

ERRORI CLAMOROSI

I fossili non sono facili da studiare e i paleontologi sono incorsi spesso in errori o sono stati oggetto di clamorose frodi. Una delle più note è quella subita nel 1726 da J. B. A. Beringer, professore e medico a Würzburg, in Germania. Lo scherzo fu architettato da due colleghi, J. I. Roderick e G. von Eckhart, insieme ad un giovane raccoglitore di fossili, C. Zängher. Questi sparsero falsi fossili dove Beringer stava conducendo le sue ricerche. L'inganno riuscì perfettamente. Nella sua *Lithographiae Wirceburgensis*, infatti, egli descrisse e raffigurò in 21 tavole un gran numero di pietre che rappresentavano in rilievo non solo lucertole, uccelli, ragni con le loro ragnatele, ma anche immagini di astri e lettere ebraiche. Quando si accorse del raggio subito citò in giudizio i suoi ingannatori.

La storia potrebbe finir qui se non fosse che Parkinson nel 1804 la raccontò in modo diverso: gli autori dello scherzo divennero i suoi studenti i quali volevano colpire l'ultimo sostenitore della teoria della generazione spontanea della vita. Beringer si accorse dell'inganno solo quando trovò il suo nome su un fossile; così, umiliato e frustrato, abbandonò la sua attività dedicandosi solamente a recuperare e distruggere i suoi lavori scientifici. L'aneddoto restò nei testi di paleontologia dando a Beringer una pessima fama. Le cose invece andarono diversamente. Nelle udienze tenute a Würzburg, nell'aprile del 1726, Roderick e Eckhart furono smascherati e dovettero abbandonare i loro incarichi, mentre Beringer continuò la sua opera scientifica.

Beringer fu uno dei tanti naturalisti che entrò nella controversia sull'origine organica o inorganica dei fossili, e in quel periodo va inserito. Fu un errore quello di Parkinson di riferire la sua storia, volendola interpretare alla luce delle conoscenze dell'Ottocento.



Alcuni presunti fossili illustrati nella *Lithographiae Wirceburgensis* di J. Beringer

I FOSSILI VIVENTI

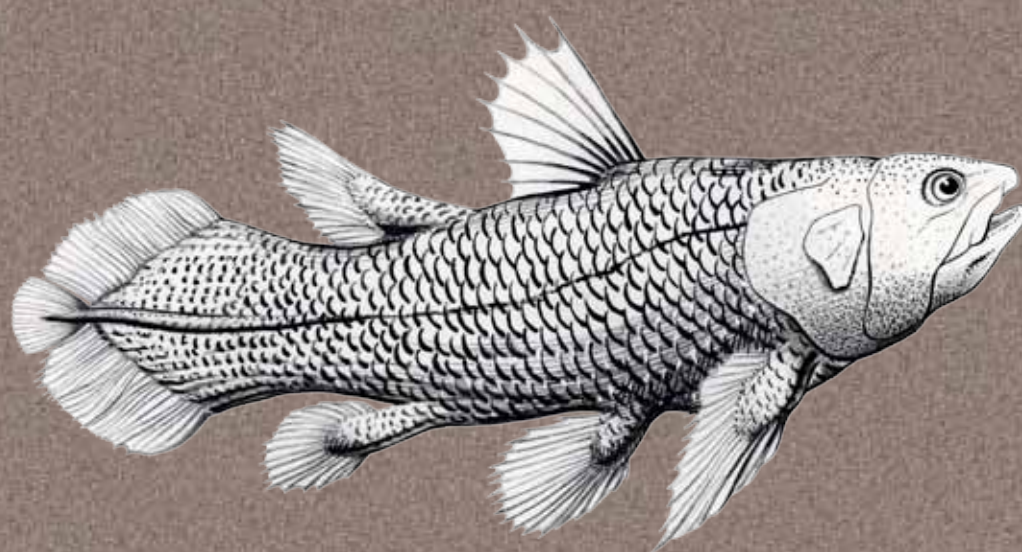
Il termine *fossili viventi* fu introdotto da Charles Darwin per indicare le specie attuali che presentano caratteri morfologici ancestrali, primitivi. Sono perciò organismi, che vivendo in ambienti molto stabili o in aree rifugio, hanno subito un'evoluzione molto lenta e presentano ancora oggi i caratteri dei primitivi gruppi sistematici di appartenenza. Esistono animali e piante che rappresentano le sole presenze attuali di organismi estinti da lungo tempo; l'esempio più noto è *Latimeria chalumnae* che vive nell'Oceano Indiano. Questo pesce è l'ultimo rappresentante dei celacantidi, gruppo che ebbe grande successo evolutivo ed ampia diffusione fino alla fine del Mesozoico, quando sembrò estinguersi. Almeno così ritenevano i paleontologi fino al 1939, cioè fino alla scoperta di *L. chalumnae* nelle acque dell'Oceano Indiano.

Altri organismi mantengono caratteri primitivi pur appartenendo a gruppi che si sono fortemente differenziati, come ad esempio l'opossum (*Didelphys*). Questo piccolo marsupiale americano presenta ancora oggi caratteri tipici dei primi marsupiali del Cretaceo.

Alcuni gruppi sistematici si sono conservati immutati per un lungo intervallo di tempo, come i bivalvi del genere *Nucula* che sono rimasti pressoché invariati dal Cretaceo e presentano poche differenze dai più antichi antenati triassici. Non diverso è il caso del brachiopode *Lingula* che è giunto fino a noi, praticamente immutato, dall'Ordoviciano superiore.

Altri organismi attuali che conservano caratteristiche primitive sono *Ginkgo* e *Sequoia* fra i vegetali, *Amnia* o il tapiro fra i vertebrati.

I fossili viventi non costituiscono un gruppo omogeneo e l'inserimento in essi di un organismo è sempre soggetto all'arbitrarietà del naturalista.



Celacanto
Latimeria chalumnae

L'INTERPRETAZIONE DEI FOSSILI

L'anomalia dei fossili, al contempo *pietre* per quanto concerne la materia di cui sono fatti ma organismi per il loro aspetto, stimolò un lungo dibattito scientifico che solo alla fine del Seicento portò ad una corretta interpretazione.

La tradizione medioevale li considerava prodotti della generazione spontanea o più semplicemente *lusus naturae*, scherzi di natura.

Chi negava l'origine organica dei fossili, come Michele Mercati (1541-1593), si basava su tre argomenti principali: l'incompletezza dei reperti non permetteva di sostenere con sicurezza la loro somiglianza con gli organismi viventi; il materiale che li costituiva permetteva di affermare che molti erano sicuramente *pietre*; si rinvenivano all'interno delle rocce, dove nessun organismo può vivere.

