

SULLE TRACCE DELLA VITA

Sezione paleontologica del Museo di Storia Naturale di Venezia



Progettazione: Barbara Favaretto e Margherita Fusco
Testi: Museo di Storia Naturale
Fotografie: Barbara Favaretto
Illustrazioni: Gea D'Este



Fondazione
Musei
Civici
Venezia

ALLA RICERCA DEI DINOSAURI

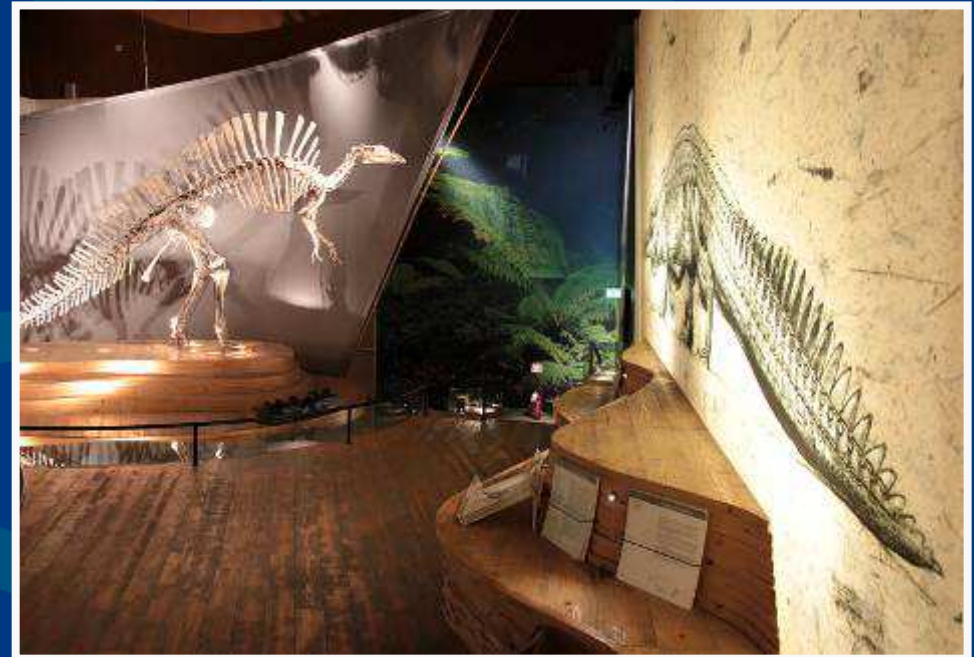
La paleontologia e la spedizione scientifica Ligabue

Di grande effetto scenico e portale d'accesso alla sezione paleontologica, la prima sala del Museo è dedicata alla spedizione che Giancarlo Ligabue organizzò nel deserto del Ténéré, in collaborazione con Philippe Taquet del Museo nazionale di Storia Naturale di Parigi.

Le operazioni di scavo iniziarono il 17 novembre del 1973 nel sito di Gadoufaoua (Niger) e si protrassero per circa un mese. La vastità e la ricchezza del giacimento permisero di raccogliere un'enorme quantità di fossili che, consolidati dai tecnici della spedizione, vennero trasportati in Europa per essere restaurati e studiati al Museo di Parigi.

Si tratta di fossili di organismi vissuti nel Cretaceo inferiore, circa 110 milioni di anni fa, che testimoniano un clima caldo umido con un paleoambiente caratterizzato da una foresta tropicale con alberi alti fino a 30 m e grandi zone paludose in cui vivevano pesci, molluschi e il grande coccodrillo *Sarcosuchus imperator*.

Tra i fossili più importanti c'è lo scheletro quasi completo di *Ouranosaurus nigeriensis*, lungo oltre sette metri, che donato alla città di Venezia da Ligabue assieme agli altri fossili dello stesso giacimento, fu esposto al pubblico nel 1975.



Sala Spedizione scientifica Ligabue

ALLA RICERCA DEI DINOSAURI

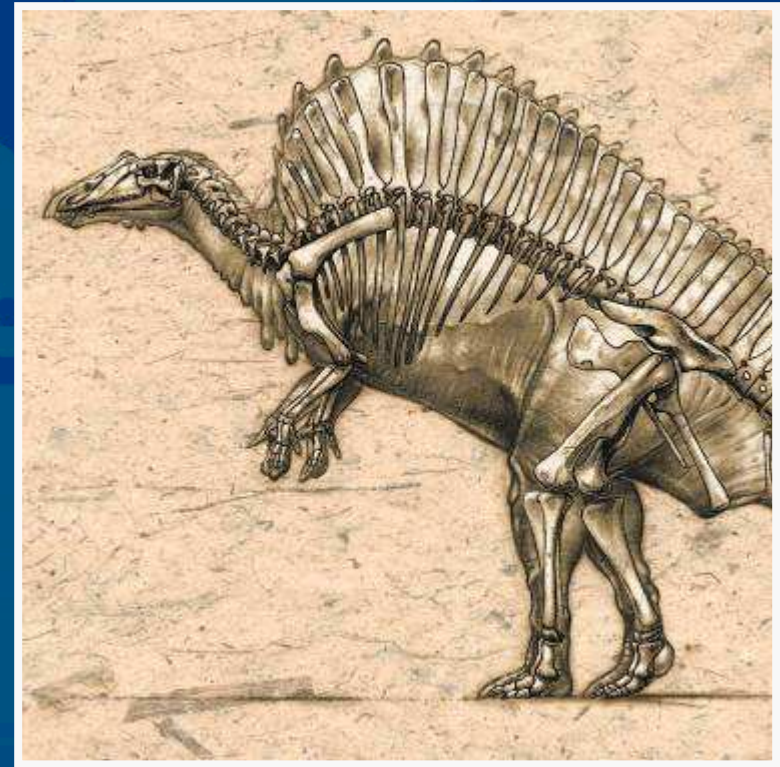
La paleontologia e la spedizione scientifica Ligabue

Ouranosaurus nigeriensis

Gli ouranosauri, particolari iguanodonti ritrovati solamente a Gadoufaoua nel deserto del Ténére, raggiungevano una lunghezza di sette metri, un'altezza di tre metri e un peso di forse due tonnellate.

