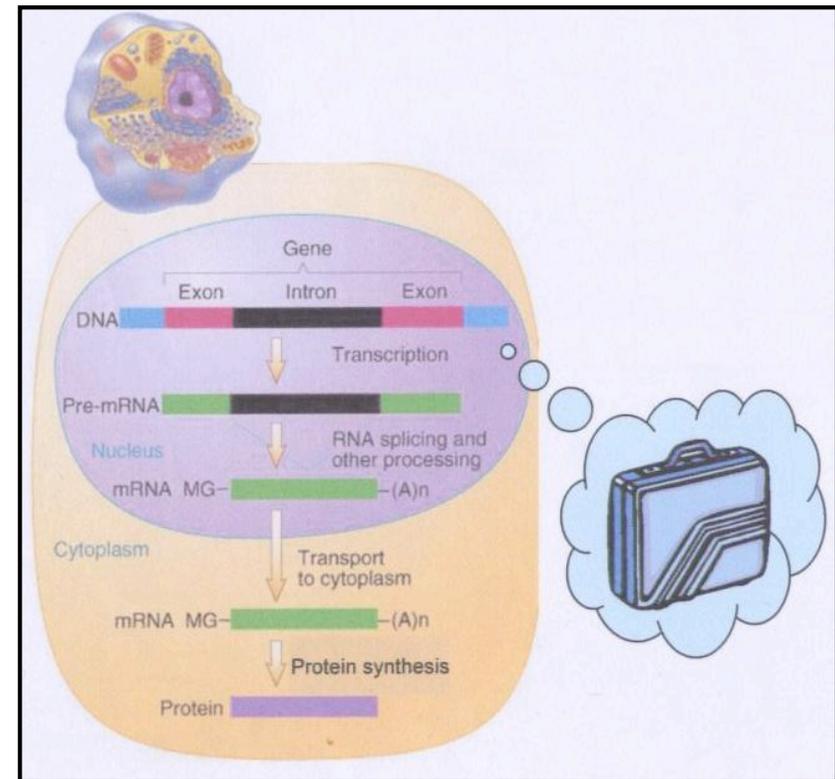


Genomi: i primi 10 miliardi di anni?





Procariota



Eucariota



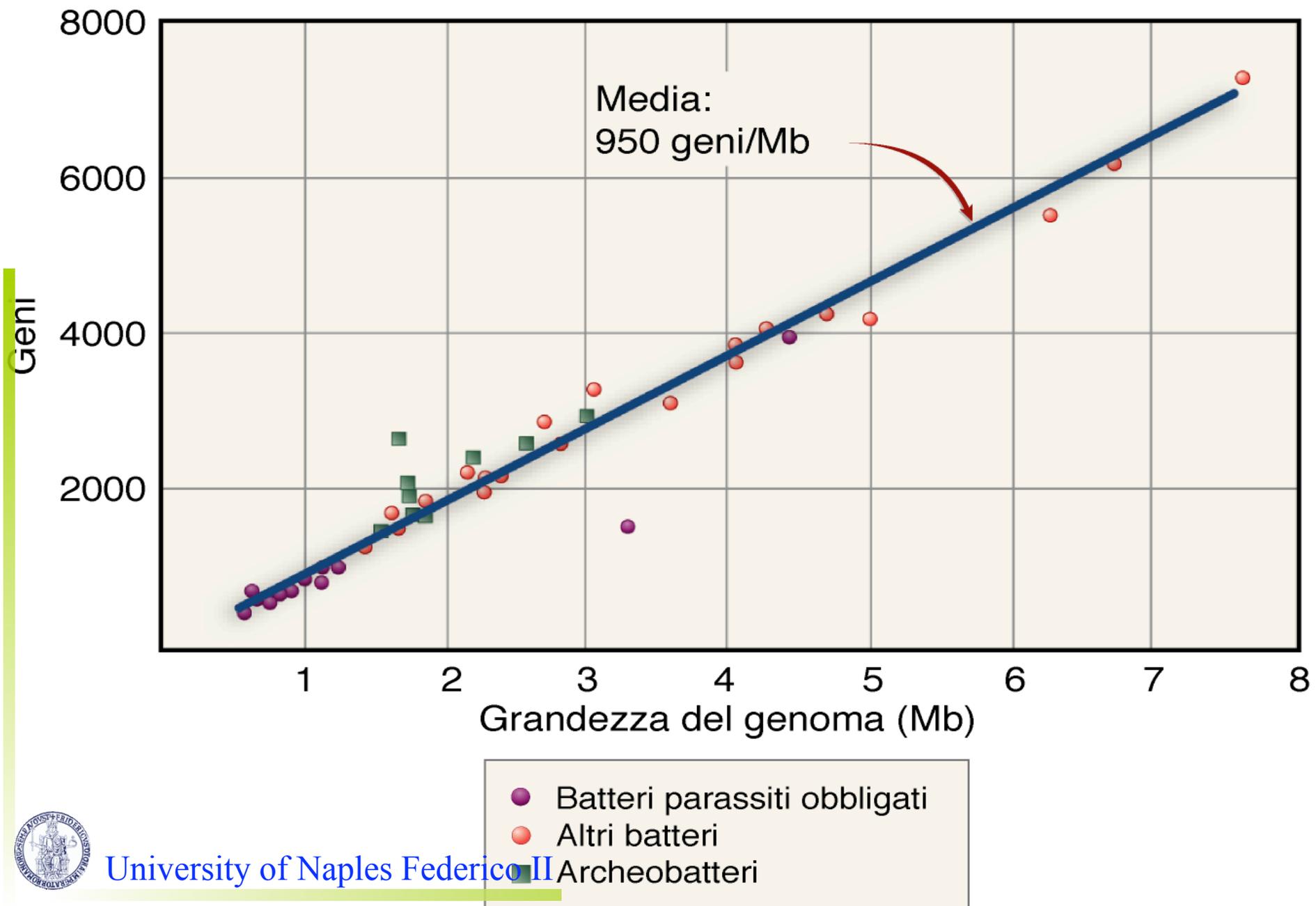
I Batteri sono presenti in ogni ambiente



