



Lattes

Origine ed evoluzione degli esseri viventi



L'origine della vita

La vita è presumibilmente comparsa sulla Terra circa **3,8 miliardi di anni fa**, in seguito a processi ancora non ben definiti.

L'atmosfera, a causa dei gas emessi dai molti vulcani terrestri e sottomarini, era formata principalmente da azoto, anidride carbonica, vapore acqueo (in quantità minore, anche da ossidi di zolfo, idrogeno solforato e idrogeno libero).

Il clima era molto caldo, umido, con tempeste e uragani; i raggi ultravioletti non erano schermati dal guscio di ozono.

Fra i gas dell'atmosfera avvenivano **reazioni chimiche** che portavano alla formazione di composti organici (amminoacidi, acidi grassi, basi azotate, idrocarburi...). In alcuni ambienti i composti organici si addensavano formando il **brodo primordiale** dove avvenivano nuove reazioni: gli amminoacidi formavano proteine, le basi azotate si univano in primitive molecole di acidi nucleici come l'acido ribonucleico (RNA). Molecole di lipidi (o grassi) unite fra loro formavano sulla superficie dell'acqua bolle in cui rimanevano intrappolate sostanze diverse che reagivano fra loro.



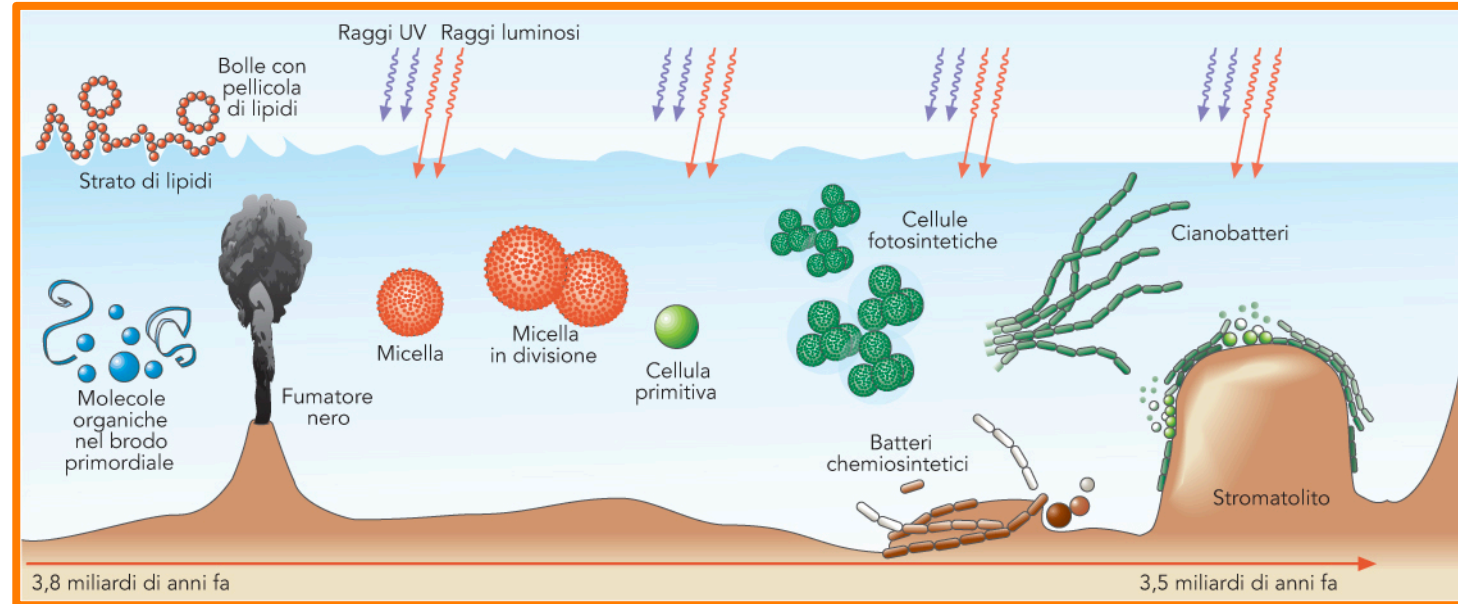
Esempi di ambienti simili a quelli nei quali può essere nata la vita: una pozza di fango termale, una sorgente calda di geyser e una pozza di acqua marina.

L.U.C.A. e i primi batteri autotrofi

L.U.C.A. (Last Unknown Common Ancestor) fu probabilmente il primo **archeobatterio**: adatto ad ambienti estremi con temperature molto elevate e sviluppatosi nell'ambiente acquatico.

Si presume che i primi batteri fossero eterotrofi e si nutrissero delle molecole organiche del brodo primordiale. Apparvero poi i batteri autotrofi.

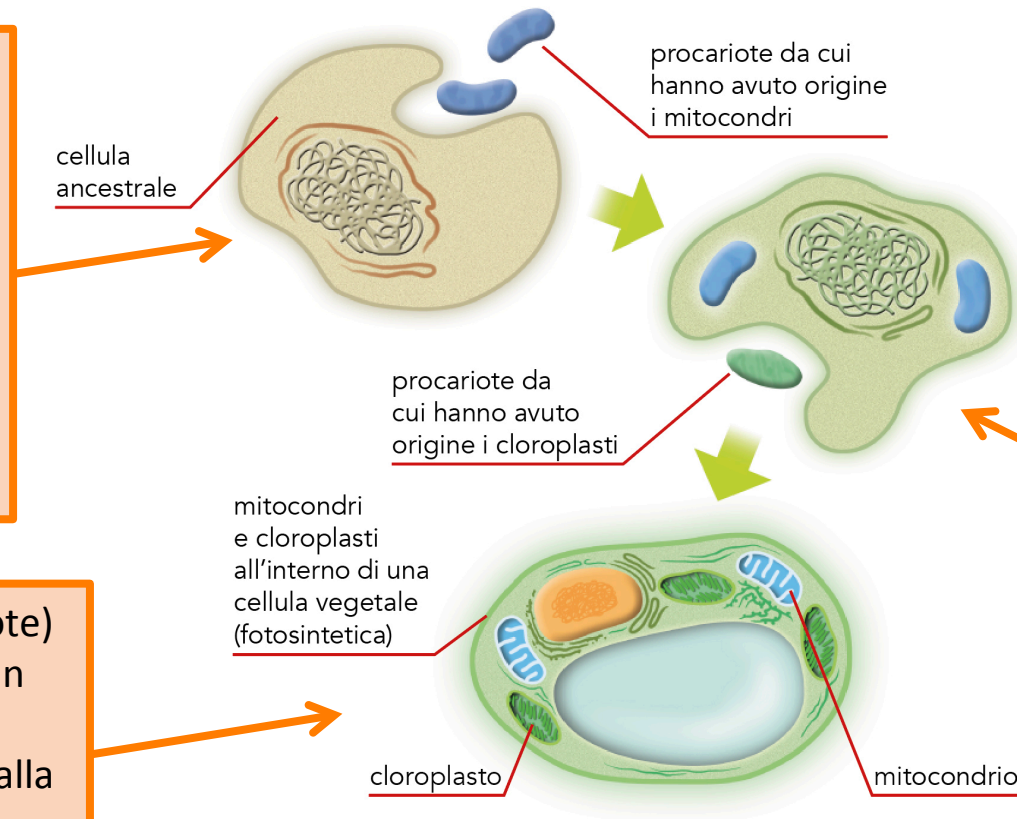
Grazie a fossili risalenti a 3,5 miliardi di anni fa sappiamo che esistevano comunità di batteri autotrofi ed eterotrofi organizzate in ecosistemi (**stromatoliti**).