Il loro scheletro è massiccio, con zampe adatte ad un'andatura fondamentalmente quadrupede, ma con la possibilità di utilizzare la postura eretta, per raggiungere le parti più alte della vegetazione o per porsi in posizione di difesa. Le zampe posteriori sono fornite di tre dita con unghie a forma di zoccolo mentre quelle anteriori, a cinque elementi, presentano sia un "mignolo" estremamente flessibile e funzionale forse per la raccolta del cibo sia un "pollice" modificato in una struttura prominente appuntita, usata forse come arma o come strumento di richiamo sessuale. La bocca è caratterizzata dalla presenza di una sorta di becco privo di denti, utilizzato per afferrare e strappare vegetali; posteriormente si trovano due file di denti adatti a triturare il cibo.

Caratteristica della specie è la presenza di lunghe spine neurali sulle vertebre dorsali e su parte di quelle caudali, probabilmente ricoperte dalla pelle in modo continuo a formare una lunga cresta rigida, una specie di "vela" le cui funzioni sono solamente ipotizzabili. È possibile che fosse usata come regolatore termico, per assorbire o rilasciare il calore a seconda delle necessità. Altre possibili funzioni potrebbero essere legate alla riproduzione (richiamo sessuale) o alla difesa (per sembrare più grande ai predatori).



Ouranosaurus nigeriensis

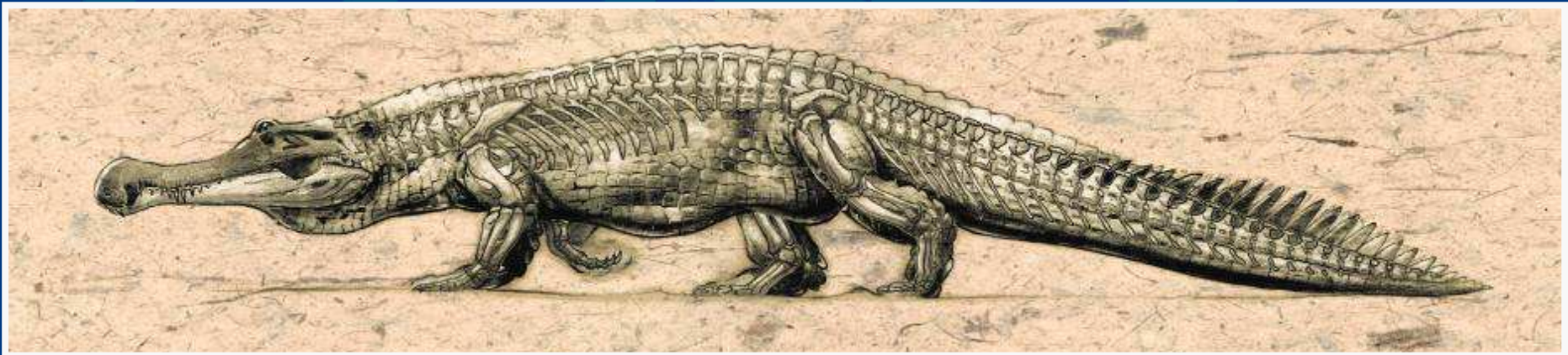
ALLA RICERCA DEI DINOSAURI

La paleontologia e la spedizione scientifica Ligabue

Sarcosuchus imperator

Il sarcosuco è considerato la specie di coccodrillo più grande mai esistita: poteva raggiungere una lunghezza di 12 metri e pesare 8 tonnellate. Possedeva un centinaio di denti lunghi fino a 10 centimetri, robusti, lisci e arrotondati, adatti ad afferrare grosse prede e a frantumare le ossa. I suoi denti superiori ed inferiori, a differenza di quelli dei coccodrilli piscivori, non venivano a trovarsi intervallati a fauci serrate, poiché probabilmente non si nutriva solo di pesci di grossa taglia ma anche di animali terrestri come piccoli dinosauri. Come in tutti i coccodrilli, gli occhi e le narici situati sulla sommità del cranio, gli permettevano di nuotare quasi completamente nascosto sotto il pelo dell'acqua, tendendo imboscate alle prede sulle rive dei fiumi per poi trascinarle in acqua e ucciderle. Il corpo era ricoperto dorsalmente da file di piastre ossee sovrapposte a formare una sorta di armatura, estesa dal collo a circa metà lunghezza della coda che, assieme alla forma delle vertebre, limitava la flessibilità del corpo e la velocità dei movimenti.

All'estremità del muso era presente una grossa protuberanza ossea arrotondata, simile a quella degli attuali gaviali indiani in cui, probabilmente, alloggiava un'ampia cavità nasale sferica denominata "bulla". Gli studiosi ritengono che potesse migliorare l'olfatto e forse consentirgli di emettere richiami impressionanti analogamente a quanto fanno gli attuali gaviali in particolare durante gli accoppiamenti.



Sarcosuchus imperator

CREATURE DI PIETRA

Testimoni di un mondo scomparso



Opera del diavolo o creazioni degli dei?

Scherzi di natura o resti di draghi e giganti?

Da sempre i fossili, strane “creature di pietra”, hanno suscitato nell’uomo curiosità e sgomento, alimentando miti e leggende.

In realtà i fossili sono ciò che rimane delle molte specie, animali e vegetali, che si sono succedute sulla Terra. Sono le tracce di un percorso lungo milioni di anni che, celate nel sottosuolo, vengono portate alla luce grazie al lavoro dei paleontologi.

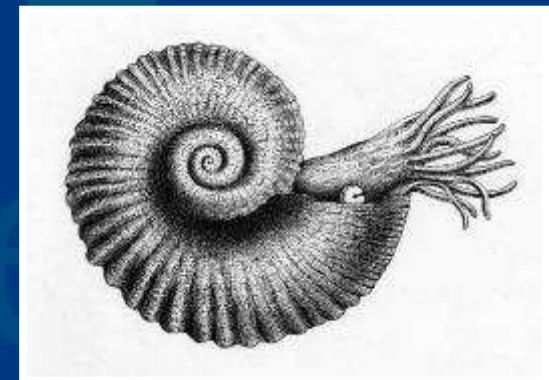
Cleoniceras sp., ammonite del Giurassico, Majunga - Madagascar

Come si forma un fossile?

