

L'evoluzione dell'uomo

**a cura di
Paolo Mazzoldi**



Vediamo ora quale sia lo stato attuale delle conoscenze riguardo all'evoluzione umana, tenendo ben presente che si tratta di un campo esso stesso in rapida evoluzione, dove le nuove scoperte sono frequenti e quindi soggetto ad essere modificato in futuro. Bisogna tenere ben presente che a questo stadio di conoscenze siamo arrivati dopo più di un secolo e mezzo di ricerche, perché il concetto dell'antichità dell'uomo è relativamente recente: la ricerca delle origini dell'uomo ha [una lunga storia.](#)

Innanzitutto occorre ricordare che allo studio dell'evoluzione umana concorrono varie discipline: per citare solo le più importanti, la sistematica, che studia le relazioni fra gli esseri umani e gli altri esseri viventi e si avvale oggi di metodi molto più efficienti del passato, come l'analisi del DNA, ovviamente la paleontologia, che studia gli antenati fossili dell'uomo, l'anatomia comparata, che confronta le strutture anatomiche dell'uomo confrontandole con quelle degli altri mammiferi e in particolare di quelli più strettamente imparentati con l'uomo, cioè i primati, e ovviamente la geologia, essenziale per ricostruire la storia dell'evoluzione umana perché permette di porre i fossili nella corretta sequenza temporale e di datarli, grazie soprattutto ai moderni metodi di [datazione con i radioisotopi.](#)



La classificazione

L'uomo viene classificato come appartenente alla classe dei Mammiferi, all'ordine dei Primati (le scimmie) e alla famiglia Ominidae. Occorre ricordare che l'affinità dell'uomo con i mammiferi e in particolare con i Primati era stata riconosciuta già da Linneo sulla base dello studio dell'anatomia comparata molto prima che si parlasse di evoluzione umana.

L'ordine dei primati viene attualmente suddiviso in due sottordini:

Primati

Strepsirrhini : sono scimmie primitive, comprendono le tupaie del Sud-est asiatico, i lemuri del Madagascar, i loris e i galagoni dell'Africa e Asia

Haplorrhini : comprendono i tarsi e tutte le altre scimmie, comprese le antropomorfe e l'uomo

Tarsiformi
(tarsi del

Simiiformi
(scimmie)

Platyrrhini
(scimmie del
Sudamerica)

Catarrhini
(scimmie del
Vecchio Mondo)



I Catarrhini sono il gruppo che ci interessa, perché comprendono tutte le scimmie dell'Asia e Africa, ed anche l'uomo.

Sono divisi in tre famiglie:

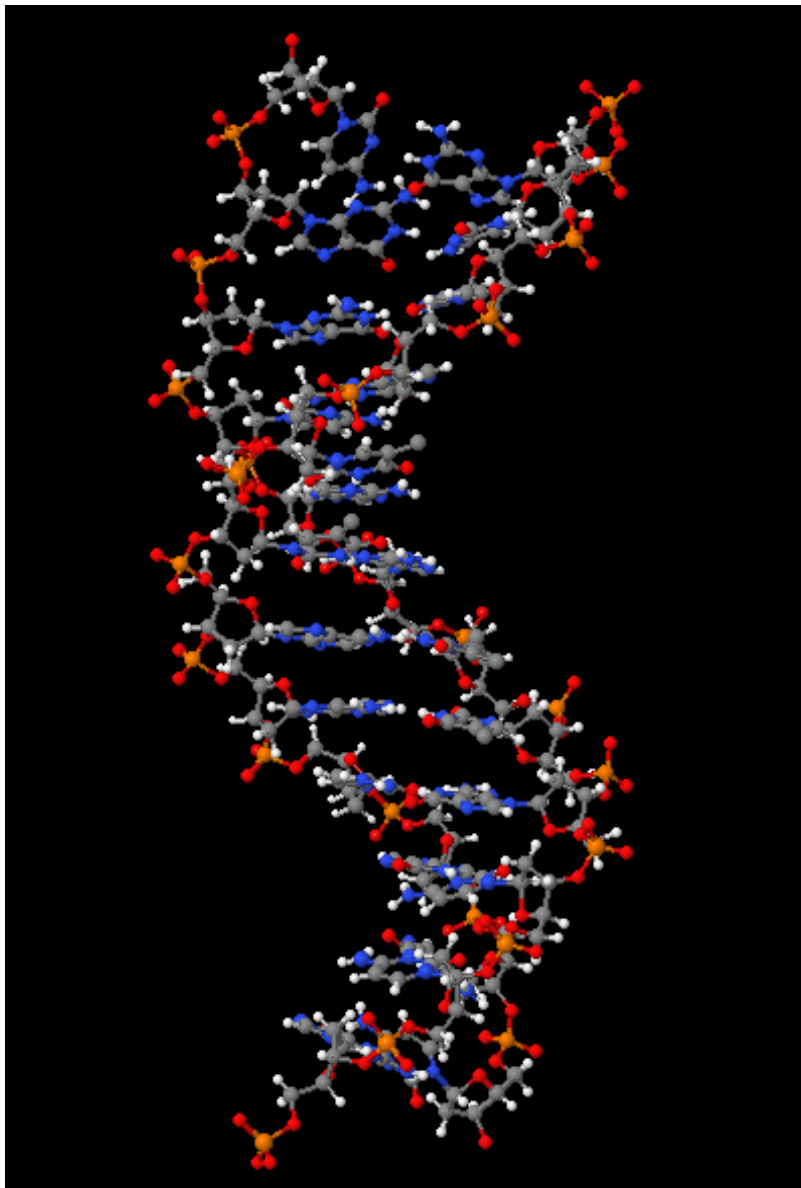
- Cercopithecidae (comprendono le scimmie di Africa e Asia)
- Hylobatidae (comprendono i gibboni e i siamanghi del Sud-Est asiatico)
- Pongidae (comprendono tutte le specie delle grandi antropomorfe, cioè il gorilla, lo scimpanzè, il bonobo e l'orango)
- Hominidae (comprendono l'uomo e alcune specie di antenati fossili dell'uomo, come gli Australopiteci)

Di queste, le ultime tre vengono riunite nella superfamiglia Hominoidea.

Come sempre, le classificazioni sono oggetto di discussioni e non vengono accettate da tutti gli studiosi; ad esempio, taluni zoologi ritengono che le scimmie antropomorfe e l'uomo debbano essere incluse nella stessa famiglia, gli Hominidae, e non riconoscono quindi la famiglia Pongidae; in questo caso, l'uomo e le specie fossili ad esso imparentate vengono raggruppate in una categoria sistematica di rango inferiore, la tribù, con il nome di Homininae.

In questa presentazione verrà utilizzata la classificazione sopra esposta, e perciò con il termine Hominidae si indicheranno soltanto l'uomo e le specie fossili ad esso strettamente imparentate, escludendo le scimmie antropomorfe



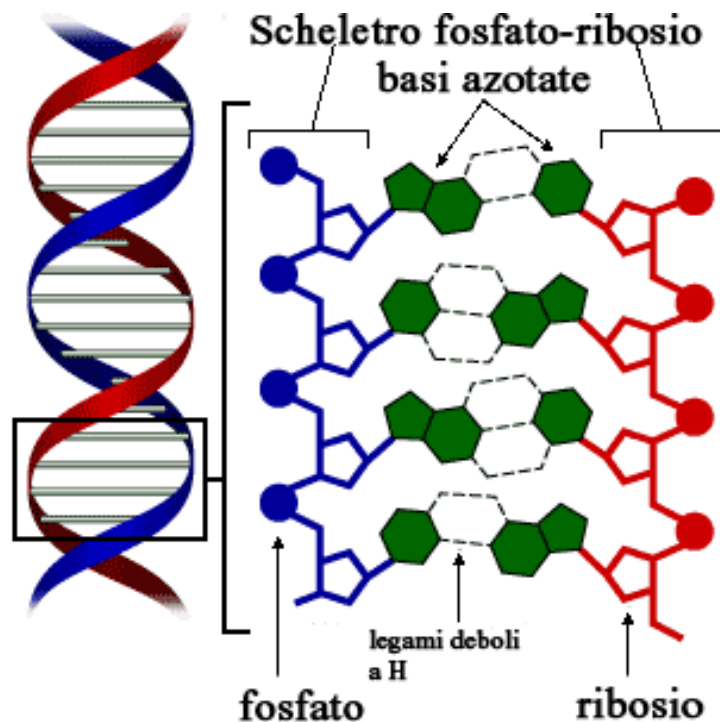


Secondo le teorie sistematiche moderne, la classificazione degli organismi riflette la filogenesi, cioè l'origine delle specie attuali nel corso dell'evoluzione per frammentazione a partire da specie più antiche.