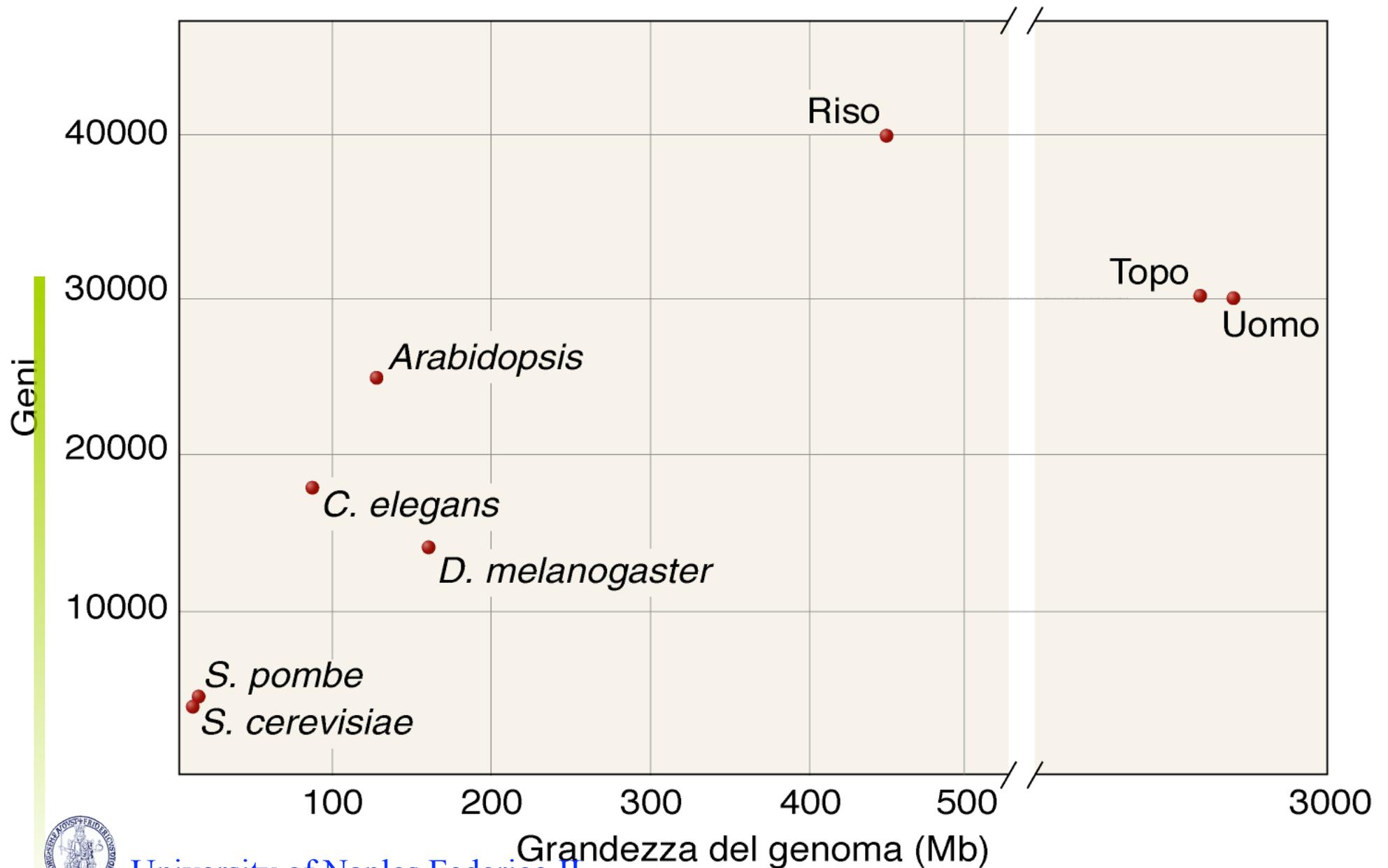
- sono resistenti a condizioni ambientali avverse
- presentano tutte le modalità di nutrizione
- possono avere forme diverse
 - forma sferica (cocchi)
 - forma a bastoncino (bacilli)
 - forma a spirale (spirilli)
 - forma a virgola (vibrioni)
- possono essere agenti patogeni
 - esempi di malattie batteriche sono la tubercolosi, il tetano, il colera, la polmonite
 - si combattono con gli antibiotici
- negli esseri umani, molti non hanno effetti negativi o sono addirittura utili
 - nell'organismo umano vivono molte specie batteriche del tutto innocue
 - alcuni batteri che vivono nell'organismo umano producono zuccheri e vitamine
- svolgono funzioni utili per tutto il mondo vivente
 - alcuni batteri metabolizzano l'azoto gassoso dell'atmosfera
 - alcuni batteri demoliscono sostanze organiche e rifiuti