Quali sono le rocce in cui essi si conservano?

Come è possibile che siano arrivati a noi?

Sono queste alcune delle domande a cui si cerca di dare risposta, sollecitati da un allestimento che mette a disposizione reperti che si possono toccare, manipolare e scomporre.



Ricostruzione di ammonite

CREATURE DI PIETRA

Testimoni di un mondo scomparso

Cosa si fossilizza

Di regola, dopo la morte, gli organismi si decompongono completamente in poco tempo, senza lasciare traccia della loro esistenza. Nei rari casi in cui ciò non avviene, i loro resti, ma anche le tracce della loro attività, come tane, impronte (icnofossili) ed escrementi (coproliti), si trasformano in fossili.

Non tutte le parti di cui è composto un organismo hanno però la stessa probabilità di conservarsi allo stato fossile: è più facile che si mantengano le parti "dure" come gusci, ossa e denti, tronchi e semi, mentre le parti "mollie" come pelle, muscoli e foglie si decompongono più rapidamente.

Anche sostanze chimiche come il carbone e il petrolio hanno origine organica (fossili chimici) e sono tracce dell'esistenza di antiche piante e animali.



Gusci di bivalvi dell'Oligocene

CREATURE DI PIETRA

Testimoni di un mondo scomparso

Come si forma un fossile

Durante il processo di fossilizzazione i resti di un organismo e il sedimento che li contiene subiscono radicali modificazioni: il sedimento diventa roccia compatta e l'organismo si trasforma in fossile cambiando composizione ma mantenendo in gran parte inalterata la forma.

Quando le sostanze minerali presenti nelle acque che circolano tra i sedimenti (calcite, dolomite, silice, pirite) sostituiscono completamente i composti di origine organica, si verifica una mineralizzazione per sostituzione; quando si depositano nelle cavità lasciate libere dai tessuti molli, come avviene per le ossa, si ha una mineralizzazione per impregnazione.

Spesso i resti vegetali subiscono invece un processo di carbonificazione in cui, della pianta, rimane solo il carbonio sotto forma di carbone.

Quando, nei pressi di sorgenti calde e ricche di sali, i resti di piante o piccoli animali spruzzati dall'acqua si ricoprono di depositi salini, si verifica una fossilizzazione per incrostazione, abbondante nelle rocce sedimentarie denominate travertini.



Fronde di felci Pecopteris sp. ed equiseti Annularia sp. del Carbonifero, M.te Corona - Italia

CREATURE DI PIETRA

Testimoni di un mondo scomparso

Non solo pietra

In rari casi gli organismi, a volte ancora in vita, possono venire inglobati da materiali come bitume, ghiaccio o resina che ne permettono la conservazione senza sostanziali trasformazioni.

La presenza di terreni bituminosi ha consentito l'eccezionale conservazione di animali anche di grosse dimensioni, di cui si sono preservate perfino porzioni di pelliccia e di tessuti molli.

Nelle aree più fredde, invece, animali e vegetali possono essere rapidamente ricoperti da neve e ghiaccio, e conservarsi all'interno di spessi strati di suolo congelato.

Parti vegetali e piccoli animali possono inoltre essere inglobati completamente in fluidi densi come la resina: l'ambra è proprio il risultato di un particolare processo di fossilizzazione della resina, in cui l'intero organismo contenuto si conserva quasi intatto.



Ricostruzione di un mastodonte intrappolato in un lago di bitume

CREATURE DI PIETRA

Testimoni di un mondo scomparso

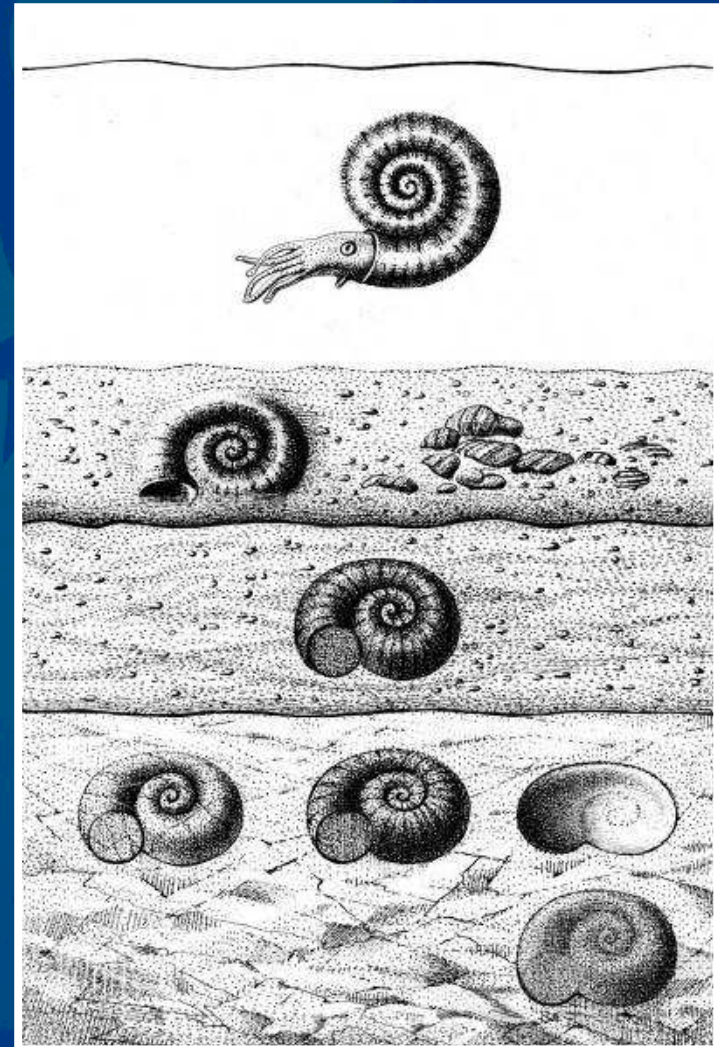
Fossili e rocce

La maggior parte dei depositi di fossili si trova all'interno degli strati rocciosi del suolo, da cui possono in parte affiorare naturalmente in seguito a processi erosivi come il vento o la pioggia.