Gli eucarioti

Si ipotizza che la cellula eucariote sia nata da un **processo di associazione** tra differenti organismi unicellulari batterici. Queste cellule mettono a punto **mitosi** e **meiosi**. Compare poi la **riproduzione sessuata**.

1 Una cellula provvista di nucleo e altri compartimenti interni cattura **procarioti aerobi** capaci di effettuare la respirazione; inizia una **simbiosi mutualistica**: la cellula più grande procura un ambiente sicuro, i procarioti ricambiano con l'energia ricavata dalla respirazione e diventano gli attuali **mitocondri**.



2 Il processo si ripete con procarioti capaci di **fotosintesi**, che diventano gli attuali **cloroplasti**.

3 Mitocondri (in tutte cellule eucariote) e cloroplasti (nelle piante) hanno un corredo genetico diverso da quello della cellula e una struttura simile alla cellula procariote: si formarono le **cellule animali e vegetali**.

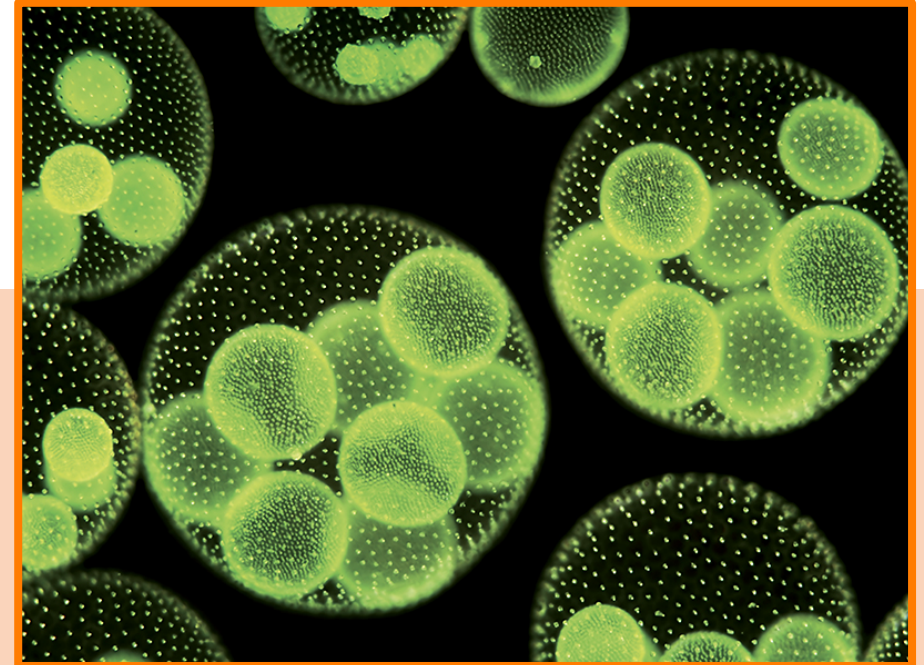
I pluricellulari

Si ipotizza che i primi organismi pluricellulari (formati da più cellule specializzate) si originarono dalla mancata separazione, dopo la mitosi, di cellule eucariote che rimasero unite e, con divisioni successive, formarono una **colonia** di molti individui. In alcune colonie le cellule, coordinate come un unico individuo, si specializzarono in funzioni diverse.

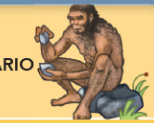









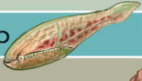

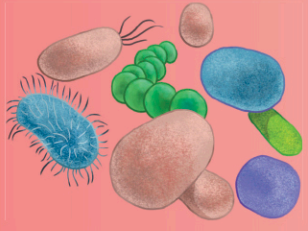
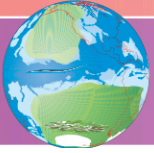
I fossili delle prime forme pluricellulari risalgono a 620 milioni di anni fa: sono organismi con il corpo molle e piatto.



fossile



I primi organismi pluricellulari assomigliavano forse alle attuali colonie dell'**alga verde Volvox**: la colonia agisce come un solo organismo, le cellule battono i flagelli in modo coordinato facendo muovere la sfera nella direzione della luce; alcune cellule sono specializzate nella riproduzione.

| EONE | ERA | PERIODO | PRINCIPALI EVENTI BIOLOGICI |
|---|---|--|---|
| FANEROZOICO (541 milioni di anni fa - oggi) | CENOZOICO (66 milioni di anni fa - oggi) | QUATERNARIO  | EPOCA OLOCENE (11 700 anni fa - oggi): l'uomo moderno diventa agricoltore, 300 anni fa con le prime macchine a vapore inizia la rivoluzione industriale. |
| | | NEOGENE  | EPOCA PLEISTOCENE (2,6 milioni - 11 700 anni fa): compare e si diffonde il genere Homo. |
| | | PALEOGENE  | Continuano a diffondersi mammiferi e uccelli. |
| | MESOZOICO (252-66 milioni di anni fa) | CRETACICO  | Evolgono altre forme di dinosauri erbivori e carnivori; prime piante con fiore. Estinzione di massa: scompaiono molti organismi marini, |
| | | GIURASSICO  | I dinosauri erbivori e carnivori si espandono su tutte le terre emerse, appaiono i primi dinosauri-uccelli. |
| | | TRIASSICO  | Compaiono i primi dinosauri; i rettili dominano sulla terraferma, nel mare, nell'aria, prime forme di mammiferi. Estinzione di massa: scompaiono molti organismi marini e alcuni terrestri; sopravvivono dinosauri e mammiferi. |
| | PALEOZOICO (541-252 milioni di anni fa) | PERMIANO  | Primi rettili. Estinzione di massa: scompare la maggior parte delle specie marine e terrestri. |
| | | CARBONIFERO  | Sulla terraferma felci ed equiseti arborei, primi anfibi. |
| | | DEVONIANO  | Grande sviluppo dei pesci con le mascelle e senza corazza. Le piante escono dall'acqua, seguite dagli animali (artropodi, pesci). Estinzione di massa di molti invertebrati marini e della maggior parte dei pesci. |
| | | SILURIANO  | Madrepore, trilobiti, molluschi simili a Nautilus, pesci corazzati. Estinzione di massa di molti organismi marini. |
| | | ORDOVICIANO  | Primi pesci senza mascelle, sviluppo delle trilobiti. |
| | CAMBRIANO  | Primi animali con la conchiglia, trilobiti, coralli. | |
| PROTEROZOICO (2,5 miliardi - 541 milioni di anni fa) | NEOPROTEROZOICO | | |
| | MESOPROTEROZOICO | | |
| | PALEOPROTEROZOICO | | |
| ARCHEANO (4-2,5 miliardi di anni fa) | NEOARCHEANO |  | Origine della vita, prime cellule procariote ed eucariote, primi organismi pluricellulari. |
| | MESOARCHEANO | | |
| | PALEOARCHEANO | | |
| | EOARCHEANO | | |
| ADEANO (4,6-4 miliardi di anni fa) | |  | Origine della Terra. |