Chi sosteneva l'origine organica dei fossili cercò di dimostrarla con il metodo sperimentale. Fabio Colonna (1567-1640) bruciando le rocce calcaree che contenevano denti di squalo, osservò che mentre le prime producevano calce, i secondi si trasformavano in carbone e cenere come i resti degli squali viventi.

Agostino Scilla, basandosi su osservazioni scientifiche, nel suo saggio *La vana speculazione disingannata dal senso* (1670), cercò di dimostrare che i fossili rinvenuti nell'entroterra messinese derivavano da organismi marini. Niccolò Stenone (1638-1686) risolse il problema dei fossili inquadrandolo in una visione geologica generale. Egli riteneva che i fossili non fossero altro che solidi racchiusi in altri solidi, ovvero le rocce, per cui *“quando un solido è rinchiuso all'interno di un altro, possiamo sempre dire quale dei due solidi si indurì per primo notando l'impronta di un oggetto sull'altro”*.

Ora, poiché le rocce che contenevano i denti di squalo ne contenevano anche le impronte, dovevano essersi formate dopo di questi. Si poteva così sostenere che i fossili erano resti di organismi inglobati nei sedimenti che poi erano diventati rocce.



Il Senso mostra alla Vana Speculazione quale sia la vera origine dei fossili
Tavola di Agostino Scilla tratta dal frontespizio della sua opera

LA FORMAZIONE DEL CARBONE

La carbonificazione è una tipologia di fossilizzazione che coinvolge soprattutto i vegetali e ha prodotto la formazione dei grandi giacimenti di carbone fossile.

La lignite costituisce la prima fase di questa trasformazione, l'antracite e la grafite le fasi finali.

Il processo inizia quando il vegetale si deposita in un ambiente riducente, privo di ossigeno.

I resti organici depositati in questi ambienti anossici hanno buone probabilità di fossilizzare.

Qui i batteri, che operano la fermentazione, eliminano progressivamente l'idrogeno e l'ossigeno

dai composti organici e provocano un conseguente arricchimento in carbonio. Così i carboidrati,

come la cellulosa, si trasformano in carbone fossile, mentre le proteine e i grassi producono

idrocarburi gassosi o liquidi comportando una generale diminuzione di volume. Le pareti

cellulari del tessuto vegetale collassano per l'allontanamento dei composti volatili contenenti

ossigeno e idrogeno, e il resto vegetale tende a schiacciarsi sempre di più. Alla fine resterà solo

una sottile pellicola carboniosa, che non presenta tracce dell'originaria microstruttura interna dell'organismo.

Negli ambienti poveri di ossigeno possono avvenire anche delle combustioni; in questi

casi avviene la carbonizzazione del resto vegetale che ne preserva la struttura. Durante la

combustione le pareti cellulari si trasformano in carbonio quasi puro e acquistano una notevole

rigidità e resistenza. Contemporaneamente l'interno della cellula viene arricchito di resine e di

altre sostanze bituminose che, trasformandosi in vitrinite, mantengono almeno parzialmente

il volume cellulare. Questo permette la conservazione della struttura originaria del tessuto

vegetale. Normalmente i carboni fossili maturi sono costituiti sia da resti vegetali carbonificati

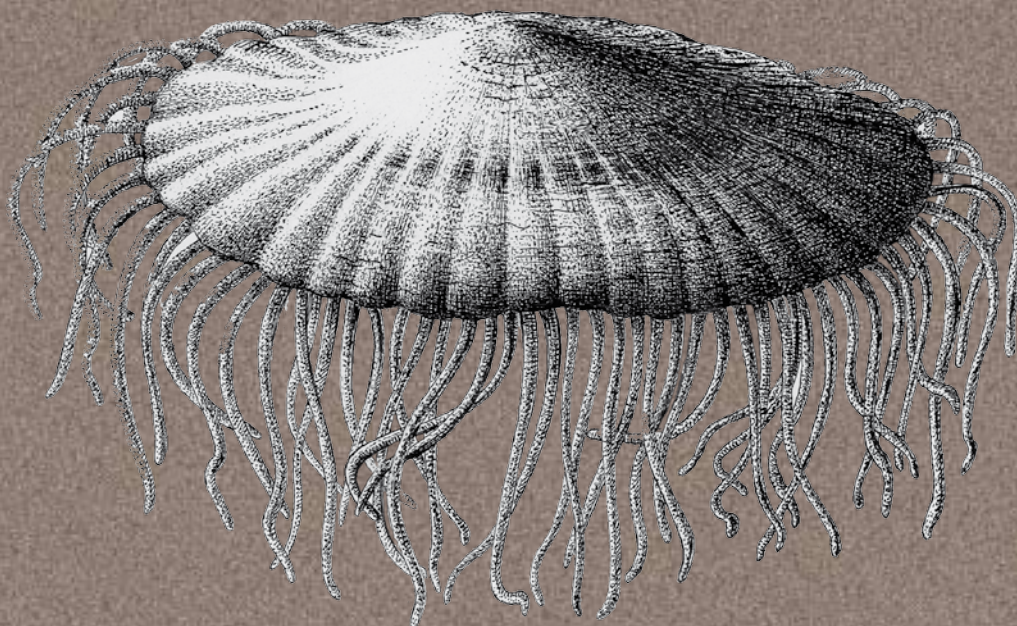
sia carbonizzati mescolati insieme e compattati dai processi di formazione delle rocce.



Ricostruzione di ambiente di foresta del Carbonifero

LA FAUNA DI EDIACARA

I primi organismi pluricellulari noti sono datati a circa 680 milioni di anni fa, e la prima documentazione fossile significativa, la Fauna di Ediacara, ebbe una diffusione globale fra 620 e 550 milioni di anni fa. I fossili di questa associazione, oltre 100 specie, sono rappresentati dalle impronte di organismi prevalentemente a simmetria raggiata e più raramente bilaterale. Si riconoscono impronte medusoidi a volte provviste di strutture interpretabili come tentacoli, gonadi e canali gastrovascolari. Comuni in questa fauna sono impronte circolari con ornamentazioni tridattili e impronte frondiformi di probabili organismi coloniali, entrambe non collegabili a nessuna forma successiva. Vi sono inoltre impronte ovoidali o allungate, con chiara simmetria bilaterale, formate da numerosi segmenti, in cui si può riconoscere una parte apicale e una post-apicale, ma l'individuazione di bocca o apparato digerente resta problematica. Nel complesso si tratta di una fauna molto diversa da quelle successive, non solo nell'aspetto dei suoi componenti, ma anche nei suoi livelli trofici. Gli organismi di Ediacara presentano in genere un corpo quasi laminare, con ampia superficie corporea e volume estremamente ridotto, cioè adattato a un metabolismo diffuso, cutaneo e privo di apparati specializzati come il respiratorio o il circolatorio. Le loro caratteristiche anatomiche fanno ipotizzare una nutrizione fotoautotrofica o chemiotrofica ottenuta dalla simbiosi con alghe o batteri. Probabilmente le acque povere di nutrimento della fine del Precambriano favorirono questa evoluzione alimentare che, con il mutamento delle condizioni ambientali, non risulterà più vantaggiosa.