Non tutte le rocce contengono fossili: questi si trovano quasi esclusivamente nelle rocce sedimentarie, formate dal deposito e dal successivo consolidamento di sedimenti in ambienti come fondali di mari, lagune, laghi, paludi, e più raramente all'asciutto.

Un fossile è composto sia dai resti pietrificati di un organismo, sia dalla loro impronta impressa in negativo sulla matrice rocciosa esterna. Il materiale originale si conserva molto raramente, anche nel caso delle parti dure; più spesso ciò che viene alla luce è un modello esatto dell'originale, costituito dal materiale che riempie le cavità lasciate nella roccia man mano che i resti animali e vegetali si dissolvono.

Quando questo riempimento non avviene, si conserva solo l'impronta esterna ed eventualmente, come nel caso dei molluschi, il calco interno formato dal sedimento penetrato inizialmente all'interno del guscio.



Fasi della fossilizzazione

CREATURE DI PIETRA

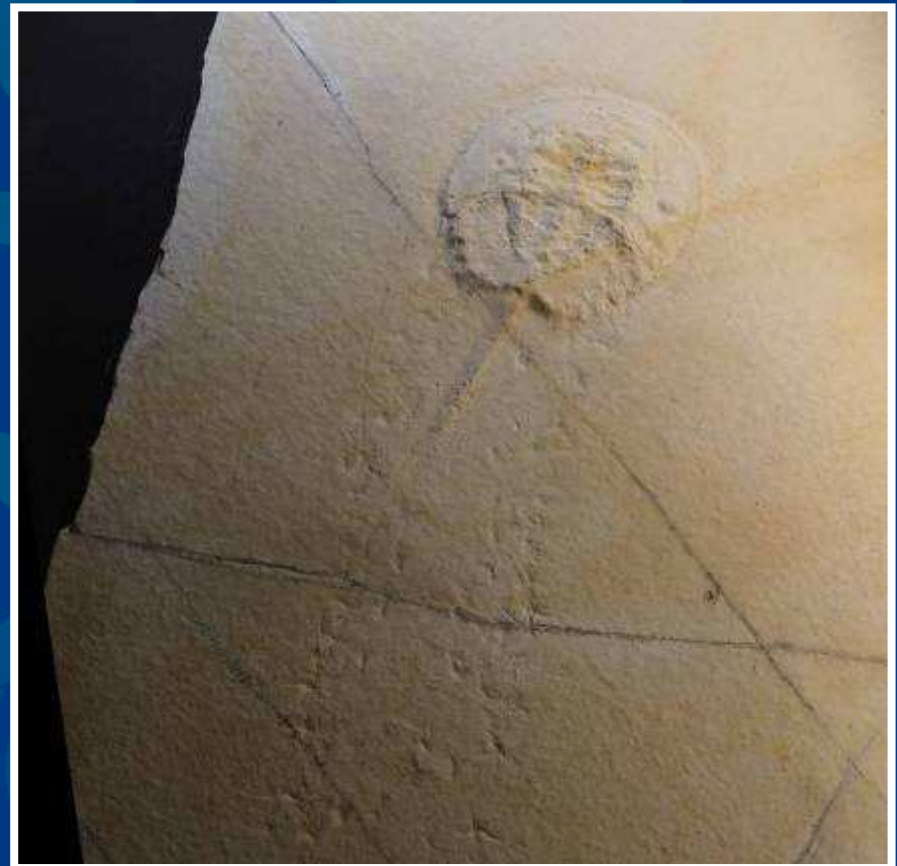
Testimoni di un mondo scomparso

La lunga marcia della vita

I fossili sono le prove dell'esistenza di forme di vita, talvolta curiose o inconsuete, che si sono ormai estinte, ma anche di alcune specie animali e vegetali da cui derivano quelle attuali, testimoniando i piccoli e grandi cambiamenti di forma e dimensione dovuti all'evoluzione.

Purtroppo questa "ricostruzione" è possibile solo per rari esempi, lasciando un gran numero di vuoti nel *puzzle* della vita.

Esistono però anche organismi rimasti fondamentalmente immutati per decine o centinaia di milioni di anni, oggi considerati veri e propri "fossili viventi".