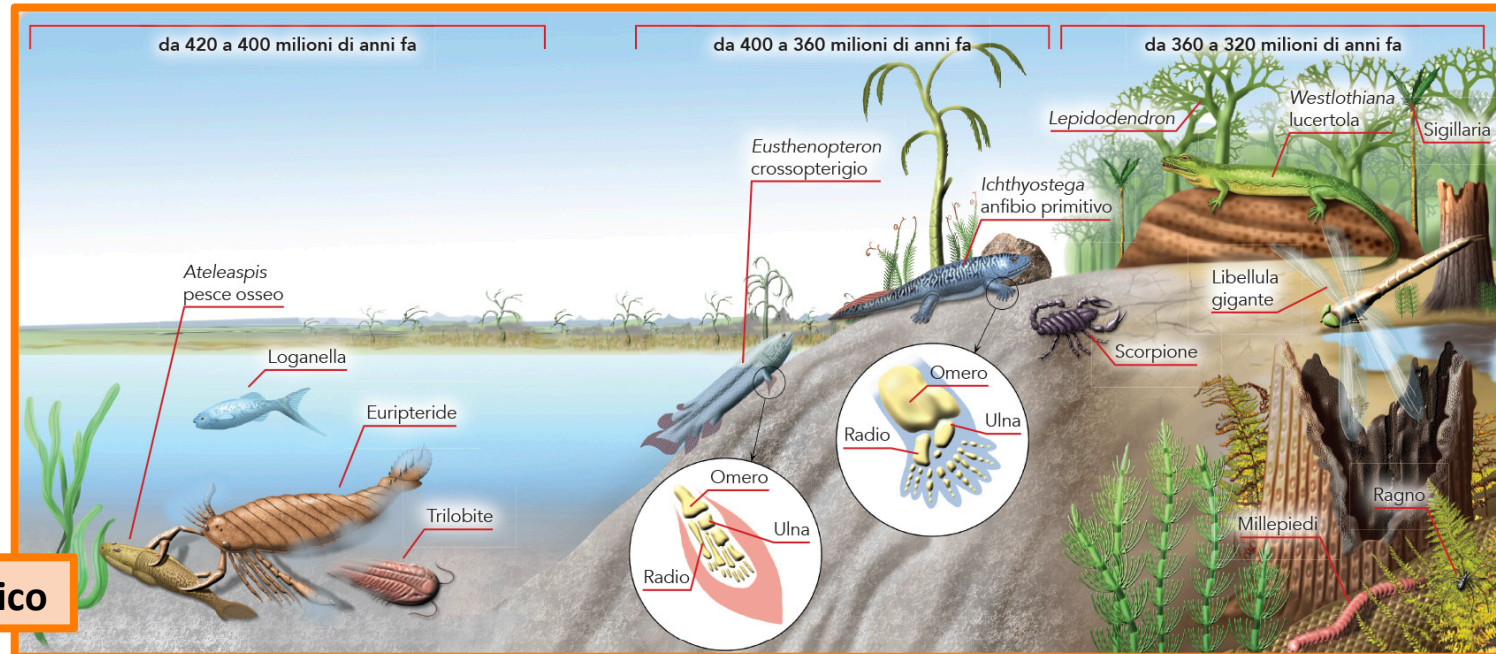
TEMPO

Paleozoico (541 - 252 milioni di anni fa)

Le terre offrono **nuovi ambienti**: la **fotosintesi** è presente da 2 miliardi di anni e l'**ossigeno** prodotto dalle alghe verdi si è diffuso nell'acqua e nell'atmosfera; si forma lo **strato di ozono** che protegge dai raggi ultravioletti; l'anidride carbonica è diminuita. Le **alghe verdi carofite** colonizzano le rive e inizia l'evoluzione delle **piante terrestri**; fra gli animali, i primi sono **scorpioni, ragni e millepiedi**.

Dai **crossopterigi** (gruppo di pesci ossei con le pinne sostenute da ossa e muscoli) evolvono gli **anfibi**. Le **felci** e gli **equiseti** hanno dimensioni di alberi di 30 m e formano foreste popolate da **insetti** giganteschi. Alla fine dell'era il clima inaridisce: dalle felci con seme evolvono **conifere primitive**; da un gruppo di anfibi i primi **rettili**.

L'era paleozoica si chiude 252 milioni di anni fa con la più grande **estinzione di massa** di tutta la storia della vita, causata dalla formazione del supercontinente Pangea che provoca estese glaciazioni, variazioni del livello marino, eruzioni vulcaniche.