La grandezza del genoma batterico è correlata al numero dei geni



Il numero dei geni eucariotici presenta un'ampia variazione

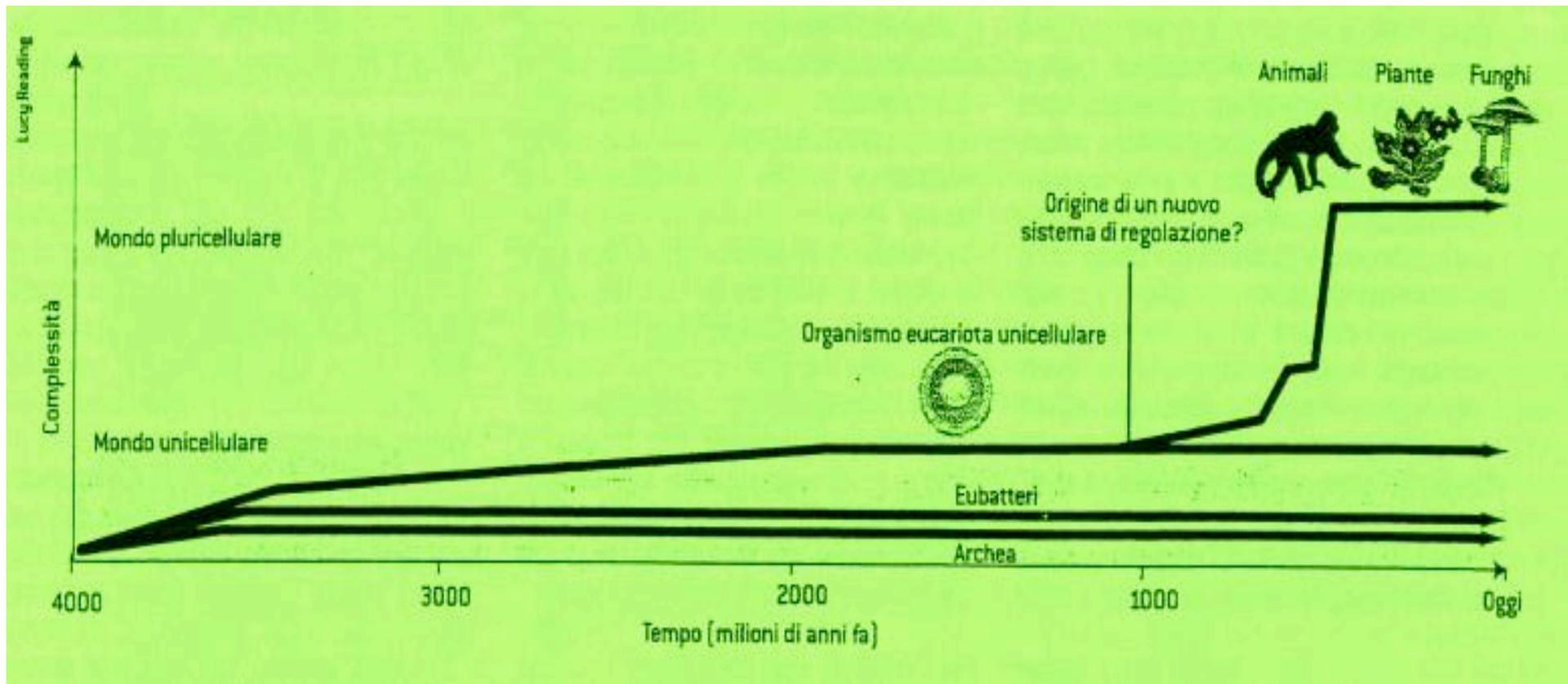


Il numero di geni non è correlato alla lunghezza del genoma

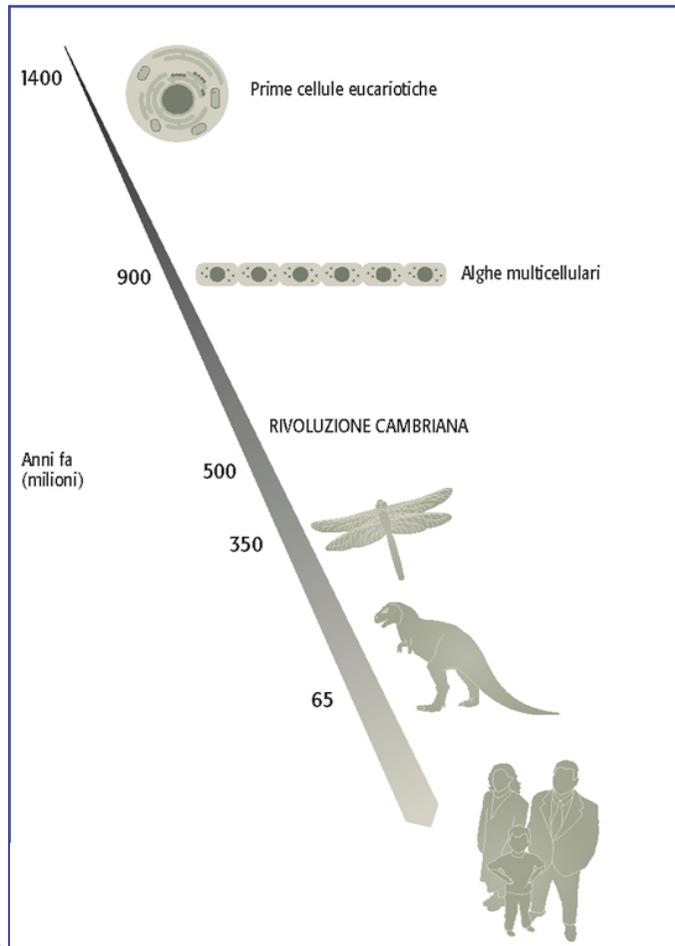
ORGANISMO	GENOMA (Megabasi)	NUMERO DI GENI (Stimato)
<i>E. coli</i>	4.4	4300
<i>S. cerevisiae</i>	12.1	6034
<i>C. elegans</i>	100	19000
<i>D. melanogaster</i>	135.6	13600
<i>A. thaliana</i>	~141	25000
<i>H. sapiens</i>	3300	~30000
<i>M. musculus</i>	3000	30000



La vita sulla Terra è stata dominata per miliardi di anni da forme unicellulari, poi improvviso il balzo verso la pluricellularità e la diversificazione verso la forme biologiche più complesse

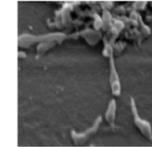


La complessità (evoluzione) morfologica si associa all'aumento di complessità genetica?



Il numero minimo dei geni varia da 500 a 30000

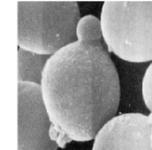
500 geni
Batterio intracellulare
(parassita)



1500 geni
Batterio a vita libera



5000 geni
Eucariote unicellulare



13000 geni
Eucariote multicellulare



25000 geni
Piante superiori



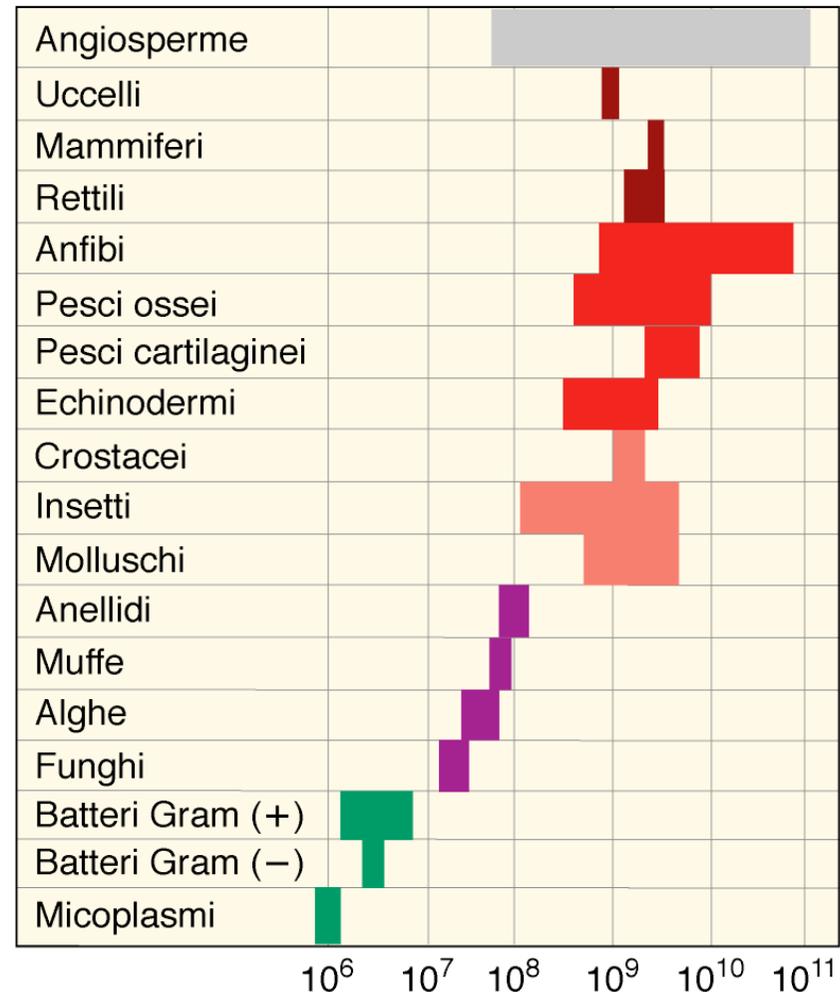
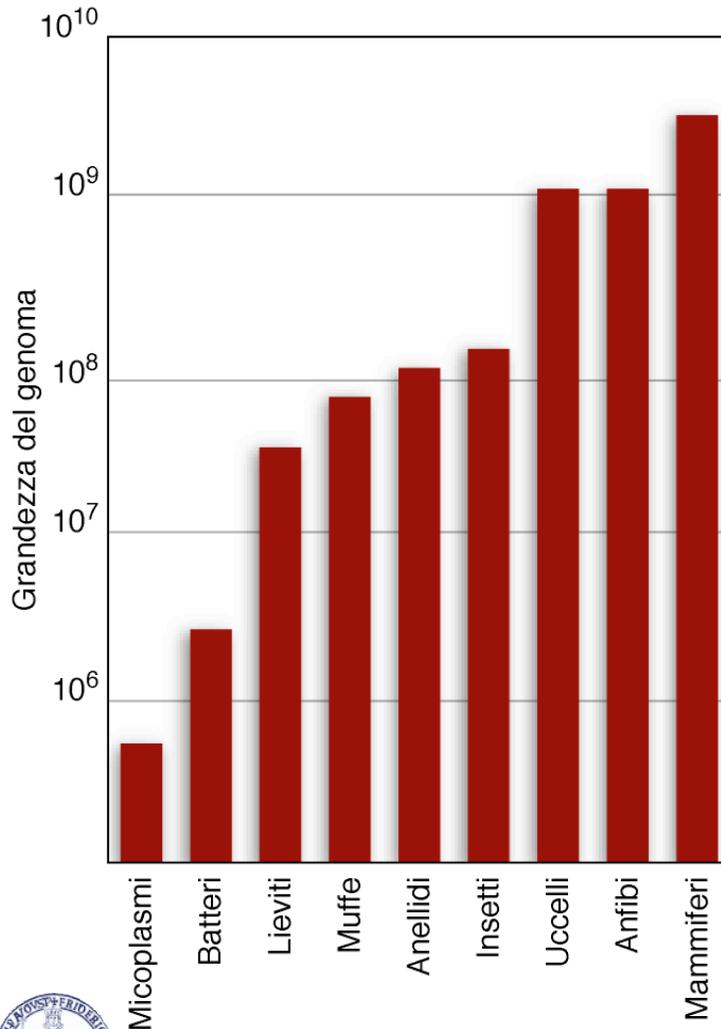
30000 geni
Mammiferi