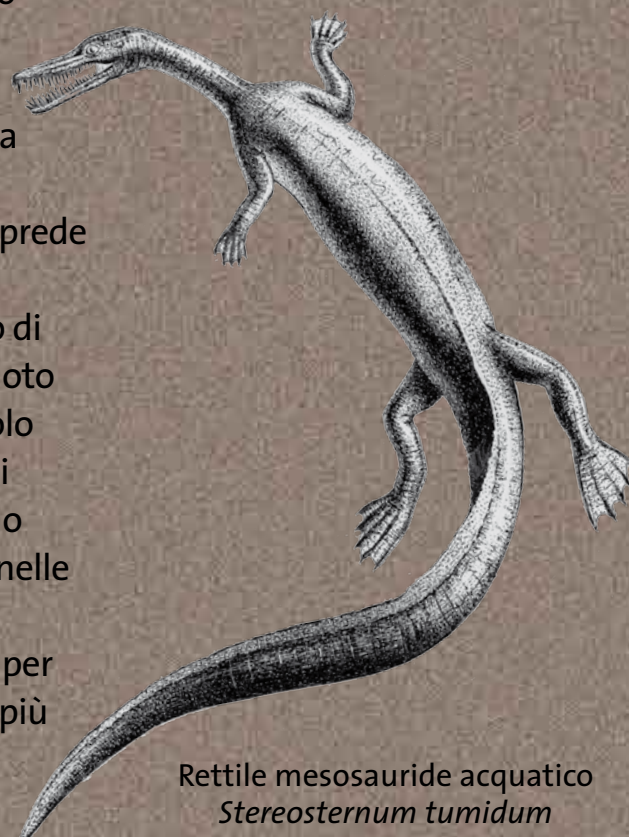


Medusa della Fauna di Ediacara
Cyclomedusa sp

I MESOSAURIDI

I mesosauridi vissero fra la fine del Carbonifero e l'inizio del Permiano e sono i più antichi rettili marini conosciuti. Ebbero una diffusione geografica limitata che comprende l'attuale parte occidentale del Sud Africa e una fascia orientale del Sud America. Oggi quest'area è separata dall'Oceano Atlantico, ma allora i due continenti erano fusi e perciò i mesosauridi si distribuivano in un'area omogenea. Questi rettili, non più lunghi di un metro, avevano un cranio provvisto di lunghe fauci armate da denti sottili, aghiformi. La bocca chiusa formava una struttura filtrante che consentiva di catturare piccole prede lasciando scorrere via l'acqua prima di inghiottirle. La coda compressa lateralmente, che fungeva da organo di propulsione, e il corpo allungato permettevano un nuoto efficace. Le zampe, a forma di spatola, avevano un ruolo secondario: le anteriori più corte agivano come organi direzionali, le posteriori più lunghe e robuste potevano contribuire alla locomozione. I mesosauridi vivevano nelle acque dolci o in quelle salmastre degli estuari e delle lagune, con forme come *Stereosternum*, specializzato per le acque più basse, e *Mesosaurus* che preferiva acque più profonde.

Alfred Wegener, all'inizio del Novecento, considerò la distribuzione areale dei mesosauridi come una prova a sostegno della sua teoria sulla deriva dei continenti. Infatti questi piccoli rettili si rinvennero in due formazioni geologiche, quella di Whitehill, nel complesso di Karro, in Sudafrica e quella di Irati in Sud America, ambedue datate a circa 265 milioni di anni fa e caratterizzate dalle stesse specie fossili. Secondo Wegener, solo la fusione del Sud Africa e del Sud America in un unico continente poteva giustificare questa distribuzione areale, poichè nessuna di queste specie poteva affrontare con successo l'attraversata dell'attuale Oceano Atlantico.



Rettile mesosauride acquatico
Stereosternum tumidum

LA CONQUISTA DELLE TERRE EMERSE

I tetrapodi, ovvero i vertebrati terrestri, si originarono nel Devoniano dai pesci sarcopterigi, in particolare dai ripidisti. Fra questi alcuni osteolepiformi avevano in embrione quelle caratteristiche indispensabili per affrontare la vita sulla terraferma, come un primo sviluppo degli arti e organi interni da cui potevano evolversi i polmoni. Se quest'ultima caratteristica non è verificabile nei fossili, questi ci permettono però di studiare le modificazioni scheletriche indispensabili per la colonizzazione delle terre emerse. Fuori dall'acqua il corpo deve essere sostenuto dagli arti; lo scheletro e gli organi interni devono modificarsi per bilanciare la spinta gravitazionale verso il basso; vertebre e muscolatura della colonna vertebrale devono impedire al corpo di insaccarsi fra le zampe. I pesci, da cui derivano i primi anfibi, dovevano inoltre avere arti articolati con caviglie, polsi e dita mobili, indispensabili per l'evoluzione di una locomozione in ambiente emerso. Gli arti nei tetrapodi attuali si collegano alla colonna vertebrale per mezzo dei cinti scapolare e pelvico. Nei ripidisti il cinto scapolare fa parte del cranio e collabora al sostegno delle branchie, per cui presenta una disposizione non consona alla vita sulla terraferma, perché ogni passo trasmetterebbe alla testa le vibrazioni che la parte anteriore del corpo ha con il terreno. Nessun pesce potrebbe colonizzare le terre emerse senza un cinto scapolare separato dal cranio, e questa evoluzione si riscontra nei tetrapodi acquatici di fine Devoniano.

Per ricostruire come avvenne l'uscita dall'acqua è indispensabile capire quali ambienti lacustri potevano esercitare pressioni selettive verso l'evoluzione del collo, degli arti articolati, di una respirazione polmonare. Gli antenati degli anfibi vissero in questi ambienti e solo il loro studio può permetterci di ricostruire le prime tappe dell'evoluzione di un gruppo di pesci verso la vita sulla terraferma.