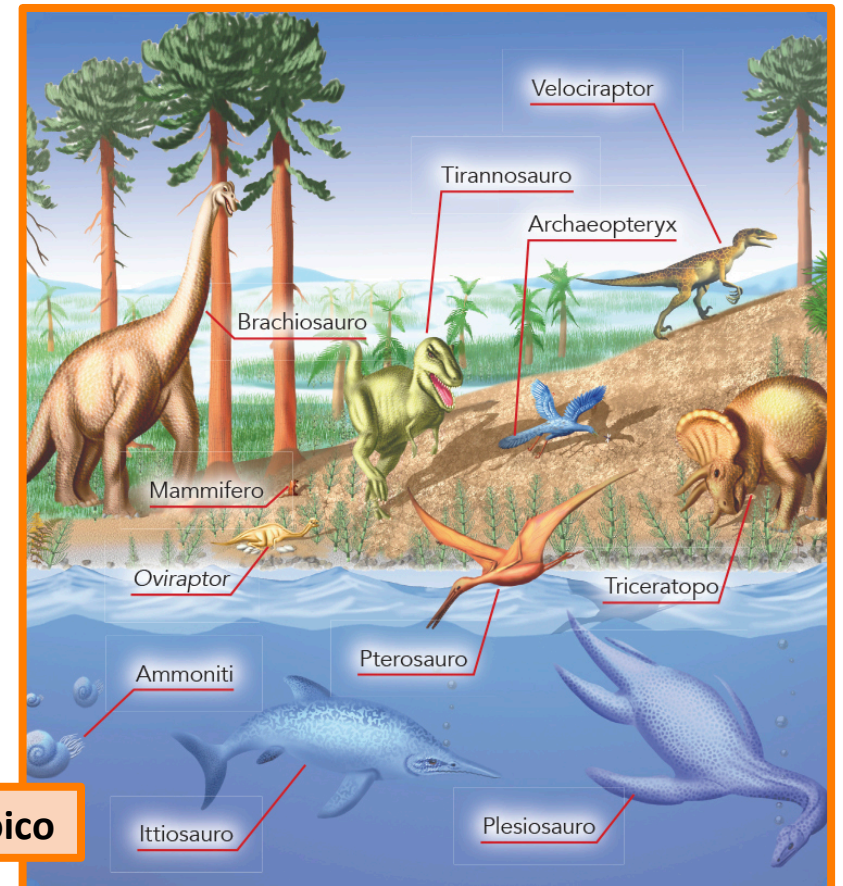
Paleozoico

Mesozoico (252 - 66 milioni di anni fa)

Dominano i **rettili**, con la pelle protetta da squame, un'urina molto concentrata per risparmiare acqua e un uovo amniotico. In mare ci sono gli ittiosauri, simili agli attuali delfini; nei cieli gli pterosauri; nei fiumi, enormi coccodrilli. I dinosauri dominano sulle terre emerse per 150 milioni di anni, abitando foreste di conifere, steppe, deserti, rive di fiumi e laghi.

All'inizio del Mesozoico compaiono i **mammiferi** che derivano dai **terapsidi**, un gruppo di rettili a sangue caldo coperto di peli: sono pochi, piccoli, insettivori, depongono uova, poi evolvono i marsupiali e i placentati. Alla fine del **Giurassico** appaiono i primi **uccelli**, evoluti dai **dromeosauri**, dinosauri carnivori coperti di penne e a sangue caldo. Dominano le **gimnosperme** con sequoie e Cycas; nel Cretacico compaiono le piante con fiore.

Alla fine del Mesozoico si forma l'oceano Atlantico e, nell'attuale Golfo del Messico, cade un enorme meteorite: scompaiono tutti i dinosauri, gli ittiosauri, gli pterosauri, gran parte dei rettili, molti animali marini; sopravvivono i mammiferi, gli uccelli, le tartarughe, le lucertole, i serpenti e i coccodrilli.



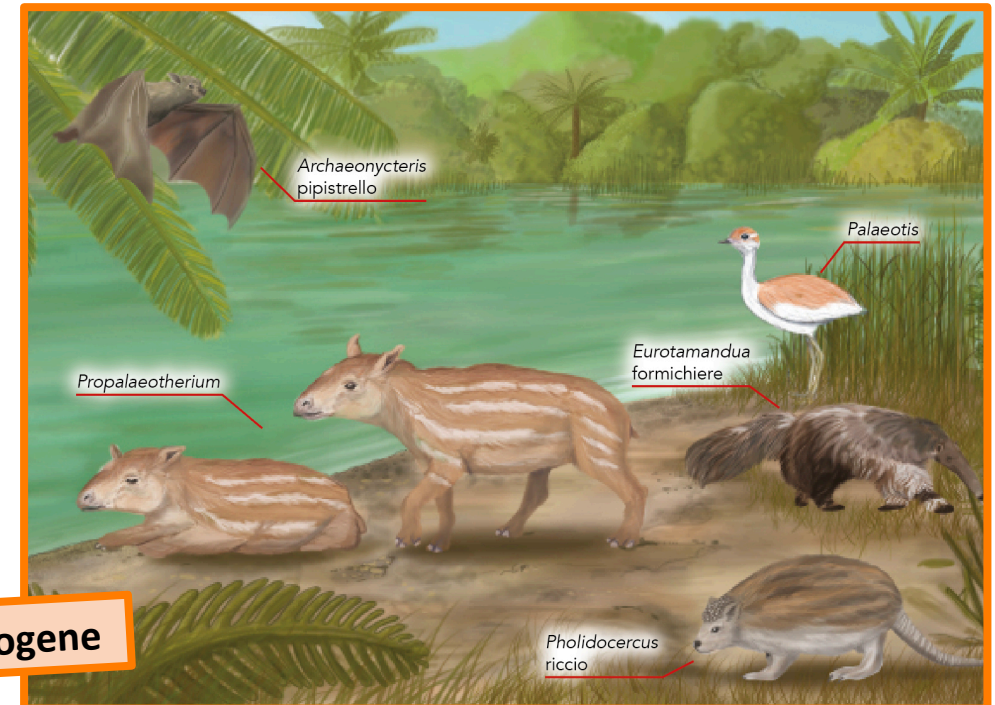
Mesozoico

Cenozoico (66 milioni di anni fa - oggi)

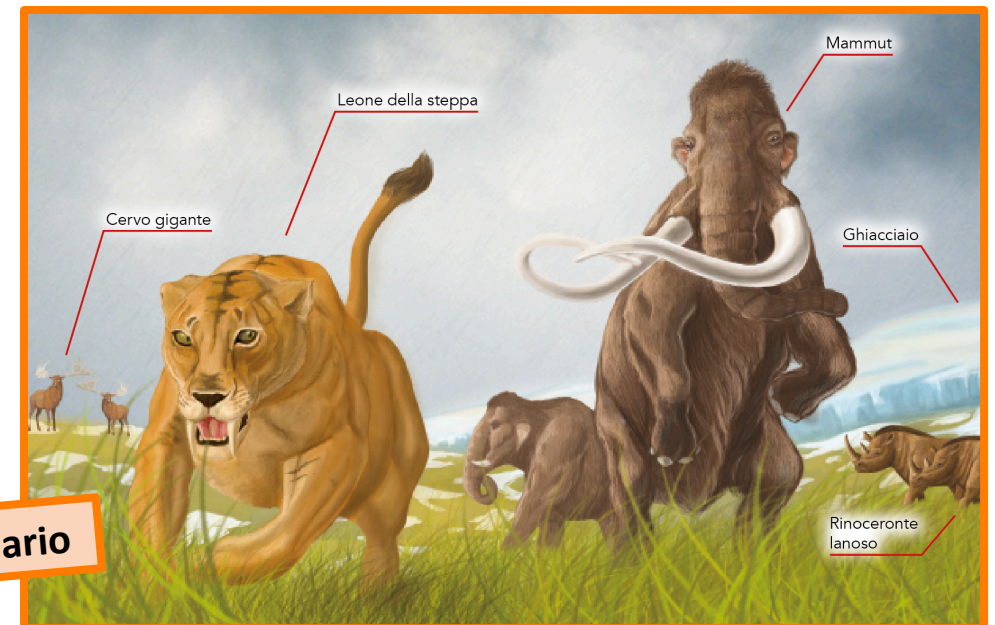
Paleogene - Neogene (66 - 2,6 milioni di anni fa):