La complessità genetica e biologica

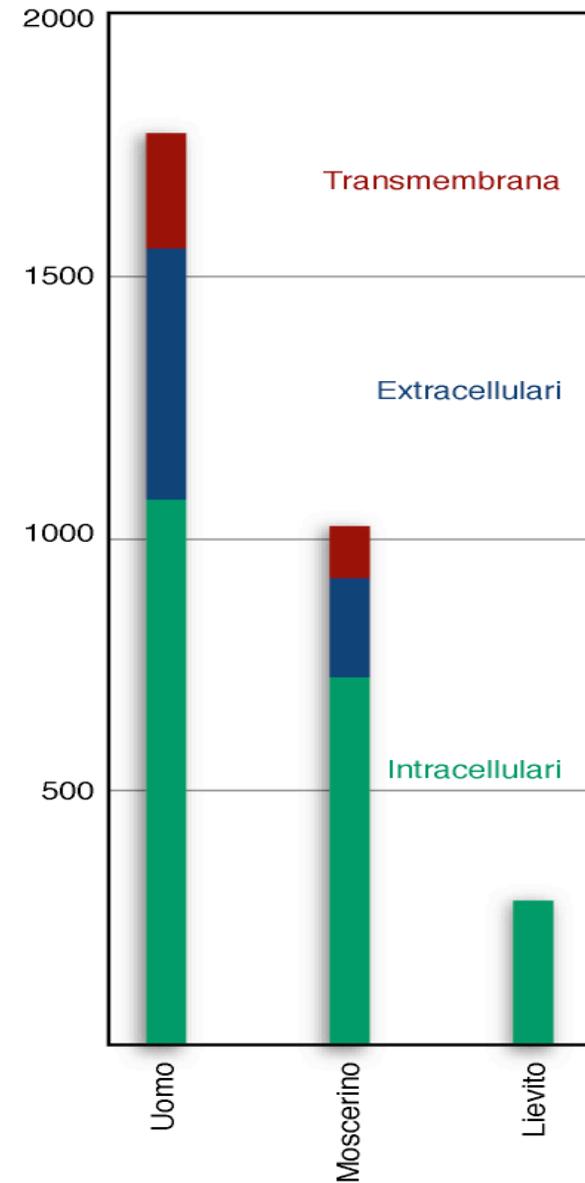
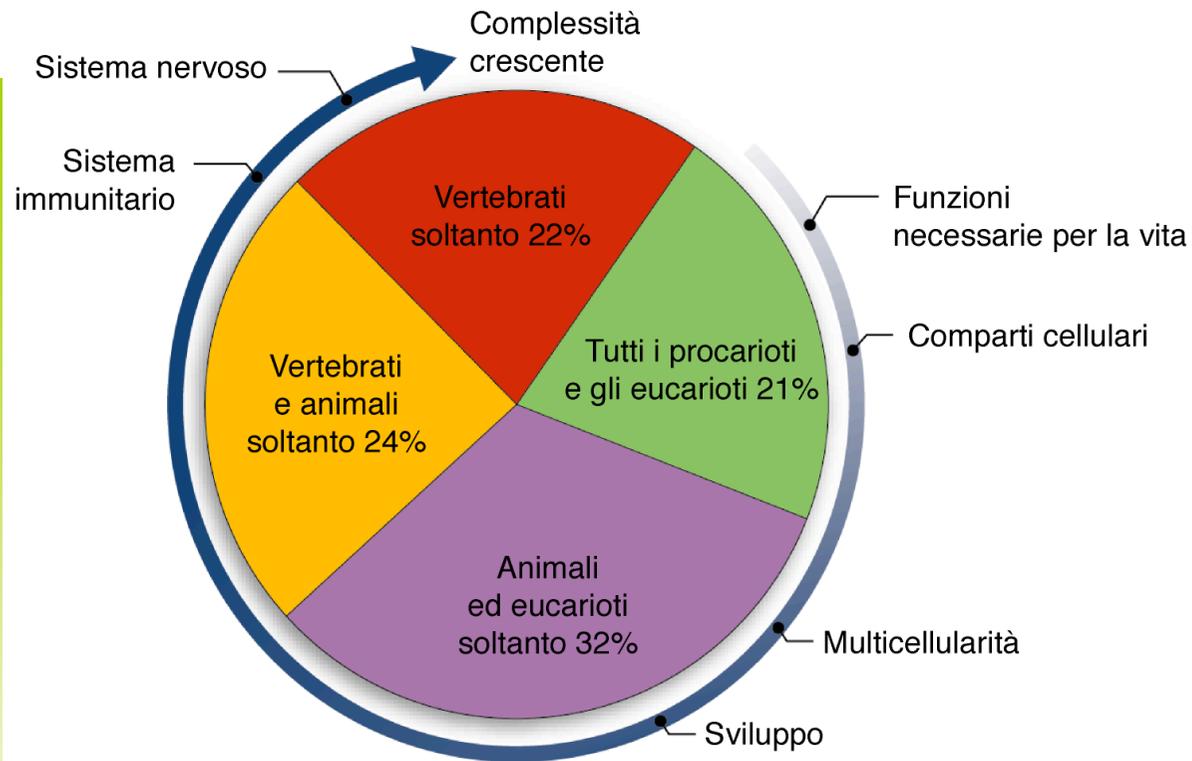


La grandezza minima del genoma cresce nelle diverse classi tassonomiche



Il contenuto di DNA è correlato alla complessità morfologica?

La complessità si associa all'acquisizione di nuove funzioni geniche



Biologia Molecolare, Evoluzione e Tassonomia...