Anfibio labirintodonte
Ichthyostega stensioei

GLI AMMONOIDEI

Gli ammonoidei sono molluschi cefalopodi estinti, protetti da una conchiglia generalmente a forma di spirale piana. Al contrario della conchiglia dei gasteropodi, quella degli ammonoidei è suddivisa in numerose camere; l'ultima, più ampia, è la camera di abitazione del mollusco. Le camere interne, riempite di gas, acquistano funzione idrostatica permettendo a questi organismi marini di variare la propria profondità. Le camere sono separate da numerosi setti, convessi verso la camera di abitazione e attraversati da un sifone. I setti si collegano con la parete della conchiglia creando numerose increspature chiamate linee di sutura variamente evolute nel corso della lunga storia di questi organismi. La forma della conchiglia e delle linee di sutura sono un elemento fondamentale nella classificazione delle diverse specie.

I primi ammonoidei comparvero nel Devoniano inferiore, circa 400 milioni di anni fa, ed ebbero subito una rapida evoluzione, che toccò il suo massimo durante il Mesozoico. Si estinsero circa 65 milioni di anni fa durante la crisi biologica di fine Cretaceo. Grazie alla costante evoluzione, al lungo periodo di esistenza e alla diffusione in tutti i mari del nostro pianeta, gli ammonoidei sono considerati importanti fossili guida, fondamentali per la datazione relativa e la correlazione delle rocce dalla fine del Paleozoico a tutto il Mesozoico.



GLI AMMONOIDEI

Gli ammonoidei sono molluschi cefalopodi estinti, protetti da una conchiglia generalmente a forma di spirale piana. Al contrario della conchiglia dei gasteropodi, quella degli ammonoidei è suddivisa in numerose camere; l'ultima, più ampia, è la camera di abitazione del mollusco. Le camere interne, riempite di gas, acquistano funzione idrostatica permettendo a questi organismi marini di variare la propria profondità. Le camere sono separate da numerosi setti, convessi verso la camera di abitazione e attraversati da un sifone. I setti si collegano con la parete della conchiglia creando numerose increspature chiamate linee di sutura variamente evolute nel corso della lunga storia di questi organismi. La forma della conchiglia e delle linee di sutura sono un elemento fondamentale nella classificazione delle diverse specie.

I primi ammonoidei comparvero nel Devoniano inferiore, circa 400 milioni di anni fa, ed ebbero subito una rapida evoluzione, che toccò il suo massimo durante il Mesozoico. Si estinsero circa 65 milioni di anni fa durante la crisi biologica di fine Cretaceo. Grazie alla costante evoluzione, al lungo periodo di esistenza e alla diffusione in tutti i mari del nostro pianeta, gli ammonoidei sono considerati importanti fossili guida, fondamentali per la datazione relativa e la correlazione delle rocce dalla fine del Paleozoico a tutto il Mesozoico.



L'EVOLUZIONE DEI MAMMIFERI

I mammiferi si differenziarono dai rettili all'inizio del Mesozoico con una significativa evoluzione di nuovi importanti caratteri. Gli arti acquisirono una posizione verticale rispetto al corpo e non più laterale come nelle attuali lucertole, ottenendo una migliore capacità di movimento. Una nuova articolazione della mandibola con il resto del cranio e una migliore occlusione dentale consentirono un'efficace masticazione. I mammiferi non furono più soggetti a una crescita continua dei denti, come i rettili, ma svilupparono cicli di sostituzione dentaria, come quelli presenti nella specie umana. I denti, poi, si differenziarono morfologicamente adattandosi ai diversi compiti di una masticazione specializzata. I mammiferi acquisirono anche altri caratteri, difficilmente riscontrabili sui fossili, come il controllo della temperatura corporea favorita dallo sviluppo della pelliccia e la nutrizione della prole con il latte secreto dalle ghiandole mammarie. Dai dati paleontologici ricaviamo che i primi mammiferi comparvero nel Triassico superiore nei territori occidentali del continente Pangea. Durante il Mesozoico si differenziarono in numerose linee evolutive. Ad esempio i multitubercolati, onnivori di aspetto simile ai roditori, ebbero un grande successo evolutivo durante il Mesozoico e si estinsero alla fine dell'Eocene. I monotremi comparvero nell'emisfero australe durante il Giurassico e oggi sono rappresentati dall'ornitorinco e dall'echidna che vivono in Australia e Nuova Guinea. Nel Cretaceo inferiore iniziò infine l'evoluzione dei marsupiali e dei placentati, i cui resti più antichi sono noti nel Nord America. Da qui i marsupiali migrarono verso il Sud America, l'Antartide e l'Australia dove si diffusero con maggior successo rispetto agli altri continenti. I mammiferi placentati invece ebbero una diffusione globale che diede origine ad una evoluzione spettacolare ancora in atto.



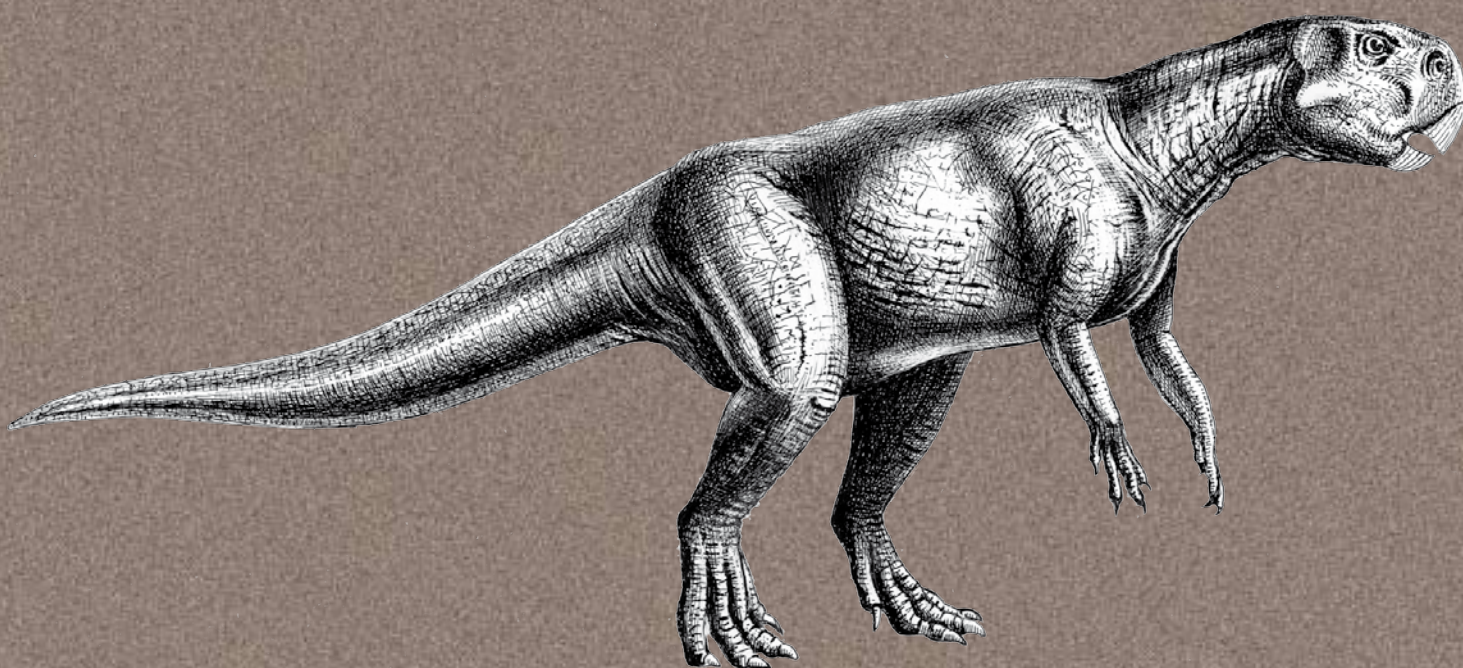
Piccolo mammifero primitivo
Zangheotherium sp.