dominano mammiferi e uccelli. I mammiferi hanno una dentatura differenziata (varietà nell'alimentazione), pelo e grasso sottocutaneo (calore del corpo), un cervello molto sviluppato, partoriscono figli vivi e allattano i piccoli. Nella maggior parte dei continenti si affermano i placentati. Gli uccelli hanno un cervello sviluppato e un corpo a sangue caldo. Le angiosperme e le gimnosperme hanno un grande sviluppo. In Africa, alla fine del Neogene, fra i primati incomincia a differenziarsi il ramo degli **Australopiteci**.

Quaternario (2,6 milioni di anni fa - oggi): il periodo dell'uomo. In Europa si alternano cinque glaciazioni, l'ultima alla fine dell'epoca Pleistocene (2,6 milioni - 11 700 anni fa). Compaiono gruppi di cacciatori di *Homo sapiens*: si estinguono molte specie (mammut, tigre dai denti a sciabola); si sviluppa l'agricoltura, nasce l'industria.



Paleogene



Quaternario

Il mistero dei misteri

Come ebbero origine le migliaia di specie che popolano la Terra?

- Il filosofo greco Aristotele (384-322 a.C.) elaborò la **teoria della fissità delle specie**: gli esseri viventi occupano ciascuno un proprio posto nella scala della natura (i più semplici nei livelli più bassi, l'uomo nel gradino più elevato, gli altri nei posti intermedi) ed esistono così da sempre.
- Con la diffusione del Cristianesimo si consolidò l'ipotesi del **creazionismo**: tutti gli esseri viventi hanno avuto origine nello stesso luogo nel momento della Creazione (6000 anni fa, secondo il calcolo di un ecclesiastico) e sono rimasti sempre gli stessi. Ma in terre lontane si scoprirono esemplari di piante e animali diversi da quelli conosciuti e nelle rocce si scoprirono i fossili di antichi organismi diversi da quelli attuali, come se le forme viventi si fossero trasformate nel tempo.
- **Georges Cuvier** (1769 -1832) avanzò l'ipotesi del **catastrofismo**: tutti gli esseri viventi furono originati con la Creazione, ma in seguito al succedersi di catastrofi, molte forme viventi sono scomparse, sostituite da altre venute da lontano.



Le prime orme a tre dita di dinosauri carnivori (teropodi, come il Tirannosauro), scoperte alla fine del Settecento negli Stati Uniti.

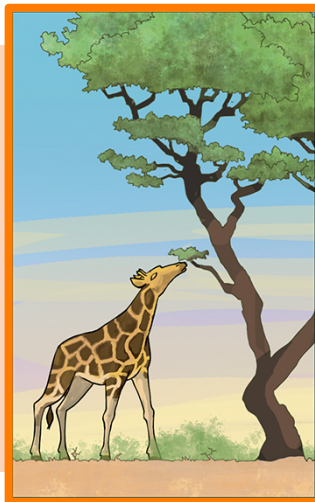
Lamarck: gli organismi evolvono

Nel 1809, Jean Baptiste **Lamarck** (1744-1829) formula l'ipotesi che le specie attuali derivino **per evoluzione** da altre vissute nel passato: i primi esseri viventi hanno origine dalla materia inerte; da questi evolvono organismi sempre più complessi.

La **teoria di Lamarck** si basa su queste affermazioni:

- ogni essere vivente **modifica alcune parti del corpo** nella struttura e nelle funzioni **per essere adatto all'ambiente**;
- **l'uso continuo di un organo lo modifica, e così pure il non uso**;
- queste modifiche sono **caratteri acquisiti** che un individuo trasmette ai propri figli.

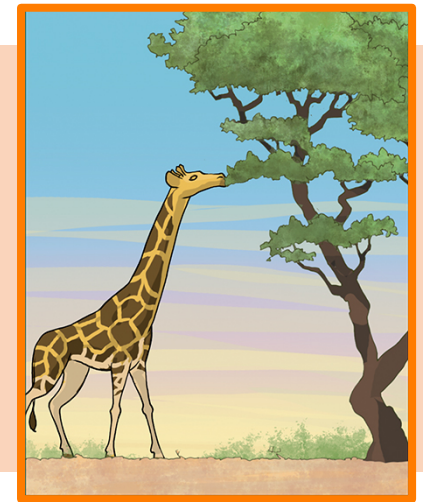
Le giraffe avevano il collo corto.



Lo hanno allungato per raggiungere i rami più alti.



Il carattere "collo lungo" è stato trasmesso ai figli.



Darwin e l'evoluzione dei viventi

Charles **Darwin**(1809-1882), in un viaggio di esplorazione scientifica sulla nave *Beagle*, raccoglie esemplari di animali e di piante sconosciuti. Nota che negli **stessi ambienti** gli organismi di continenti diversi hanno **adattamenti simili**. L'**ipotesi dell'attualismo** (la Terra è stata trasformata, in milioni di anni, da venti, piogge, terremoti, vulcani) poteva forse essere applicata ai fenomeni biologici del passato? I fossili dimostravano che alcuni organismi scomparsi assomigliavano a quelli attuali, come se gli esseri viventi fossero cambiati per **trasformazioni graduali**.



Il viaggio di Charles Darwin intorno al mondo.

Le basi della teoria

- Gli esseri viventi mettono al mondo **più figli di quanti possono sopravvivere**.
Che cosa determina chi sopravvive e chi no?
- Gli individui di una stessa specie presentano **variazioni ereditabili**.
- Gli organismi di una specie sono in **competizione** fra loro nella lotta per la vita.

La selezione naturale

La natura favorisce con la selezione la riproduzione degli individui con **speciali caratteristiche, i più adatti all'ambiente**: Darwin chiamò questo processo **selezione naturale**.

Adattamento all'ambiente

Gli individui dotati delle caratteristiche più compatibili con l'ambiente hanno maggiori probabilità di sopravvivere e di riprodursi: gli **individui adatti** all'ambiente diventano la **maggioranza**, mentre gli **individui con caratteri svantaggiosi** sono **rari** o **scompaiono**.