Collocare quindi una specie all'interno di un gruppo sistematico significa dire che quella specie ha un antenato in comune, più o meno recente a seconda del rango della categoria stessa, con tutte le altre specie di quel gruppo. Quindi collocare l'uomo nella superfamiglia Hominoidea insieme con le grandi scimmie antropomorfe significa dire che queste ultime e l'uomo sono discese da un antenato comune.

Oggi queste relazioni di parentela evolutiva possono venire sottoposte a verifica grazie allo studio del DNA.





Come è noto, il DNA ha una struttura a doppia elica e i due filamenti complementari che lo costituiscono sono tenuti insieme dalle basi azotate (adenina, guanina, timina e citosina) che si accoppiano solo in modo rigidamente specifico (adenina con timina e guanina con citosina). La sequenza delle basi lungo la molecola costituisce l'informazione genetica, che distingue le specie le une dalle altre.

Quando gli individui si riproducono, il DNA viene copiato esattamente, salvo occasionali errori (le mutazioni) che si verificano con frequenza molto bassa (10^{-8} - 10^{-9} , cioè una mutazione ogni 10^8 - 10^9 basi copiate correttamente).

Le mutazioni sono alla base del processo evolutivo, e si accumulano gradualmente nel tempo; se una specie originaria si divide in due specie, queste accumuleranno gradualmente mutazioni e diventeranno pertanto sempre più diverse l'una dall'altra.





Questo processo ha due conseguenze:

a) Il DNA di due specie sarà tanto più simile quanto più recente è stata la separazione tra le due specie, quindi lo studio del DNA è diventato uno strumento indispensabile degli zoologi per stabilire le affinità tra le specie e classificarle

b) Le differenze tra le sequenze del DNA di una specie sono proporzionali al tempo trascorso dal momento della loro separazione, quindi sulla base di queste differenze è possibile stimare il tempo trascorso dal momento della separazione delle specie.

Applicando questi principi allo studio dell'evoluzione umana, si sono potuti stabilire alcuni punti fermi, e cioè:

- La specie più vicina all'uomo dal punto di vista evolutivo è lo scimpanzè: le sequenze dell'uomo e dello scimpanzè sono uguali in percentuali attorno al 95-98% (i primi studi indicavano il 98%, studi più recenti sembrano indicare il 95%).

- La separazione tra le due specie dovrebbe essere avvenuta tra i 5 e i 10 milioni di anni fa, probabilmente più vicino a 5 che a 10 (la stima maggiormente accettata è oggi di circa 6 milioni di anni).



Recentemente, i ricercatori hanno completato il sequenziamento (cioè la determinazione della esatta sequenza di basi) del DNA dello scimpanzè, e considerando che quello umano era già stato sequenziato in precedenza, si apre ora l'affascinante prospettiva di confrontare i due DNA e di identificare le differenze fra i due, quindi di capire quali modifiche del DNA sono responsabili delle caratteristiche più specifiche della nostra specie.

Qualche risultato preliminare c'è già, per esempio si è visto che le differenze tra i due DNA non sono tanto nei geni strutturali (quelli che contengono le istruzioni per fabbricare le proteine), ma nelle regioni regolatrici, cioè quelle parti di DNA che “accendono” o “spengono” i geni strutturali.



Il DNA ci dà la prova che uomini e scimmie antropomorfe sono effettivamente discesi da antenati comuni, ma se vogliamo sapere come sono andate le cose dobbiamo rivolgerci ai fossili. Prima però di esaminare l'evoluzione umana alla luce delle attuali conoscenze, sarà bene chiarire alcuni concetti sui quali c'è stata in passato (e in parte ancor oggi) parecchia confusione.