GLI PSITTACOSAURI

Gli psittacosauri erano dinosauri di piccole dimensioni che vissero nell'Asia continentale all'inizio del Cretaceo, circa 110 milioni di anni fa. *Psittacosaurus mongoliensis* è una specie comune nel Cretaceo inferiore della Mongolia e della Cina. La ricchezza di fossili in queste aree ha permesso di ricostruirne lo sviluppo, così oggi sappiamo che i cuccioli misuravano circa 25 centimetri di lunghezza, mentre gli adulti potevano raggiungere i due metri.

Il nome di questi dinosauri deriva dall'aspetto particolare del loro cranio poichè la forma del becco, il muso alto e le piccole orbite ricordano quello di un pappagallo. Con i pappagalli però non vi è alcun rapporto di parentela.

La forma del becco e i denti con la corona smaltata sono specializzazioni verso una dieta a base di piante coriacee. Questo tipo di alimentazione è stata confermata anche dal ritrovamento di gastroliti insieme ad alcuni scheletri di psittacosauri. I gastroliti sono piccole pietre lisce che si trovavano probabilmente all'interno di un ventriglio e aiutavano la macerazione del cibo, come succede in alcuni erbivori attuali. Diversamente dal cranio il resto dello scheletro è piuttosto primitivo per un dinosauro del Cretaceo. Gli arti anteriori e posteriori indicano la possibilità di un'andatura bipede, come spesso accadde all'inizio dell'evoluzione di vari gruppi di dinosauri. Infatti il genere *Psittacosaurus* rappresenta l'inizio di una lunga storia evolutiva che porterà ai grandi ceratopsia, quadrupedi con il cranio armato di corna, che vissero nel Cretaceo superiore fino alla crisi biologica che concluse il Mesozoico.



Psittacosauo
Psittacosaurus mongoliensis

IL GIACIMENTO DI SOLNHOFEN

I calcari lastriformi di Solnhofen affiorano oggi in numerose cave della regione intorno ad Eichstätt, a nord di Monaco di Baviera. Nel Giurassico, circa 130 milioni di anni fa, quest'area era caratterizzata da piccoli bacini o aree lagunari circondate da scogliere organogene, costituite prevalentemente da alghe e spugne. Nel loro insieme questi ambienti presentavano le condizioni ottimali per la sedimentazione di un fango calcareo finissimo che permise l'eccezionale fossilizzazione dei resti di alcuni organismi che qui vivevano.

Le cave della regione di Eichstätt erano già attive nel tardo Impero Romano e questi calcari venivano trasportati in Oriente seguendo il corso del Danubio; basti pensare che lastre provenienti da Solnhofen abbelliscono la chiesa di Santa Sofia a Costantinopoli. Dalla fine del Settecento però, con l'invenzione della litografia, questi calcari assunsero nuova importanza; infatti, da questa località si estraevano le migliori lastre per uso litografico, da qui il nome che i geologi danno a questi strati: calcari litografici di Solnhofen.

Il loro interesse naturalistico iniziò nel 1616 con l'opera di Basilius Besler, che per primo ne descrisse i fossili. Da allora furono scoperte non solo moltissime specie di invertebrati, ma anche pesci, rettili, pterodattili, dinosauri e i primi uccelli. L'apice della fama per Solnhofen arrivò nell'Ottocento con la scoperta dei primi due esemplari di *Archaeopteryx lithographica*, allora considerato l'anello di congiunzione fra rettili e uccelli. Da allora per la ricchezza delle faune fossili e per la loro eccezionale conservazione i calcari litografici di Solnhofen sono considerati fra i più importanti giacimenti giurassici conosciuti.



Archaeopteryx lithographica

L'EVOLUZIONE DEGLI UCCELLI

La frammentaria documentazione fossile relativa agli uccelli non permette di ricostruire la loro complessa storia evolutiva. Si differenziarono dai dinosauri teropodi durante il Giurassico, forse da forme affini ai dromeosauri, i quali proteggevano le loro uova grazie agli arti provvisti di penne e piume. Così, un carattere evoluto in funzione della cova divenne un efficace strumento per la conquista dell'aria. L'*Archaeopteryx*, del Giurassico di Solnhofen, rappresenta bene la prima fase dell'evoluzione del volo. La sua struttura scheletrica fa pensare ad una capacità di volo con un battito alare semplice e un basso impegno della muscolatura pettorale; difficilmente era in grado di fare un volo lento o di manovrare nell'aria. Solo nel Cretaceo inferiore, sia in Europa che in Asia, vi sono fossili di uccelli con una capacità di volare simile alle forme attuali. A Las Hoyas in Spagna fu ritrovato il genere *Eoalulavis*, con ali provviste di alula, un piccolo alettone che consente agli uccelli evoluti di migliorare la manovrabilità del volo. Ancora più interessanti sono i fossili presenti nel Cretaceo inferiore di Liaoning, nella Cina nord-orientale; qui sono stati trovati vari generi di uccelli con diverse specializzazioni e distinti habitat, fra questi il piccolo *Liaoxiornis delicatus*. Durante il Cretaceo si assiste ad una ampia diversificazione che porterà anche alle due linee evolutive oggi dominanti, quella dei paleognati, che hanno perso la capacità di volare, e quella dei neognati che ne hanno raggiunto, invece, i massimi livelli. Alla fine del Cretaceo infatti erano già presenti gli anseriformi, i gaviformi, i procellariformi e i caradriformi; la variabilità degli uccelli, quindi, andava dalle anatre agli albatry. Questi tuttavia convivevano con gli ittiornitiformi, oggi estinti, caratterizzati da mascelle robuste armate di denti appuntiti.



Piccolo uccello primitivo
Liaoxiornis sp.