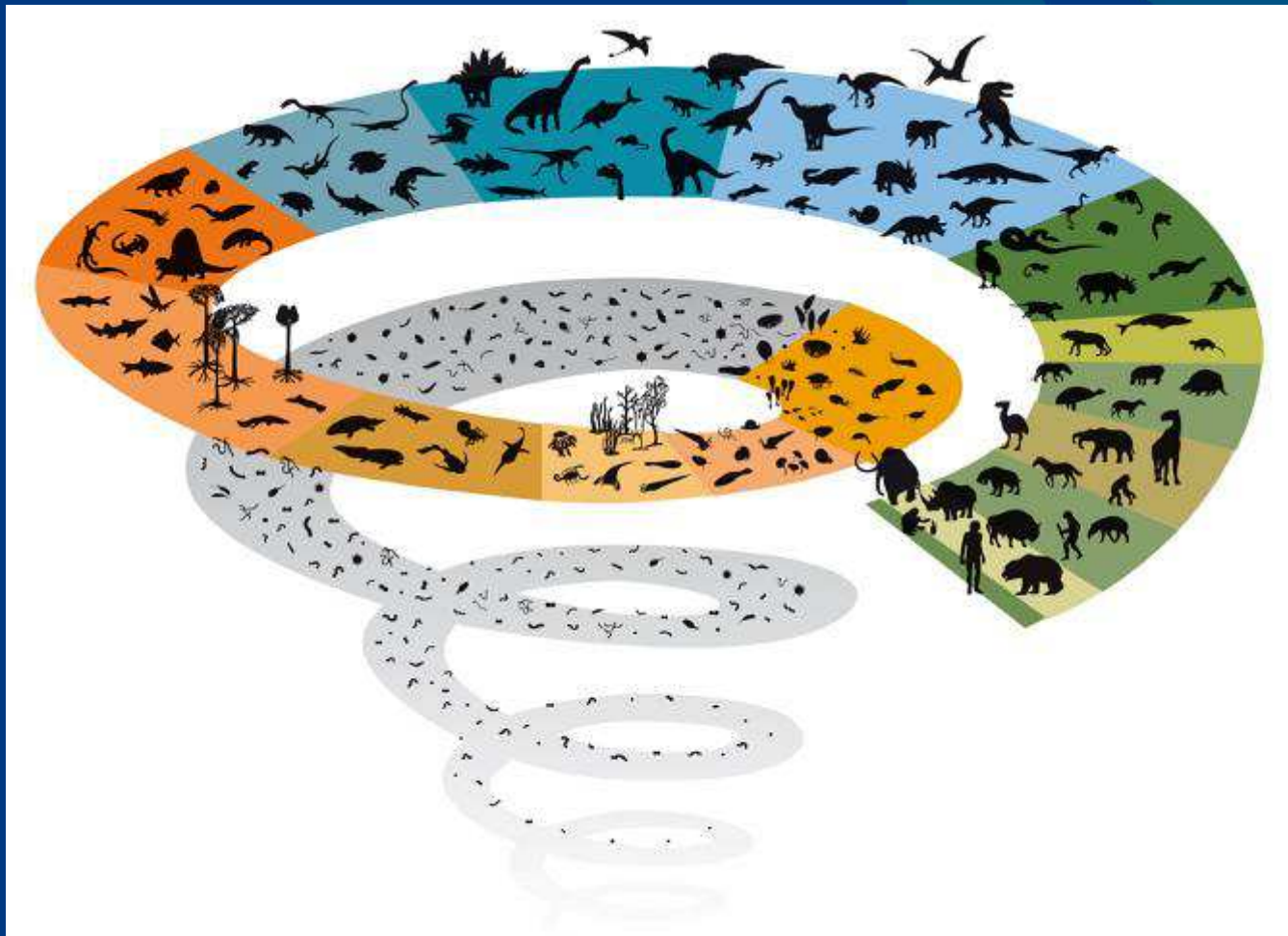
Limulo Mesolimulus walchi con pista. Giurassico, Solnhofen – Germania

IL CAMMINO DELLA VITA

Il lungo e complesso percorso dell'evoluzione sulla Terra

Celati per milioni di anni nel sottosuolo, i fossili possono essere ammirati e studiati grazie al lavoro dei paleontologi, alla perenne ricerca di nuovi tasselli del grande mosaico della storia della vita.

Attraverso l'esame dei fossili fornisce un contributo fondamentale per comprendere l'evoluzione delle specie, degli ambienti, del clima e della geografia del passato.



La sezione paleontologica si conclude con il racconto dell'evoluzione della vita sul pianeta: un percorso che si snoda in tre sale mostrando in sequenza esempi significativi di organismi e ambienti dei diversi periodi geologici.

ezia

IL CAMMINO DELLA VITA

Il lungo e complesso percorso dell'evoluzione sulla Terra

Durante la lunga storia della Terra l'inclinazione dell'asse di rotazione, la posizione geografica dei continenti e degli oceani e la composizione dell'atmosfera hanno subito continue variazioni, mentre interi gruppi di animali, piante e microrganismi sono comparsi e poi scomparsi.

Gli effetti di questi cambiamenti sono rimasti in parte "registrati" nelle rocce, su scala continentale o addirittura planetaria.

In base a questi importanti eventi e alla datazione radiometrica delle rocce è stato possibile suddividere il passato in intervalli di tempo più o meno lunghi, organizzati in ere, periodi, epoche, che costituiscono nell'insieme la scala geocronologica del tempo.

scala geocronologica del tempo

era	periodo	epoca	inizio	
cenozoico	Neogene	Quaternario	Olocene	10.000 anni fa
			Pleistocene	1,8 milioni di anni fa
		Pliocene	5,3 milioni di anni fa	
		Miocene	23,0 milioni di anni fa	
	Paleogene	Oligocene	33,9 milioni di anni fa	
		Eocene	55,8 milioni di anni fa	
		Paleocene	65,5 milioni di anni fa	
mesozoico	Cretaceo		145 milioni di anni fa	
	Giurassico		200 milioni di anni fa	
	Triassico		251 milioni di anni fa	
paleozoico	Permiano		299 milioni di anni fa	
	Carbonifero		359 milioni di anni fa	
	Devoniano		416 milioni di anni fa	
	Siluriano		444 milioni di anni fa	
	Ordoviciano		488 milioni di anni fa	
	Cambriano		542 milioni di anni fa	
precambriano			~ 670 milioni di anni fa	
			~ 1.600 milioni di anni fa	
			~ 2.100 milioni di anni fa	
			~ 3.500 milioni di anni fa	
			~ 3.600 milioni di anni fa	
		~ 4.500 milioni di anni fa		

IL CAMMINO DELLA VITA

Il lungo e complesso percorso dell'evoluzione sulla Terra

Gli icnofossili

Numerosi icnofossili, cioè le tracce fossili lasciate da organismi nel corso dell'evoluzione, accompagnano il visitatore lungo questo particolare viaggio, che inizia dalla comparsa della vita sulla Terra e arriva all'evoluzione dell'uomo.

Gli icnofossili, come le orme del passaggio di un animale, gli escrementi, i resti di una tana o di un nido, sono di grande importanza per gli studi etologici sugli organismi estinti; grazie ad essi si possono infatti ricostruire il loro comportamento, l'ambiente in cui essi si muovevano, il modo in cui si nutrivano, cacciavano o più semplicemente si spostavano.