Prima di tutto, si è detto che l'uomo discende dalle scimmie. Questo è sostanzialmente vero, purchè si chiarisca cosa si intende per "scimmie"; non può trattarsi delle scimmie antropomorfe attuali, che per il solo fatto di esistere oggi non possono evidentemente essere gli antenati dell'uomo; un modo più corretto di esprimersi è dire che l'uomo e le scimmie antropomorfe hanno avuto un antenato comune relativamente recente (antenato che certamente aveva un aspetto scimmiesco, e sarebbe riconosciuto come scimmia da qualsiasi persona lo potesse vedere vivo oggi, ma che non assomigliava a nessuna delle scimmie antropomorfe attuali, rispetto alle quali era più primitivo, perché anche dopo la separazione dalla linea umana le scimmie antropomorfe hanno continuato ad evolversi).

In secondo luogo, si è parlato in passato (e si parla tuttora talvolta sulla stampa) di "anello mancante" tra l'uomo e la scimmia. Anche questo è un termine piuttosto impreciso, o per lo meno bisognerebbe specificare che di "anelli mancanti" ne esistono molti: infatti nei circa 6 milioni di anni che sono trascorsi dalla separazione dalle scimmie antropomorfe, lungo la linea evolutiva che portava all'uomo si sono succedute numerose specie, le più antiche delle quali evidentemente più primitive, le più recenti sempre più simili all'uomo moderno: ognuna di queste può essere considerata un "anello mancante" tra l'uomo e il suo antenato preumano!



Infine, un'ultima considerazione: se si osserva l'albero filogenetico della specie umana, si può vedere che non assomiglia affatto ad una linea retta che porta dall'antenato all'uomo attuale attraverso una serie di specie, ma piuttosto ad un cespuglio con molti rami, alcuni dei quali si arrestano (cioè si estinguono) mentre altri proseguono (e a loro volta si ramificano). Anche il fatto che l'uomo sia oggi l'unico rappresentante della famiglia Hominidae è puramente casuale: in passato, vi sono stati periodi in cui varie specie di Hominidae hanno convissuto per periodi di tempo più o meno lunghi.

In questa situazione, può essere a volte difficile identificare quale tra parecchie specie simili è l'antenata di una specie successiva, ma ciò non ostacola la nostra comprensione del quadro generale.

Ad esempio, non siamo ancora sicuri di quale specie fra le numerose di *Australopithecus* che sono state descritte sia l'antenato diretto della specie umana: potrebbe trattarsi di *A. afarensis*, di *A. africanus*, di *A. garhi*, di *A. sediba* o di una qualche specie non ancora scoperta, perché certamente molte specie attendono ancora di essere descritte; questo tuttavia non ci impedisce di essere ragionevolmente certi che il genere *Homo* ha avuto origine dal genere *Australopithecus*.



Prima di passare all'esame dei fossili, sarà bene chiarire che cosa dobbiamo aspettarci di trovare e come possiamo riconoscere nei fossili un antenato dell'uomo. A questo proposito, sarà bene esaminare quali sono le differenze anatomiche fondamentali tra le scimmie antropomorfe e l'uomo.

Le differenze riguardano soprattutto il cranio e gli arti inferiori ; le principali sono:

- La capacità cranica: la capacità cranica delle scimmie antropomorfe si aggira sui 400-500 cc; quella dell'uomo moderno è in media di 1400 cc (va da 1200 a 1700)



Cranio di scimpanzè (a sinistra) e di uomo a confronto: è evidente il maggiore sviluppo della scatola cranica nell'uomo