UOVA DI DINOSAURO

Un aspetto importante della vita dei dinosauri è quello relativo alla nidificazione. Le ricerche degli ultimi decenni hanno individuato molte aree di deposizione con diversi tipi di nidi. Le uova dei dinosauri presentano una grande varietà di forme e di dimensioni: i *Protoceratops* deponevano uova allungate affiancate a due a due, gli adrosauri ellittiche e assimetriche, sferiche invece quelle dei sauropodi. Contrariamente a quanto si pensi, i dinosauri più grandi, come il *Titanosaurus*, deponevano uova incredibilmente piccole, se confrontate con la taglia dell'adulto. Le dimensioni delle uova sono limitate da vari fattori: i gusci, ad esempio, devono essere porosi e abbastanza sottili per permettere gli scambi gassosi, ma devono anche offrire una sufficiente protezione all'embrione che al loro interno si sta sviluppando.

Associare uova e nidi fossili ai dinosauri che le hanno deposte non è cosa facile, anche perché è raro trovare uova con all'interno un embrione chiaramente identificabile. Infatti alcuni nidi come ad esempio quelli contenenti uova del genere *Elongoolithus* non sono ancora stati associati con sicurezza ad una specie nota di dinosauro. Questi nidi, rinvenuti nel Cretaceo superiore della provincia di Laiyang e di altre località della Cina, contenevano da 20 a 30 uova, solitamente deposte con una leggera inclinazione verso l'esterno, forse per favorirne la cova. Anche se non sono mai associate a embrioni o resti scheletrici che permettano una loro identificazione, la forma le collega a quelle dei teropodi ornitischii, come i *Protoceratops* che vivevano nel Cretaceo superiore nella Mongolia e nella Cina settentrionale. Così, al momento, la loro identificazione resta incerta e il nome *Elongoolithus* si riferisce semplicemente ad un tipo di uova e non ad una specie di dinosauro.



Uovo di dinosauro con embrione

I FOSSILI DI BOLCA

L'associazione fossilifera della "Pesciara", il più famoso giacimento di Bolca, è composta prevalentemente da pesci e resti vegetali, presenti con oltre 250 specie. La flora è composta da specie marine, dulciacquicole e terrestri. Nel suo insieme ricorda le associazioni oggi presenti nelle isole e nelle lagune dell'Oceano Indo-Pacifico. Nelle acque della laguna eocenica di Bolca erano presenti praterie sottomarine formate dalla monocotiledone *Halodiloris* e associazioni ad alghe verdi, rosse e brune. La presenza di piante, quali *Ficus*, *Fracastoria*, *Eucalyptus* e *Mazzeia*, con radici a fittone, dimostrano inoltre la vicinanza di terre emerse con ampia copertura vegetale.

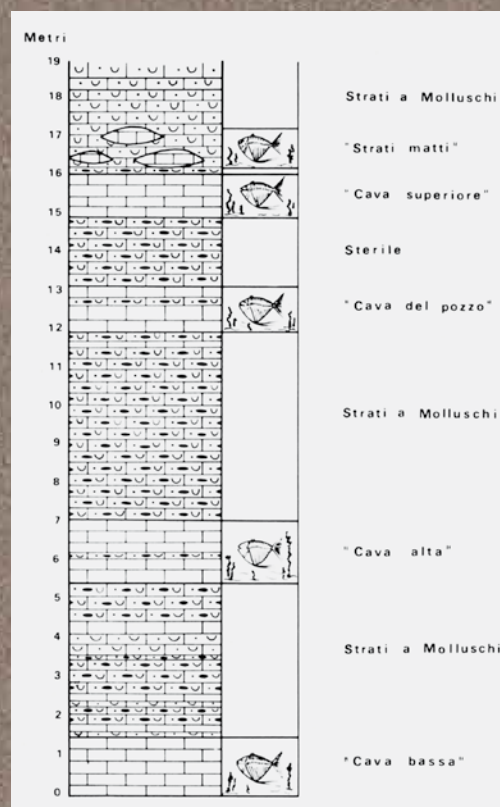
La Pesciara prende il nome dalla sua ricchezza di ittiofauna fossile, infatti sono presenti sia pesci cartilaginei, in particolare squali, sia pesci ossei, con un'associazione tipica di ambiente marino tropicale. Nel complesso presentano forti affinità con le specie attuali dei mari caldi dell'Oceano Indo-Pacifico: l'80% delle famiglie e il 70% dei generi trovati a Bolca sono infatti tutt'oggi presenti in questo oceano. L'ittiofauna di Bolca rappresenta inoltre la più antica associazione di acque costiere temperate subtropicali di tipo moderno, dove si rinvengono quasi tutte le famiglie dei pesci che caratterizzano gli ambienti attuali delle scogliere tropicali. Dal punto di vista evolutivo nella Pesciara è presente un'associazione di transizione fra le ittiofaune mesozoiche e quelle moderne; infatti si trovano gli ultimi picnodontiformi, pesci assai comuni negli ambienti di scogliera del Mesozoico, insieme ai primi rappresentanti dei perciformi e dei labridi. Tutto ciò fa sì che l'associazione fossilifera di Bolca abbia una grande importanza per gli studi sull'evoluzione della vita.



Ricostruzione dell'ambiente marino eocenico della zona di Bolca

IL GIACIMENTO DI BOLCA

I livelli a pesci e vegetali fossili dell'Eocene di Bolca si rinvencono nella Pesciara e alla base del Monte Postale. Il giacimento della Pesciara è senz'altro il più famoso; in esso infatti si è concentrata l'attività estrattiva negli ultimi due secoli. Percorrendo la strada che costeggia il Monte Postale esso ci appare come uno scoglio calcareo, fittamente stratificato, con uno spessore di circa 19 metri e un'estensione di poche centinaia di metri quadrati. Gli studi stratigrafici moderni attribuiscono questa successione rocciosa al Cuisiano medio, circa 48 milioni di anni fa. La sua serie sedimentaria è caratterizzata da stratificazioni alternate di calcari fini e grossolani. Gli strati composti da sedimenti più fini contengono i resti fossili di pesci e di vegetali, e sono costituiti da un'alternanza ritmica di lamine calcaree più spesse con lamine fini, leggermente argillose. In questi livelli le caratteristiche sedimentologiche e la presenza di pirite indicano un ambiente protetto, di mare poco profondo, a bassissimo grado di energia dell'acqua e con una scarsa ossigenazione al fondo, tipiche condizioni di ambiente lagunare tropicale. Questi strati sono intervallati da calcari detritici, a grana grossolana, contenenti resti di invertebrati marini formati in un ambiente soggetto ad una alta energia delle acque marine. Accadeva perciò che, nel corso del tempo, le barriere di protezione delle lagune venissero distrutte per periodi più o meno lunghi. Si formavano allora ambienti litorali ad alta energia dove tempeste o uragani tropicali determinavano fenomeni di trasporto e di accumulo di grandi quantità di gusci di molluschi e altri invertebrati. Quando il clima ritornava favorevole allo sviluppo delle lagune interne, il ciclo riprendeva. Si sono formati così gli strati che contengono le ricche associazioni di ittioliti e filliti di Bolca.