L'evoluzione

Se in un ambiente avvengono grandi cambiamenti può succedere che:

- nessun individuo è adatto alle nuove condizioni e **la specie si estingue**;
- qualche individuo con nuove caratteristiche vantaggiose rimane in vita, trasmette le caratteristiche ai figli e questi a loro volta alle successive generazioni: si ha l'origine di una forma di vita diversa. Piccolissimi cambiamenti in migliaia, milioni di anni, portano a modifiche profonde: **le forme di vita evolvono**.

La **teoria dell'evoluzione per selezione naturale** di Darwin afferma che dai primi esseri viventi discendono tutti gli organismi che popolarono la Terra nel passato fino agli attuali. Per questo gli esseri viventi hanno **caratteristiche comuni**.

L'origine delle specie per selezione naturale

Secondo la teoria di Darwin una nuova specie si origina da una specie progenitrice per cambiamenti gradualmente in un tempo lunghissimo quando:

- una **barriera geografica** separa una popolazione dal resto dei compagni e non avvengono più contatti fra questi due gruppi;
- nel nuovo ambiente sono disponibili **fonti di cibo** e **posti dove vivere diversi** da quelli originali e non ci sono competitori;
- nella popolazione isolata c'è una **variabilità** e alcuni individui hanno caratteristiche adatte per il nuovo ambiente;
- i più **adatti** diventano la maggioranza;
- le differenze accumulate in un tempo lunghissimo sono tali che questi individui non sono più in grado di incrociarsi e di avere figli fecondi con quelli della popolazione originaria: formano una **nuova specie**.



L'oceano Pacifico ha isolato i **fringuelli sulle isole Galapagos** dalla specie continentale a cui appartenevano.

Le prove dell'evoluzione

- I **fossili** dimostrano che in 3,8 miliardi di anni si è passati dai primi esseri viventi a forme via via più complesse;
- i **fossili viventi** (specie attuali “sopravvissute”) hanno mantenuto le caratteristiche di organismi estinti di cui rimangono solo i fossili;
- le **strutture omologhe** mettono in evidenza le origini comuni di gruppi di organismi;
- le **strutture vestigiali** (il sopravvivere di organi ormai privi di funzione);
- la **coevoluzione**, come tra fiori e insetti impollinatori, dimostra che sono evoluti insieme influenzandosi a vicenda;
- le **somiglianze nel DNA** rivelano i legami di parentela fra le specie;
- la **selezione naturale** sempre in atto.

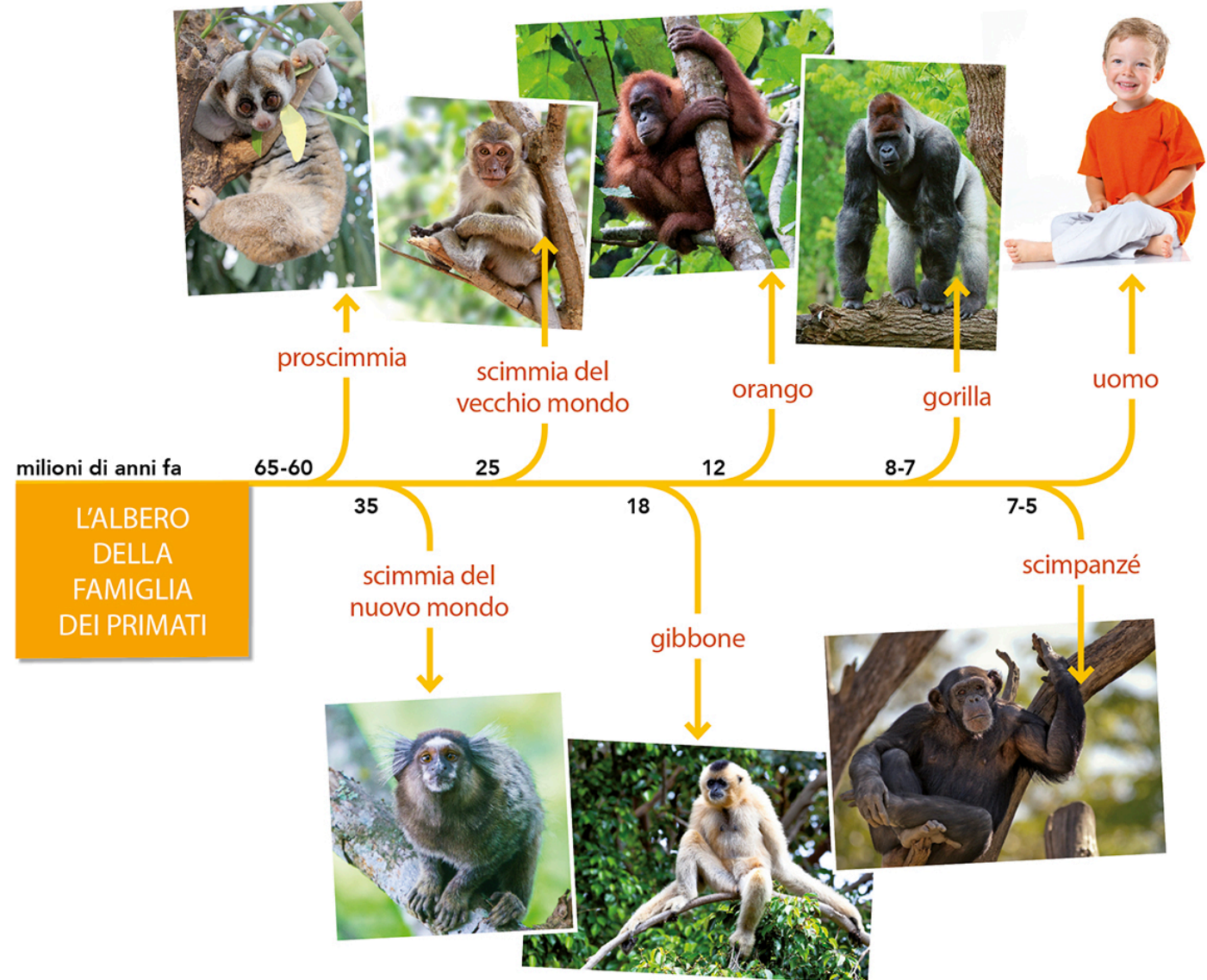


In alto il fossile di un limulo che viveva 140 milioni di anni fa e in basso la forma attuale di questo crostaceo.

Il processo evolutivo dei primati

Circa 200 milioni di anni fa sulla Terra comparvero i primi mammiferi che si diffusero dopo la scomparsa dei dinosauri; alcuni si adattarono a vivere sugli alberi e diedero origine ai primati (proscimmie attuali, scimmie, ominidi).