Pista di anfibio Eryops sp. del Permiano, Texas - USA

IL CAMMINO DELLA VITA

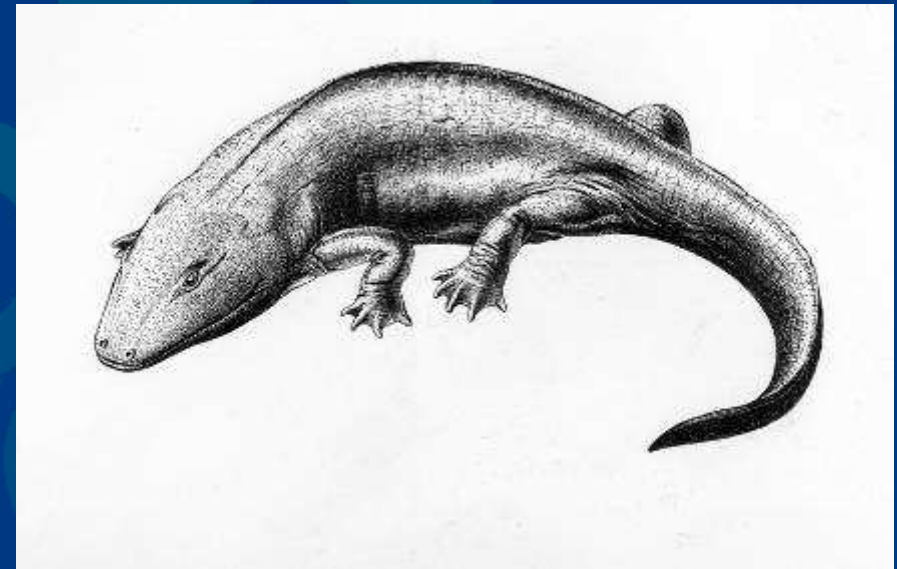
Il lungo e complesso percorso dell'evoluzione sulla Terra

Il Precambriano e il Paleozoico

I più antichi fossili conosciuti hanno un'età di circa 3,7 miliardi di anni e sono i resti dell'attività di primitivi organismi unicellulari vissuti nel Precambriano. Il passaggio al Paleozoico, circa 540 milioni di anni fa, è segnato dall'improvvisa comparsa negli strati rocciosi risalenti a quell'epoca, di una miriade di forme di vita; in quel periodo si sviluppa, infatti, la gran parte dei gruppi di invertebrati marini conosciuti ancora oggi, mentre le terre emerse, inizialmente deserte, vengono colonizzate prima da vegetali e successivamente da invertebrati, anfibi e rettili.

Gli anfibi si diffondono soprattutto a partire dal Carbonifero quando, sulle terre di ambiente tropicale, compaiono estese foreste che daranno poi origine a immensi giacimenti di carbone. Risalgono allo stesso periodo anche i primi rettili, animali completamente indipendenti dall'ambiente acquatico grazie a due importanti innovazioni evolutive: una pelle rivestita di squame cornee che garantisce il completo controllo della traspirazione e uova protette da un guscio che impedisce la disidratazione dell'embrione.

Alla fine del Paleozoico la prima grande estinzione, provocata verosimilmente da drastici squilibri del clima, cancella interi gruppi, soprattutto di invertebrati marini.



Sclerocephalus frossardi, anfibio del Permiano, Germania ; con ricostruzione

IL CAMMINO DELLA VITA

Il lungo e complesso percorso dell'evoluzione sulla Terra

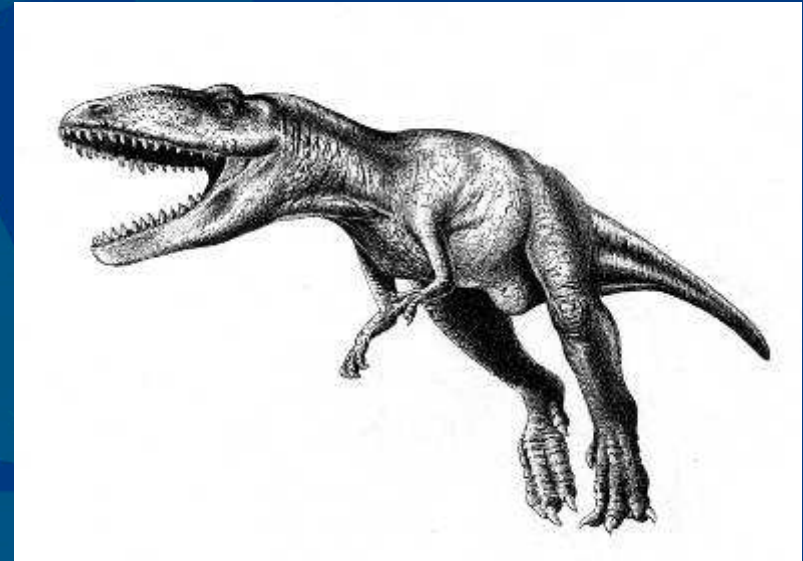
Il Mesozoico

L'era mesozoica è la più importante per l'evoluzione dei vertebrati. Gli strati geologici rivelano tracce dei primi dinosauri ma anche di molti altri rettili ora estinti, come gli pterosauri, i primi vertebrati volanti, e gli ittiosauri, rettili perfettamente adattati all'ambiente acquatico.

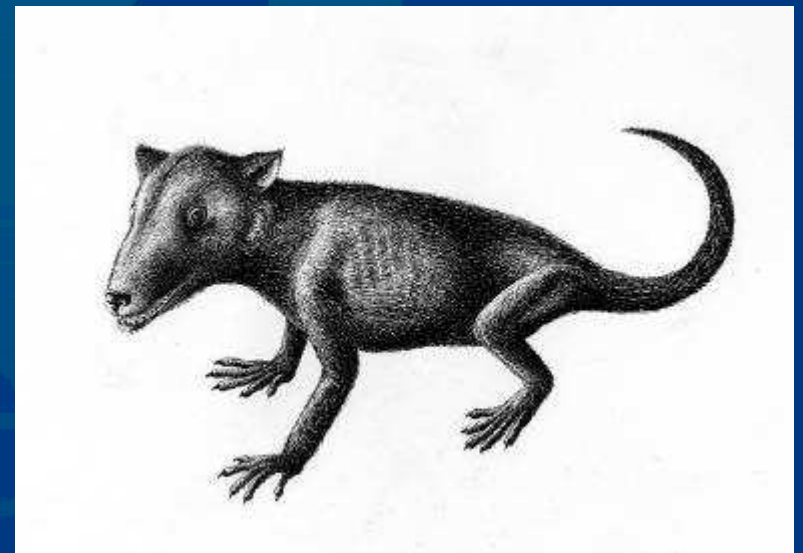
Tra le rocce del tardo Giurassico sono stati rinvenuti i resti di *Archaeopteryx lithographica* che presenta caratteristiche intermedie tra rettili e uccelli: la specie è stata a lungo considerata l'anello di congiunzione tra i due gruppi e contribuì a rafforzare l'ipotesi di una derivazione degli uccelli dai rettili.