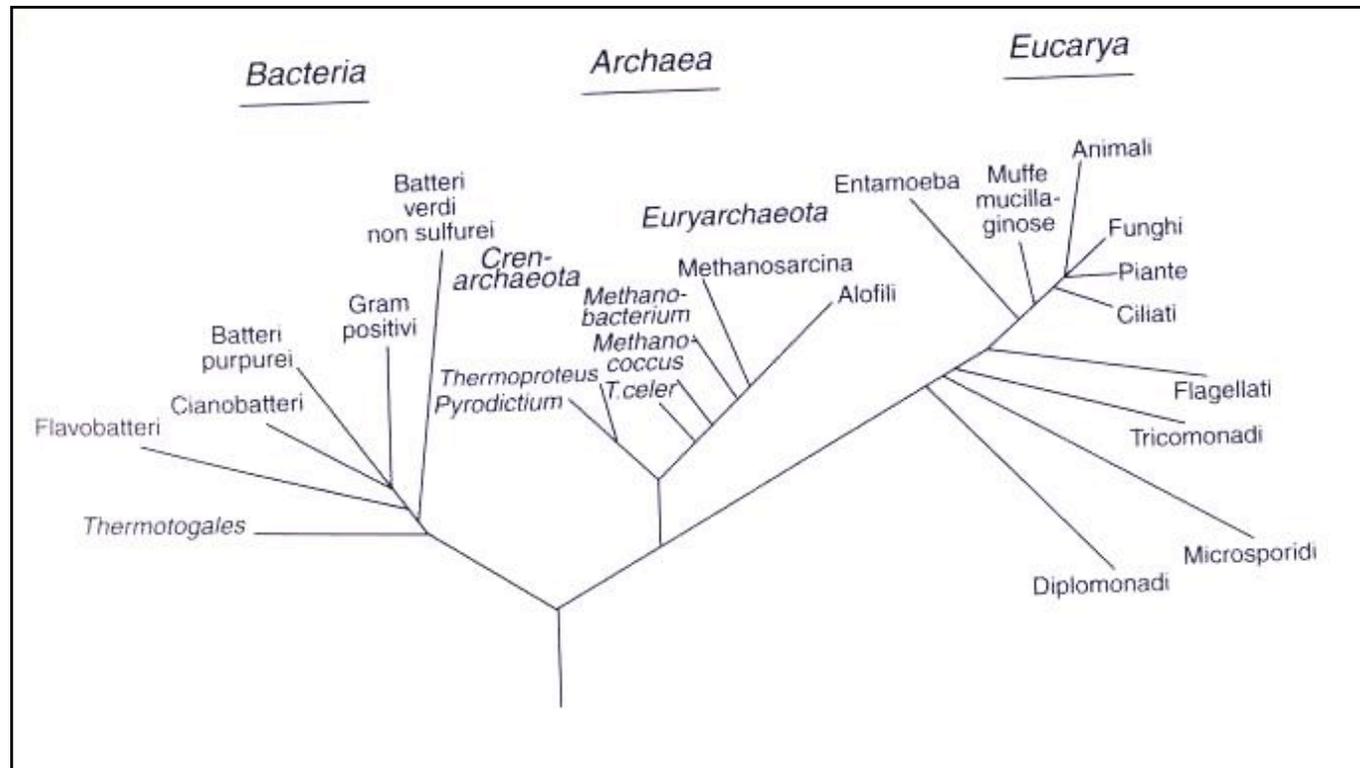
.....Filogenesi molecolare



Il citocromo C: struttura e funzione simili in tutti gli organismi aerobi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60						
uomo	---	---	---	---	---	---	---	---	---	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	I	M	K	C	S	Q	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	K	T	G	Q	A	P	G	Y	S	Y	T	A	A						
scimmia	---	---	---	---	---	---	---	---	---	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	I	M	K	C	S	Q	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	K	T	G	Q	A	P	G	Y	S	Y	T	A	A						
cavallo	---	---	---	---	---	---	---	---	---	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	A	Q	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	K	T	G	Q	A	P	G	F	T	Y	T	D	A						
suino, bovino, pecora	---	---	---	---	---	---	---	---	---	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	A	Q	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	K	T	G	Q	A	P	G	F	S	Y	T	D	A						
cane	---	---	---	---	---	---	---	---	---	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	A	Q	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	K	T	G	Q	A	P	G	F	S	Y	T	D	A						
balena grigia	---	---	---	---	---	---	---	---	---	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	A	Q	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	K	T	G	Q	A	V	G	F	S	Y	T	D	A						
coniglio	---	---	---	---	---	---	---	---	---	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	A	Q	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	K	T	G	Q	A	V	G	F	S	Y	T	D	A						
canguro	---	---	---	---	---	---	---	---	---	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	A	Q	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	N	G	I	F	G	R	K	T	G	Q	A	P	G	F	T	Y	T	D	A						
pollo, tacchino	---	---	---	---	---	---	---	---	---	G	D	I	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	S	Q	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	K	T	G	Q	A	E	G	F	S	Y	T	D	A						
pinguino	---	---	---	---	---	---	---	---	---	G	D	I	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	S	Q	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	H	G	I	F	G	R	K	T	G	Q	A	E	G	F	S	Y	T	D	A						
anitra di Pechino	---	---	---	---	---	---	---	---	---	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	A	Q	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	K	T	G	Q	A	E	G	F	S	Y	T	D	A						
tartaruga	---	---	---	---	---	---	---	---	---	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	A	Q	C	H	T	V	E	K	G	G	K	H	K	T	G	P	N	L	N	G	L	I	G	R	K	T	G	Q	A	E	G	F	S	Y	T	E	A						
rana-toro	---	---	---	---	---	---	---	---	---	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	A	Q	C	H	T	C	E	K	G	G	K	H	K	V	G	P	N	L	Y	G	L	I	G	R	K	T	G	Q	A	A	G	F	S	Y	T	D	A						
tonno	---	---	---	---	---	---	---	---	---	G	D	V	A	K	G	K	K	I	F	V	Q	K	C	A	Q	C	H	T	V	E	N	G	G	K	H	K	V	G	P	N	L	W	G	L	F	G	R	K	T	G	Q	A	E	G	Y	S	Y	T	D	A						
tarlo	---	---	---	---	---	---	---	---	---	G	V	P	A	G	D	V	E	K	G	K	K	I	F	V	Q	R	C	A	Q	C	H	T	V	E	A	G	G	K	H	K	V	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	K	T	G	Q	A	A	G	F	A	Y	T	N	A		
baco da seta	---	---	---	---	---	---	---	---	---	G	V	P	A	G	N	A	E	N	G	K	K	I	F	V	Q	R	C	A	Q	C	H	T	V	E	A	G	G	K	H	K	V	G	P	N	L	H	G	F	Y	G	R	K	T	G	Q	A	P	G	F	S	Y	S	N	A		
grano	A	S	F	S	E	A	P	P	G	N	P	D	A	G	A	K	I	F	K	T	K	C	A	Q	C	H	T	V	D	A	G	A	G	H	K	Q	G	P	N	L	H	G	L	F	G	R	Q	S	G	T	T	A	G	Y	S	Y	S	A								
fungo (Neurospora)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	G	F	S	A	G	D	S	K	K	G	A	N	L	F	K	T	R	C	A	E	C	H	G	E	G	N	L	T	Q	K	I	G	P	A	L	H	G	L	F	G	R	K	T	G	S	V	D	G	Y	A	Y	T	D	A			
fungo (lievito)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	T	E	F	K	A	G	S	A	K	K	G	A	T	L	F	K	T	R	C	E	L	C	H	T	V	E	K	G	G	P	H	K	V	G	P	N	L	H	G	I	F	G	R	H	S	G	Q	A	Q	G	Y	S	Y	T	D	A	
fungo (Candida)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	P	A	P	F	E	Q	G	S	A	K	K	G	A	T	L	F	K	T	R	C	A	E	C	H	T	I	E	A	G	G	P	H	K	V	G	P	N	L	H	G	I	F	S	R	H	S	G	Q	A	Q	G	Y	S	Y	T	D	A