Sezione stratigrafica rilevata nel sito della Pesciara

LA STORIA DEL GIACIMENTO DI BOLCA

Il primo documento scritto sul giacimento di Bolca si trova nei *Discorsi sopra Dioscoride* di Andrea Mattioli del 1554, e già nel 1571 era esposta nel Museo Calzolari di Verona un'importante raccolta di ittioliti.

Nei secoli successivi si formarono, sempre a Verona, varie collezioni di pesci di questa località, come quelle di Moscardo e di Bozzo, poi confluite, nella seconda metà del Settecento, nella collezione di Giovanbattista Gazzola.

Il conte Gazzola, proprietario di parte della "Pesciara", diede impulso agli scavi e alla fine del Settecento poteva esporre in due ampie sale del suo palazzo la più famosa raccolta di ittioliti di Bolca del suo tempo. Questa fu studiata da Serafino Volta nella sua monumentale *Ittiolitologia veronense* pubblicata tra il 1796 e il 1808.

Nel periodo napoleonico la collezione Gazzola, trasferita a Parigi, costituì parte importante nelle *Recherches sur le poissons fossiles* pubblicato da L. Agassiz fra il 1833 e il 1843. Gazzola ricostituì la sua collezione grazie agli scavi eseguiti prima dalla famiglia Rigoni e poi da Giuseppe Cerato, detto Buso, a cui cedette infine la Pesciara.

Numerosi furono i paleontologi che fino ad oggi si occuparono della Pesciara. Massalongo nel 1859 studiò i vegetali fossili, filliti, mentre De Zigno, Bassani, Cadrobbi e molti altri studiarono le faune. Gli studi geologici e stratigrafici videro impegnati, dal Settecento ad oggi, geologi come Arduino, Suess e Fabiani. Fu, tuttavia, solo nella seconda metà del Novecento che, grazie agli studi stratigrafici di Fabio Medizza e a quelli paleontologici di Jacques Blot e Lorenzo Sorbini, si aprì la strada ad una comprensione più completa delle origini del giacimento e delle dinamiche evolutive delle faune in esso contenute. Il Museo civico di Storia Naturale di Verona divenne il centro e il motore di questi studi e diede un contributo essenziale alle conoscenze di queste importanti faune.



Tavola tratta da:
Ittiolitologia veronense di S. Volta

LA SCOPERTA DI "LUCY"

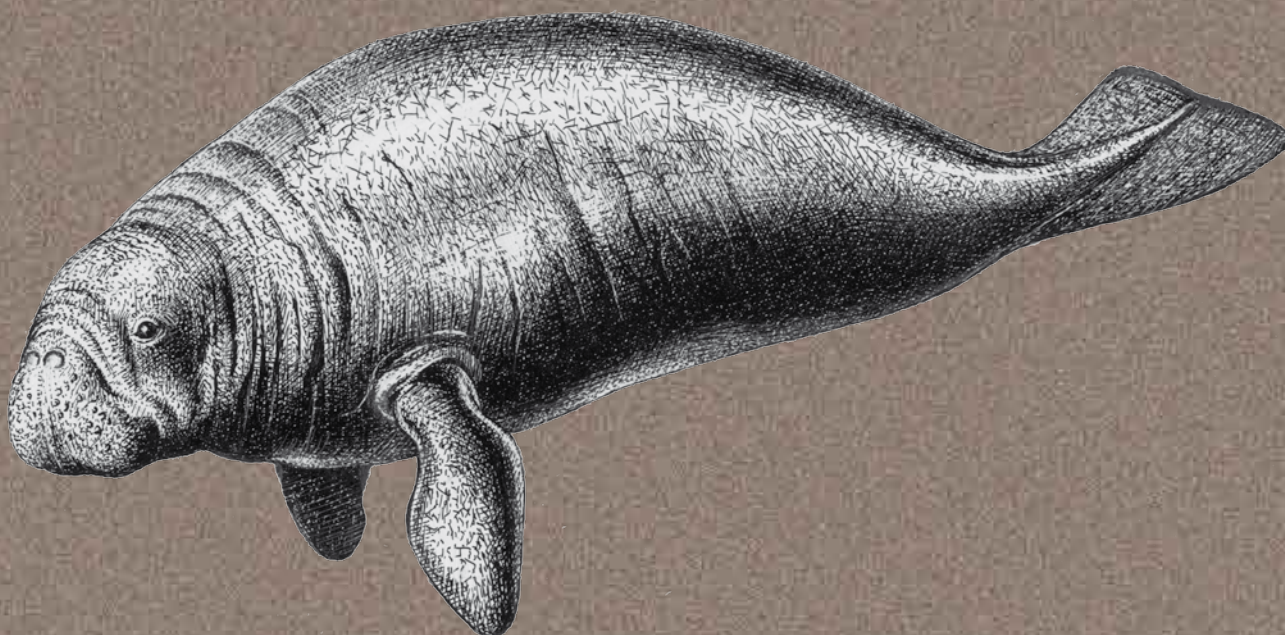
"30 nov. del 1974. Al sito 162 con Gray in mattinata. Buoni presentimenti". Così annotò nel suo diario Don Johanson programmando le attività della giornata. La spedizione scientifica stava esplorando un'area desertica dell'Hadar, a circa 150 km a nordest di Addis Abeba in Etiopia, alla ricerca di resti fossili di ominidi. Johanson era al terzo anno di ricerche di ominidi in quest'area, mentre Tom Gray studiava i fossili qui rinvenuti per ricostruire l'antico ambiente. La mattinata di ricerca non aveva però dato i risultati sperati e verso mezzogiorno, con una temperatura che superava i 45°C i due presero la via del ritorno. Scendendo lungo un canalone, per raggiungere la Land Rover parcheggiata poco sotto, Johanson notò un frammento di braccio di ominide e la parte posteriore di un piccolo cranio. In breve tutt'intorno c'erano i resti di un intero individuo. Non era ancora mai stato fatto un ritrovamento così completo! Quel pomeriggio e nei giorni successivi l'intera spedizione si concentrò nel sito 162, e alla sera l'eccitazione era tale che tutti discutevano della scoperta mentre il registratore del campo suonava "Lucy in the sky with diamonds" dei Beatles. Fu così che durante la notte "Lucy" divenne il nome del fossile. Lucy è un *Australopithecus afarensis*, cioè un ominide vissuto oltre 3 milioni di anni fa nell'altopiano dell'Afar nell'Etiopia settentrionale. Al momento della sua scoperta fu considerato un importante antenato nella via dell'evoluzione umana, ma era uno strano avo che mostrava un mosaico di caratteri in parte simili a quelli delle scimmie antropomorfe e in parte umani. Oggi noi conosciamo numerose specie di australopithecine che popolarono e si differenziarono nell'Africa orientale fra 4 e 2 milioni di anni fa. Erano ominidi bipedi di piccole dimensioni, con la fronte sfuggente ed un marcato prognatismo facciale, ed è forse da questo cespuglio di specie che si differenziò la linea evolutiva che portò al genere *Homo*.