Agli ominidi appartengono gli Australopiteci, i rappresentanti del genere *Homo* e gli *Homo sapiens*.

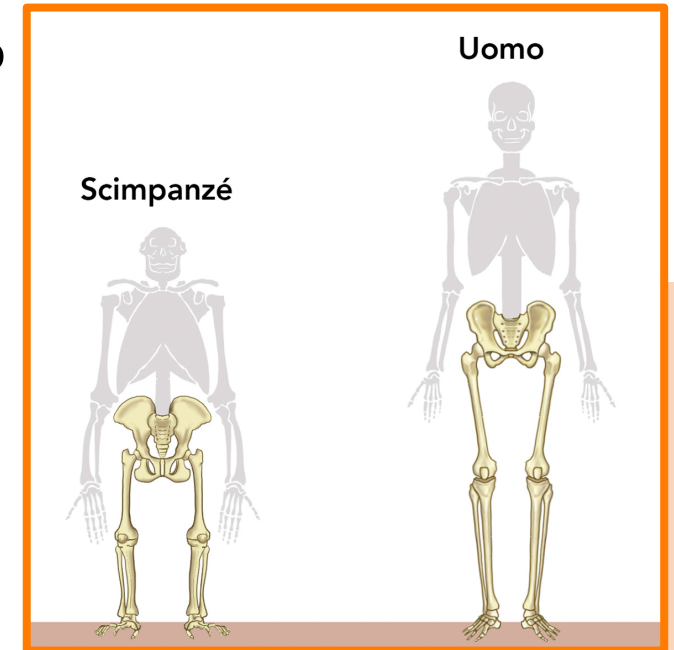


Le caratteristiche dei primati

- La **mano prensile**, con il pollice opponibile, che si chiude in senso contrario alle altre dita, offre una presa più sicura e può anche afferrare materiali;
- gli **occhi in posizione frontale** permettono una visione stereoscopica tridimensionale;
- la **buona visione** dei colori e una visione nitida servono a distinguere i frutti commestibili;
- la **dimensione della corteccia cerebrale**, in cui si trovano le aree associative e di coordinazione, è aumentata.

Gli **ominidi** hanno inoltre:

- **andatura bipede**, la capacità di camminare sugli arti inferiori;
- braccia più corte e **gambe più lunghe e robuste**;
- **muscoli glutei** più sviluppati, forma del bacino e inserzione del femore diversi;
- la **colonna vertebrale** attaccata al cranio nella parte mediana, con muscoli del collo meno sviluppati;
- **alluce corto** che forma una buona base d'appoggio insieme alle altre dita.



Scimpanzé e uomo: nell'uomo, che ha andatura bipede, sono differenti la forma del bacino, l'angolo con cui il femore si attacca alle anche, la lunghezza degli arti e la forma del piede.

Gli Australopiteci

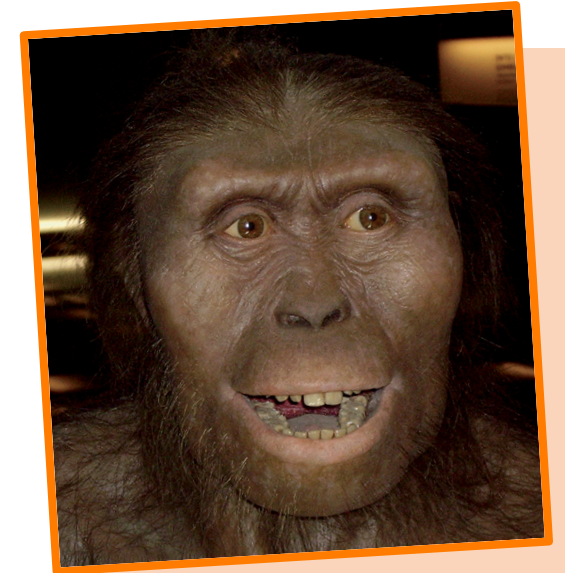
La differenziazione della specie umana (ominazione) è avvenuta in Africa, in seguito a un cambiamento climatico che portò alla trasformazione di parte delle foreste africane in savana.

La stazione eretta

A partire dai primi decenni del XX secolo, in Sudafrica e nell'Africa orientale furono trovati scheletri e impronte di bipedi con caratteristiche simili a quelle delle scimmie. Il passaggio alla stazione eretta ha dato l'impulso all'evoluzione della specie umana: permetteva di compiere tragitti più lunghi sul terreno, lasciando gli arti superiori liberi per l'utilizzo di utensili; consentiva di individuare in lontananza gli eventuali pericoli.

Il pollice opponibile

I resti fossili ritrovati vennero riuniti nel genere ***Australopithecus***. Il cervello aveva all'incirca le stesse dimensioni di quello dello scimpanzé ma la dentatura era priva dei robusti e affilati canini; il pollice era più lungo e permetteva l'uso di armi e utensili (pezzi di legno, ossa, pietre). Dai 4 ai 2 milioni di anni fa vissero almeno tre specie diverse di Australopiteci: ***Africanus***, ***Robustus*** e ***Boisei***.



Ricostruzione del volto di Lucy, *Australopithecus afarensis* il cui scheletro è stato rinvenuto tra il 1974 e il 1978 in Etiopia.

Il genere *Homo*

Nel 1959 vennero ritrovati i primi resti di un individuo con un cervello più grande di quello degli australopiteci: nella parte sinistra sembra fosse presente l'area del linguaggio. Quest'ominide si fabbricava **utensili** scheggiando le pietre: fu chiamato ***Homo habilis***.

Non sappiamo se cacciasse ma di certo gli utensili gli servivano per scuoiare la carne e per tagliarla. Con quest'ominide ha inizio **l'evoluzione culturale**.

I ritrovamenti degli ominidi in Africa.



L'*Homo erectus*

Poco meno di 2 milioni di anni fa, comparve l'*Homo erectus*, ominide con un cervello ancora più grande, una maggiore statura e una postura molto simile alla nostra. Fu il primo ad abitare nelle caverne; usava utensili più raffinati; gli si attribuisce la **scoperta del fuoco**.

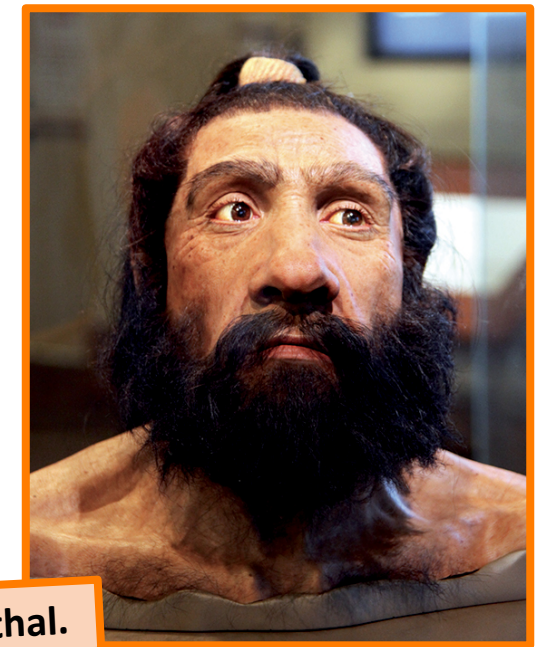
Alcuni studiosi lo ritengono il progenitore da cui discendiamo; altri sostengono che dall'Africa si sia diffusa nel resto del mondo per poi estinguersi e lasciare il posto ad altre specie di *Homo*.