	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
uomo	N	K	N	K	G	I	I	W	G	E	D	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	V	G	I	K	K	K	E	E	R	A	D	L	I	A	Y	L	K	K	A	T	N	E
scimmia	N	K	N	K	G	I	T	W	G	E	D	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	V	G	I	K	K	K	E	E	R	A	D	L	I	A	Y	L	K	K	A	T	N	E
cavallo	N	K	N	K	G	I	T	W	K	E	E	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	K	T	E	R	E	D	L	I	A	Y	L	K	K	A	T	N	E
suino, bovino, pecora	N	K	N	K	G	I	T	W	G	E	E	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	K	G	E	R	E	D	L	I	A	Y	L	K	K	A	T	N	E
cane	N	K	N	K	G	I	T	W	G	E	E	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	T	G	E	R	A	D	L	I	A	Y	L	K	K	A	T	N	E
balena grigia	N	K	N	K	G	I	T	W	G	E	E	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	K	G	E	R	A	D	L	I	A	Y	L	K	K	A	T	N	E
coniglio	N	K	N	K	G	I	T	W	G	E	D	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	K	D	E	R	A	D	L	I	A	Y	L	K	K	A	T	N	E
canguro	N	K	N	K	G	I	I	W	G	E	D	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	K	G	E	R	A	D	L	I	A	Y	L	K	K	A	T	N	E
pollo, tacchino	N	K	N	K	G	I	T	W	G	E	D	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	K	S	E	R	V	D	L	I	A	Y	L	K	D	A	T	S	K
pinguino	N	K	N	K	G	I	T	W	G	E	D	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	K	S	E	R	A	D	L	I	A	Y	L	K	D	A	T	S	K
anitra di Pechino	N	K	N	K	G	I	T	W	G	E	D	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	K	S	E	R	A	D	L	I	A	Y	L	K	D	A	T	A	K
tartaruga	N	K	N	K	G	I	T	W	G	E	E	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	K	A	E	R	A	D	L	I	A	Y	L	K	D	A	T	S	K
rana-toro	N	K	N	K	G	I	T	W	G	E	D	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	K	G	E	R	Q	D	L	I	A	Y	L	K	S	A	C	S	K
tonno	N	K	S	K	G	I	V	W	N	N	D	T	L	M	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	I	K	K	K	G	E	R	Q	D	L	V	A	Y	L	K	S	A	T	S	---
tarlo	N	K	A	K	G	I	T	W	Q	D	D	T	L	F	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	I	F	A	G	L	K	K	P	N	E	R	G	D	L	I	A	Y	L	K	S	A	T	K	---
baco da seta	N	K	A	K	G	I	T	W	G	D	D	T	L	F	E	Y	L	E	N	P	K	K	Y	I	P	G	T	K	M	V	F	A	G	L	K	K	A	N	E	R	A	D	L	I	A	Y	L	K	E	S	T	K	---
grano	N	K	N	K	A	V	E	W	E	E	N	T	L	Y	D	Y	L	L	N	P	K	K	Y	I	P																												



Il ribosoma è la macchina molecolare che fabbrica le proteine in tutti i regni della vita

Albero filogenetico che mostra i tre domini della Vita basato sul paragone delle sequenze codificanti per l' RNA ribosomale