Nuovi giacimenti hanno invece portato alla luce fossili più antichi che consentono di datare all'inizio del Giurassico la comparsa di strutture simili a piume, con probabile funzione di isolamento termico, individuate anche in piccoli dinosauri teropodi, i celurosauri.

Tra i fossili mesozoici compaiono per la prima volta anche i resti di un nuovo gruppo di vertebrati, caratterizzati da una dentatura diversificata e da uno scheletro più efficiente: si tratta dei primi mammiferi



Ricostruzione di Carcharodontosaurus saharicus



Ricostruzione di piccolo mammifero primitivo Zangheotherium sp.

IL CAMMINO DELLA VITA

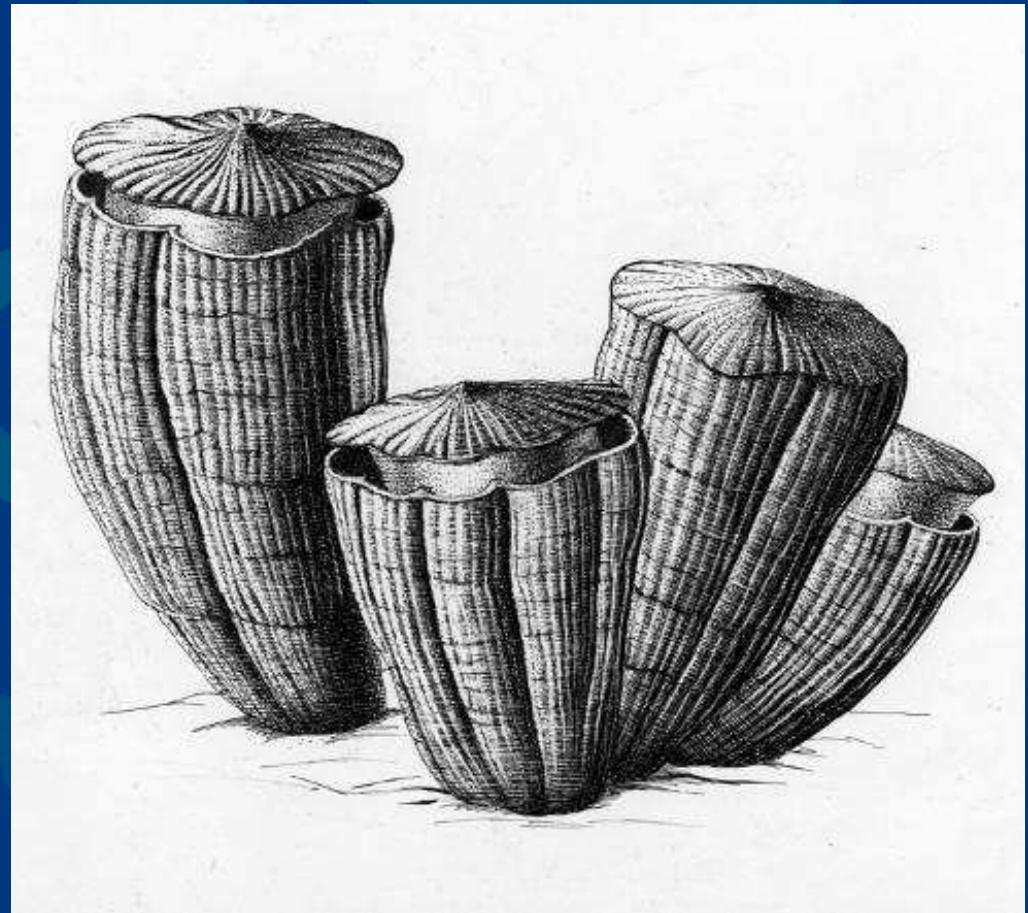
Il lungo e complesso percorso dell'evoluzione sulla Terra

Il Mesozoico

Le rocce mesozoiche restituiscono anche migliaia di specie di ammoniti, molluschi a conchiglia spiralata, e di belemniti, simili a calamari dotati di conchiglia interna.

Si formano enormi scogliere – tra cui quelle che oggi formano parte delle Alpi – per l'azione edificatrice di alghe calcaree, spugne, coralli e rudiste, bivalvi del Cretaceo dalla caratteristica conchiglia conica.

La fine del Mesozoico è segnata dalla seconda grande estinzione di massa della storia del pianeta, con la totale scomparsa di moltissimi organismi: vengono improvvisamente a mancare tutti i grandi dinosauri, i rettili volanti e quelli marini, a eccezione delle tartarughe, mentre tra i fossili di invertebrati scompaiono le ammoniti, le rudiste e la maggior parte degli organismi planctonici.