Australopiteco
Australopithecus africanus

I SIRENIDI

Nell'ottobre del 1978 Pascal e Frédéric Dusarget cercavano fossili nelle sabbie di Fontaineblau in una cava vicino a Palaiseau a sud di Parigi. I due ragazzi avevano allora rispettivamente quattordici e dodici anni e frequentavano spesso quella cava alla ricerca di conchiglie fossili; ma quell'ottobre fecero una scoperta eccezionale, trovarono i resti fossili di alcuni sirenidi. I sirenidi sono mammiferi erbivori che vivono nelle zone costiere delle regioni tropicali, risalendo a volte i fiumi che in esse sfociano. Il corpo affusolato, gli arti anteriori trasformati in pinne e la pinna caudale orizzontale li rendono perfettamente adattati alla vita acquatica. Hanno spesso l'abitudine di stare eretti, con la testa e il tronco fuori dall'acqua bassa e in questa posizione le madri stringono al petto i figli mentre li allattano, con un atteggiamento quasi umano che ha probabilmente favorito le leggende sulle sirene. Il muso però non le ricorda affatto: gli occhi piccoli, infossati, e le labbra grandi, prominenti, ricordano più il muso di un bulldog. L'*Halitherium schinzi* è uno dei reperti trovati dai fratelli Dusarget, in quel lontano ottobre, ed è una specie caratteristica dell'Oligocene europeo. Il genere *Halitherium* era allora molto diffuso lungo le coste dell'antico Oceano della Tetide e i suoi resti sono stati rinvenuti in molte località europee, nel Nord America e nelle regioni occidentali dell'attuale Oceano Indiano. I sirenidi ebbero la loro massima diffusione nell'Eocene e nell'Oligocene, poi gradualmente, iniziò il loro declino. Oggi questi mammiferi sopravvivono solo in poche aree rifugio tra la Florida e la foce del Rio delle Amazzoni, nelle aree tropicali dell'Oceano Indiano e lungo le coste atlantiche del Senegal.



Mammifero sirenide
Halitherium schinzi

LE TIGRI DAI DENTI A SCIABOLA

Durante il Cenozoico, per lunghi periodi, si formarono nei continenti ecosistemi stabili e ricchi di vegetazione. Questi ambienti favorirono la comparsa e la diffusione di grandi mammiferi erbivori, la cui presenza favorì l'evoluzione convergente di grandi predatori. Fra questi ebbero un grande successo le cosiddette "tigri dai denti a sciabola", cioè con canini lunghi fino a 15 centimetri. Questa specializzazione si sviluppò indipendentemente in più gruppi di mammiferi. Dal Miocene in poi predatori con canini taglienti ed eccezionalmente sviluppati comparvero fra i felidi in Nord America, in Europa e in Asia, e fra i marsupiali in Sud America. Mascelle armate con denti a sciabola si sono perciò evolute in modo indipendente in due diverse linee filetiche: in quella dei metateri, cui appartengono i marsupiali come i canguri attuali, e in quella degli euteri, i placentati a cui appartengono i felini attuali. Le tigri con i denti a sciabola ci forniscono un esempio di convergenza evolutiva, ovvero come pressioni selettive simili finiscano per stimolare identiche risposte adattive anche in organismi filogeneticamente distanti.

Se la presenza di questo tipo di predatori è sicuramente associata ai grandi erbivori, il loro comportamento non è ancora del tutto chiaro. Sembra probabile che si cibassero preferibilmente di carcasse di elefanti o di altri grandi mammiferi. Tuttavia potevano anche attaccare animali giovani o in cattive condizioni di salute, lacerando profondamente con i loro denti le parti vitali della preda per lasciarla poi morire dissanguata. Le ultime tigri con i denti a sciabola si estinsero nel corso del Pleistocene conseguentemente all'estinzione delle loro prede.



Tigre dai denti a sciabola
Smilodon populator

L'EVOLUZIONE DELL'UOMO

“In ogni regione del mondo i mammiferi viventi sono in stretta relazione con le specie estinte dello stesso genere”: così scriveva Darwin nel 1871. E, poiché in Africa si trovano i fossili delle scimmie antropomorfe “è alquanto più probabile che i nostri primi progenitori abitassero sul continente africano che non altrove”. Il genere *Homo*, come ipotizzato da Darwin, comparve in Africa alla fine del Pliocene, forse 2,5 milioni di anni fa. La sua evoluzione portò rapidamente a un cespuglio di specie che colonizzarono l’Africa orientale e meridionale. Le più note sono *Homo habilis* e *Homo rudolfensis*. Forse da quest’ultima si originò circa 1,9 milioni di anni fa *Homo ergaster*, una specie di ominidi già molto evoluta nel senso culturale del termine. Erano infatti in grado di controllare l’uso del fuoco, di allestire accampamenti all’aperto o presso ripari e di produrre strumenti litici complessi. Fu *Homo ergaster* il primo ominide a diffondersi fuori dall’Africa e i suoi resti, risalenti ad un periodo fra 1,8 e 1,2 milioni di anni fa, furono trovati nella Valle del Giordano e in Georgia. La sua colonizzazione dell’Asia diede origine a *Homo erectus*, che ebbe un grande successo evolutivo, e forse si differenziò in più specie. *Homo erectus* scomparve circa 50.000 anni fa sostituito da *Homo sapiens*. In Europa le prime testimonianze umane risalgono invece a circa 800.000 anni fa, quando una forma di *H. ergaster*, *Homo antecessor*, si spinse in Spagna e in Italia. Da queste popolazioni si sviluppò prima *Homo heidelbergensis* e poi *Homo sapiens neanderthalensis*, l’uomo di Neanderthal. Entrambe le specie avevano una costituzione robusta e bene adattata al clima del Pleistocene europeo. Nel frattempo si evolveva in Africa l’uomo moderno, *Homo sapiens sapiens*, che con una rapida espansione globale sostituì le altre specie umane.



Homo habilis, Homo erectus, Homo sapiens neanderthalensis, Homo sapiens sapiens