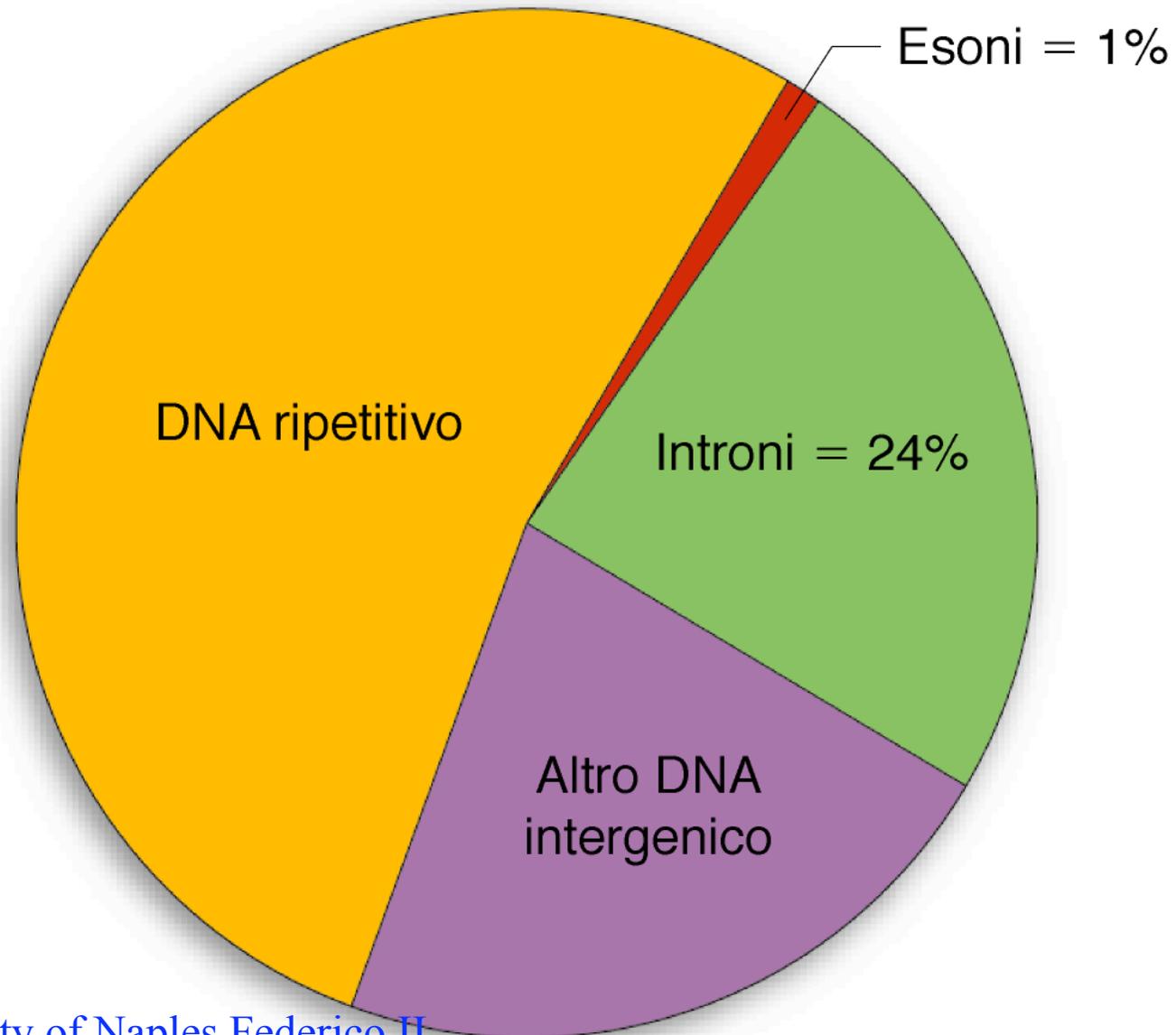




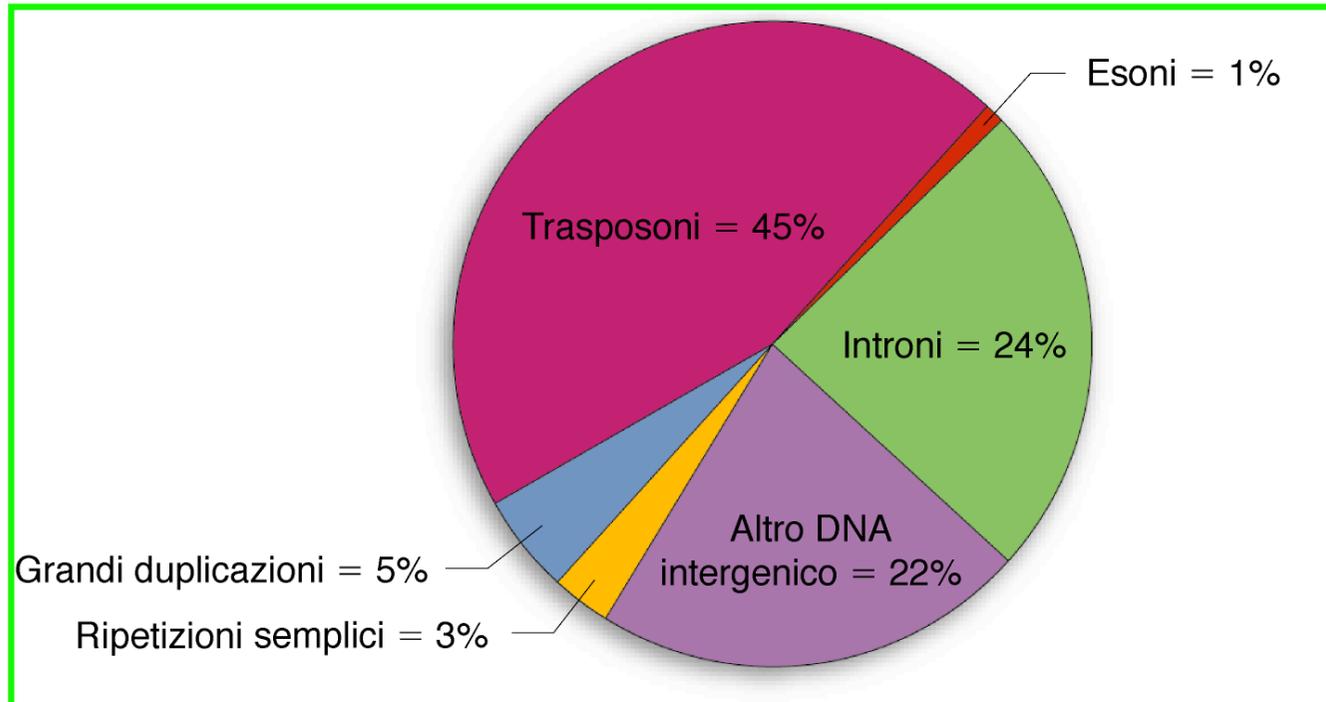
Cos'è la Paleontologia Molecolare?



L'1% del genoma umano codifica per proteine



Il genoma umano è costituito per la maggior parte da DNA ripetitivo

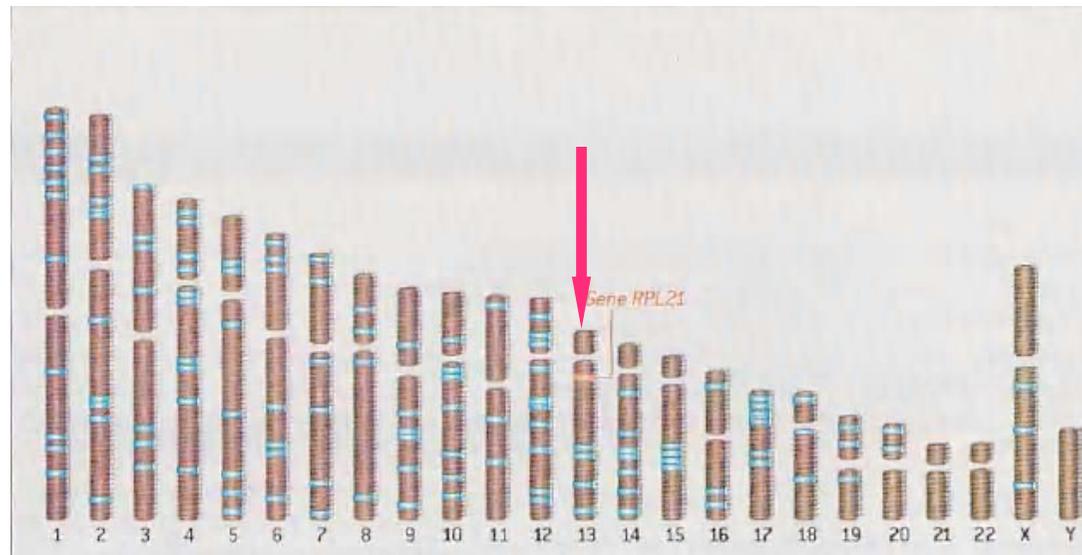


Pseudogeni



Sono presenti e frequenti nei differenti genomi con una distribuzione che sembra essere del tutto casuale

Geni in trasformazione e fossili molecolari di geni diventati inattivi in seguito a mutazioni