Ricostruzione di rudiste

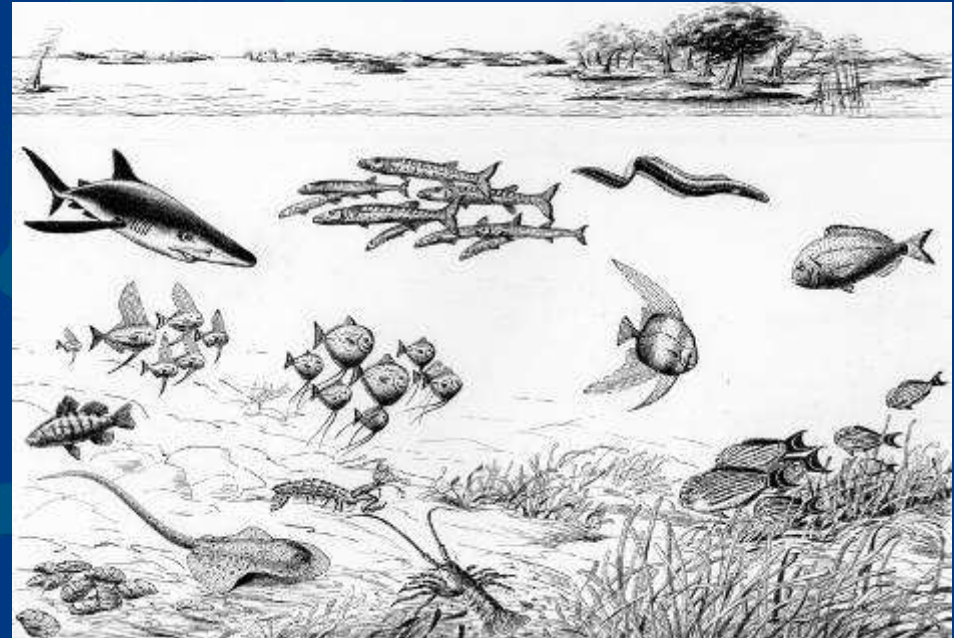
IL CAMMINO DELLA VITA

Il lungo e complesso percorso dell'evoluzione sulla Terra

Il Cenozoico

All'inizio del Cenozoico le terre emerse sono disposte in modo ormai simile a quello attuale e i fossili risalenti a questo periodo indicano una situazione climatica globale relativamente calda, con zone caratterizzate da faune e flore tropicali o temperato-calde. La scomparsa dei grandi rettili mesozoici permette l'insediamento di nuove e più moderne specie di uccelli e di mammiferi, molto diversificate per morfologia e per dimensioni. Nei mari il vuoto, lasciato dalla grande estinzione, consente il diffondersi di nuove specie di coralli, molluschi, echinodermi e pesci che in gran parte presentano forme già molto simili alle attuali.

Nell'Eocene compaiono i primi carnivori, roditori, primati, cetacei, artiodattili e perissodattili, ordini che esistono ancora oggi. A partire dal Miocene si sviluppano le scimmie antropomorfe e all'inizio del Quaternario, circa 5-6 milioni di anni fa compaiono in Africa le prime tracce di ominidi. L'effettivo confine tra scimmia e ominide resta uno degli argomenti più dibattuti dagli studiosi, che si devono basare su resti paleontologici relativamente scarsi, spesso frammentati e con caratteri ambigui.



Ricostruzione ambiente marino eocenico della zona di Bolca e Monte Postale



Sparnodus vulgaris, pesce sparide dell'Eocene, Bolca - Italia

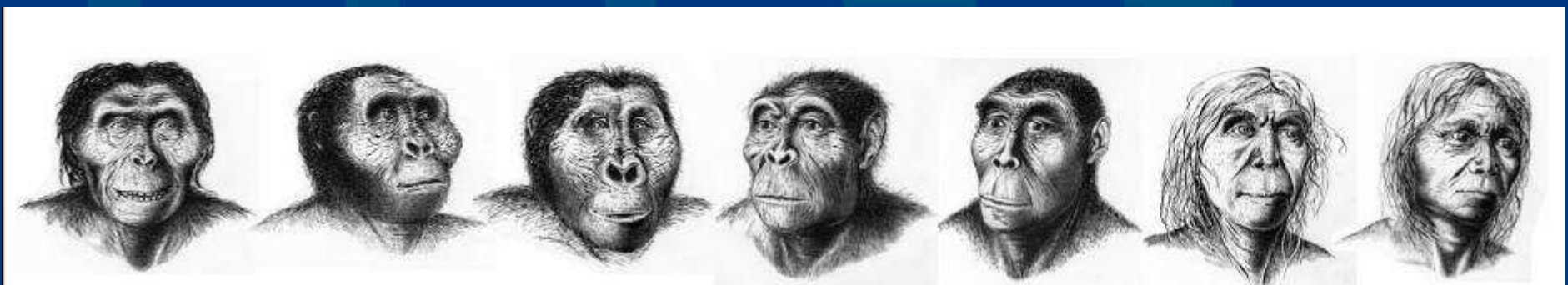
IL CAMMINO DELLA VITA

Il lungo e complesso percorso dell'evoluzione sulla Terra

Il Cenozoico

Il Quaternario è caratterizzato da cicliche e drastiche variazioni del clima: periodi molto freddi con espansione dei ghiacciai e conseguente abbassamento del livello del mare si alternano a periodi con clima temperato-caldo, in cui l'innalzamento della temperatura determina lo scioglimento di gran parte delle masse glaciali e l'aumento del livello del mare. Questi mutamenti climatici, con il conseguente spostamento delle linee di costa, lasciano un'impronta indelebile sia sulla morfologia del paesaggio che su flora e fauna. Le ampie modifiche degli areali, i massicci fenomeni migratori e le conseguenti alterne fasi di isolamento e di ricongiungimento tra specie e popolazioni hanno importanti ripercussioni sulle forme attuali.

Circa 10 mila anni fa molte specie di clima freddo si estinguono, mentre altre si spostano verso i poli o verso le alte quote: termina così l'ultima glaciazione e inizia l'Olocene, il periodo in cui tuttora viviamo. I fossili più significativi del Quaternario sono senza dubbio quelli che documentano la nascita e l'evoluzione del genere Homo. L'esatto percorso evolutivo della nostra specie, ben definito nelle sue linee generali, resta in parte oscuro nei dettagli poiché il continuo ritrovamento di nuovi reperti rimette in discussione le interpretazioni precedenti. L'origine africana degli ominidi, con la contemporanea presenza di più specie nell'Africa meridionale e orientale, e la successiva diffusione negli altri continenti, poggiano però su solide basi condivise.



Evoluzione ominidi: Australopithecus afarensis, Australopithecus africanus, Paranthropus boisei, Homo habilis, Homo erectus, Homo sapiens neanderthalensis, Homo sapiens sapiens