L'*Homo neanderthalensis*

L'uomo di Neanderthal visse in Europa e in Asia da 130 000 fino a 30 000 anni fa, epoca in cui avvenne una glaciazione: i ghiacciai coprirono gran parte delle terre emerse. La struttura corporea dell'uomo di Neanderthal era adatta alla rigidità del clima; avevano un cervello più grande del nostro, una struttura sociale, un linguaggio; hanno lasciato resti di oggetti ornamentali. Praticavano il culto dei morti, associato forse a primitive forme di religiosità. Alla fine del periodo glaciale, sono scomparsi forse perché meno adatti rispetto all'uomo nuovo che stava colonizzando il loro territorio.



Selci scheggiate su entrambi i lati.

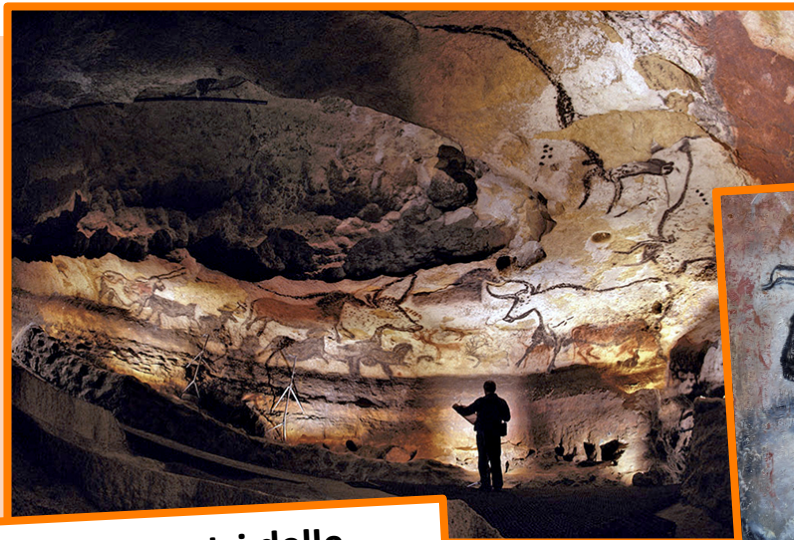


Ricostruzione dell'uomo di Neanderthal.

L'uomo moderno

Secondo alcuni studiosi l'***Homo sapiens***, potrebbe discendere da una delle specie europee di Homo; secondo altri sarebbe una specie evoluta in Africa intorno a 200 000 anni fa e in seguito migrata nel resto del mondo. I primi uomini moderni che abitarono l'Europa a partire da 35 000 anni fa sono gli uomini di **Cro Magnon**: vivevano nelle **caverne**, costruivano **strumenti raffinati** (aghi, ami da pesca, arpioni di osso e di avorio), avevano un'**organizzazione sociale** (esisteva forse una divisione dei ruoli: gli uomini si dedicano alla caccia, le donne si occupano dei bambini e della raccolta del cibo), un **linguaggio articolato**, erano **cacciatori-raccoglitori**.

Degli uomini di Cro Magnon ci restano straordinarie opere d'arte, graffite oppure disegnate con il carboncino e spesso dipinte con terre colorate sulle pareti delle caverne.



Le pitture rupestri delle grotte di Lascaux in Francia.

Le pitture rupestri presenti nelle grotte di Altamira in Spagna.



Le pitture rupestri presenti nella grotta Chauvet in Francia.

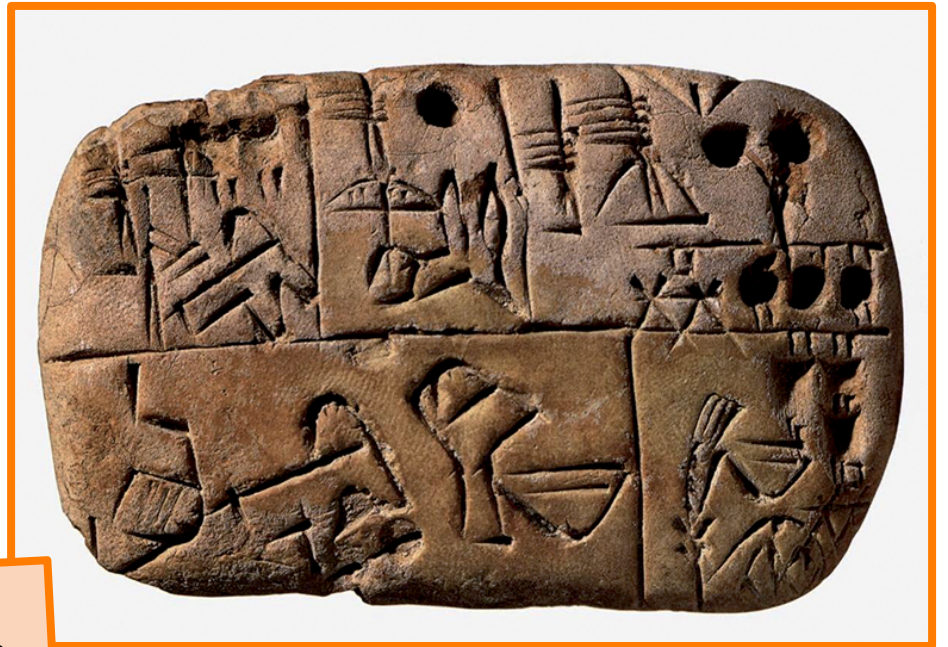


La nascita della civiltà

Tra gli 11 000 e i 9000 anni fa alcuni gruppi di uomini diventano agricoltori e allevatori provocando enormi cambiamenti:

- diventano **stanziali**;
- per difendersi e collaborare si riuniscono in **villaggi**;
- crescendo i villaggi diventano **città**;
- grazie allo scambio di merci si sviluppano **lingue comuni**;
- nasce la **scrittura**.

Questo tipo di vita si diffonde in tutto il mondo dando origine alle diverse civiltà.



Una tavoletta in caratteri cuneiformi: con l'invenzione della scrittura la preistoria diventa storia.