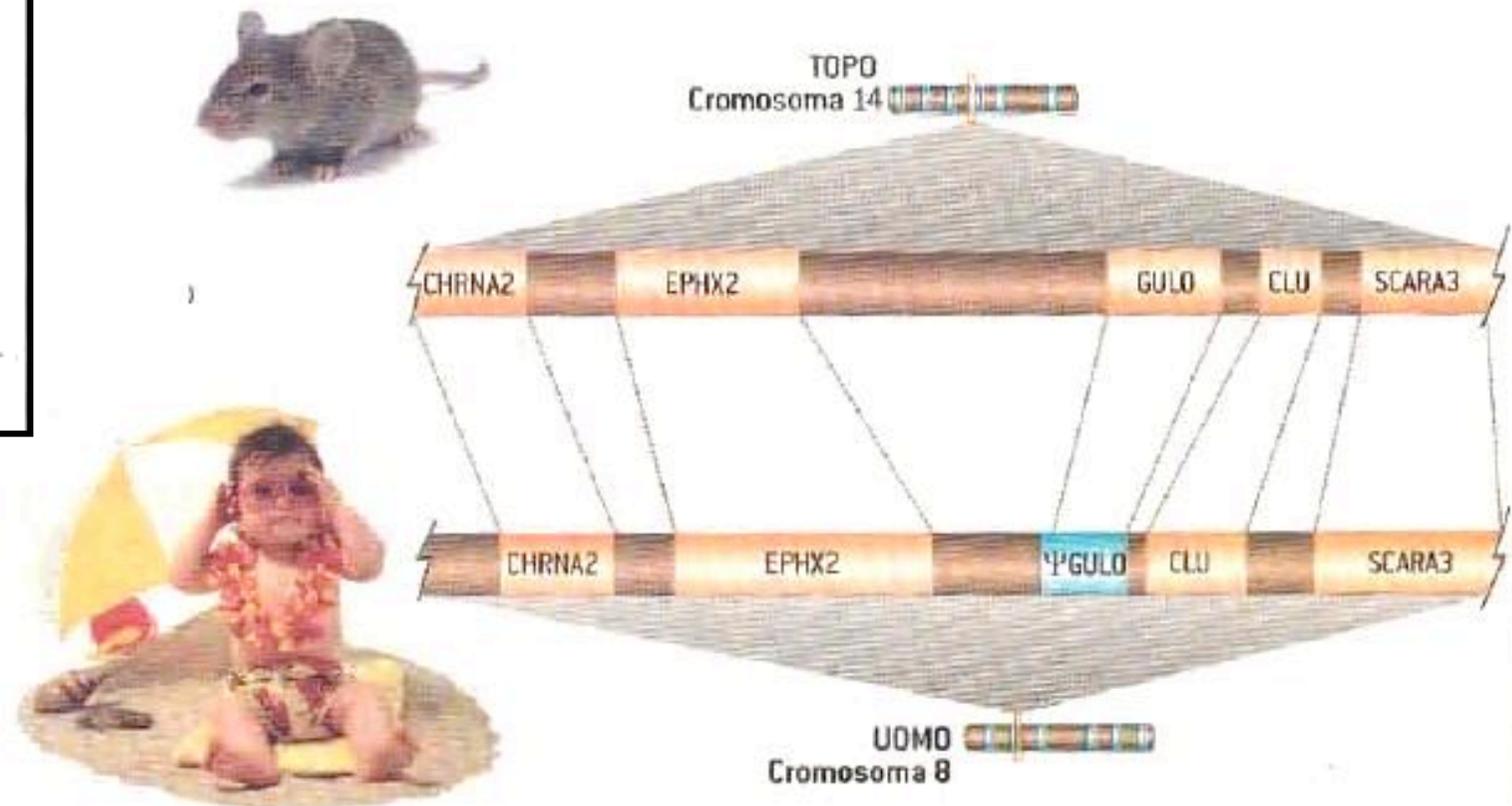
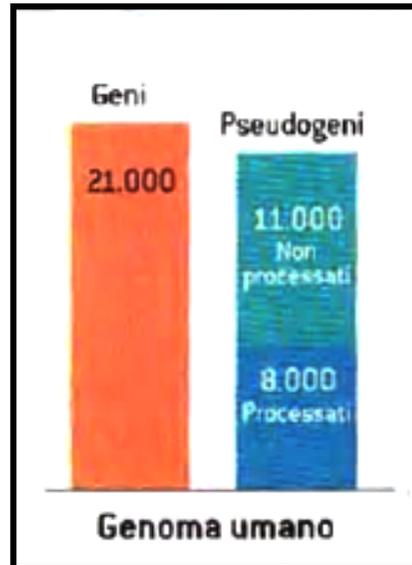
Alcune regioni dei cromosomi tendono ad accumularne un numero maggiore di copie



Dalle differenze tra gli pseudogeni è possibile risalire alla storia evolutiva delle specie?



Le linee evolutive dell'uomo e del topo si sono separate 75Ma



La maggior parte dei mammiferi ha tutti i geni per produrre la vitamina C, ma nel ramo dei primati se ne è inattivato uno circa 40 milioni di anni fa e da allora devono assumerla col cibo

La paleontologia molecolare



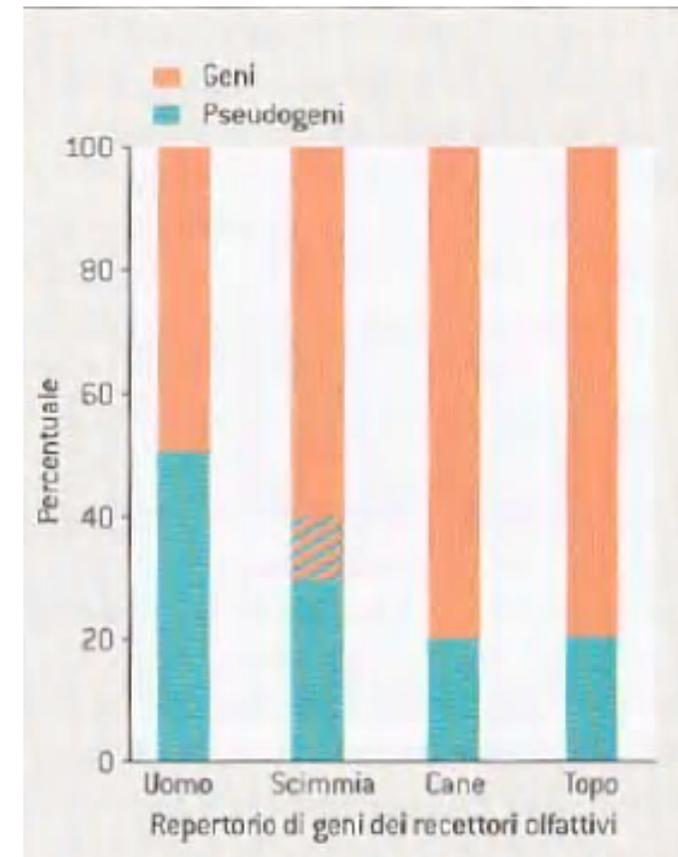
Vedere è meglio che fiutare?



I geni OR



University of Naples Federico II



.....sembra che per capire come abbia avuto inizio la vita le risposte vadano cercate.....



....nello spazio!

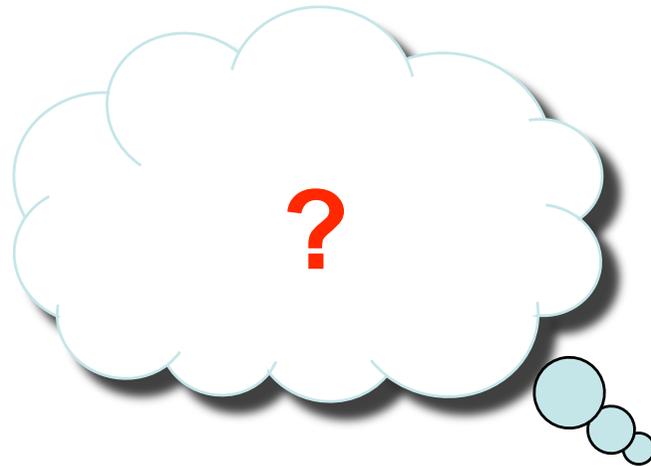
“Or se la copia è tanta di germi, che intere esistenze di viventi creature non mai li potrebbber contare, se la Natura ognora procede in identico modo, gli atomi per il vuoto dovunque lanciando, si come già li sospinse a formar questo nostro visibil creato, devi con vera ragione pensare che esistono altrove altri mondi, di gente, di prole ferina diversi.”



University of Naples Federico II

Tito Lucrezio Caro

Le proprietà dell'acqua sono essenziali per la vita?



Quali sono le prove per suffragare la teoria del determinismo biologico?