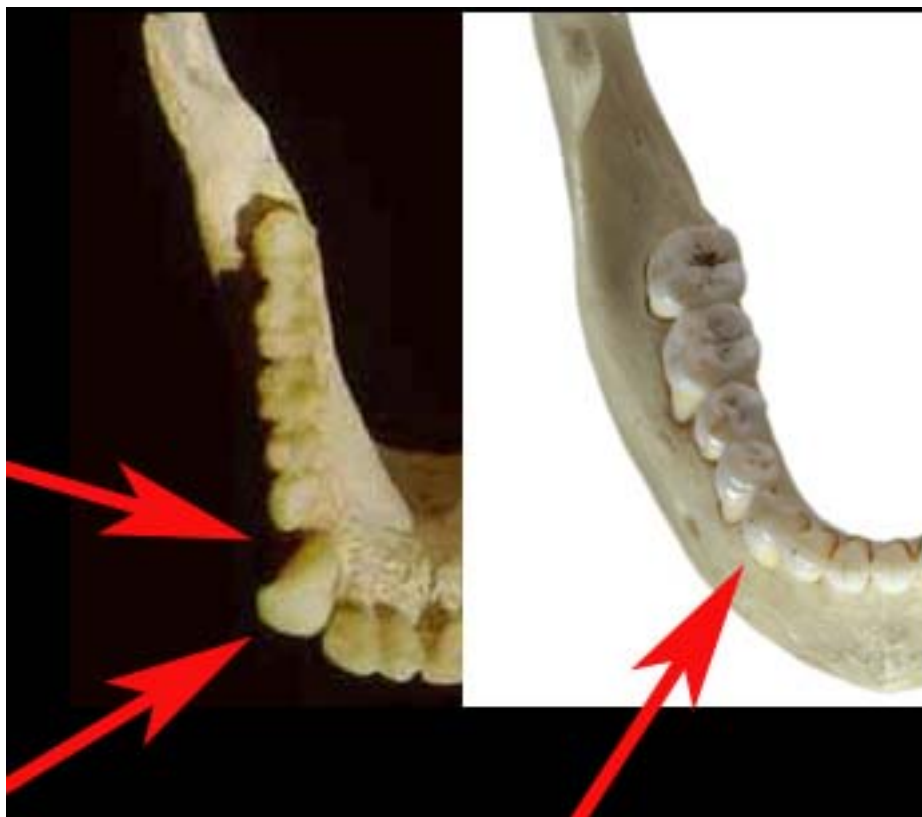


- La forma delle mascelle: nelle scimmie antropomorfe la mascella è stretta e allungata, di forma rettangolare; nell'uomo è invece più larga e corta, di forma parabolica



Mandibola di uomo (a sinistra) e di scimpanzè

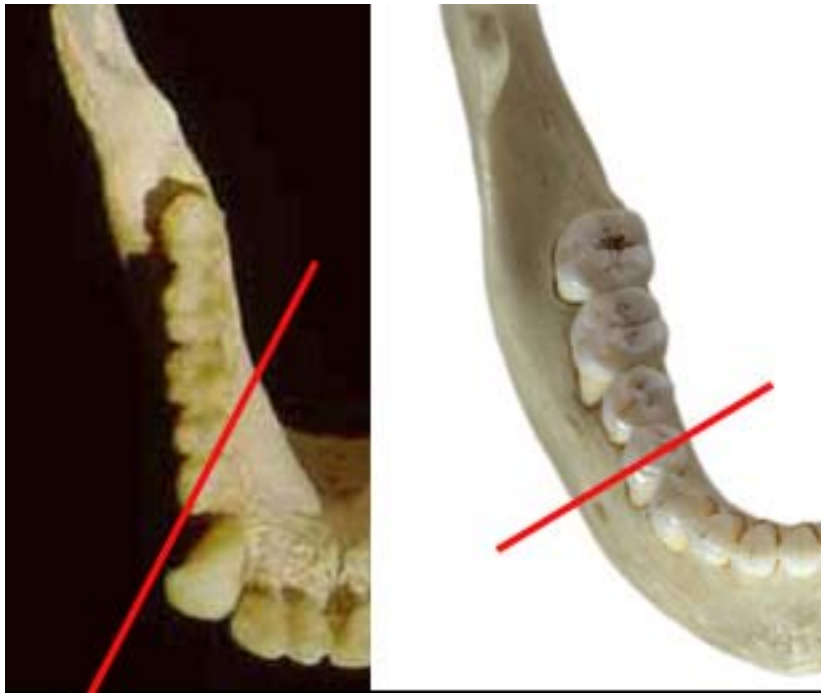




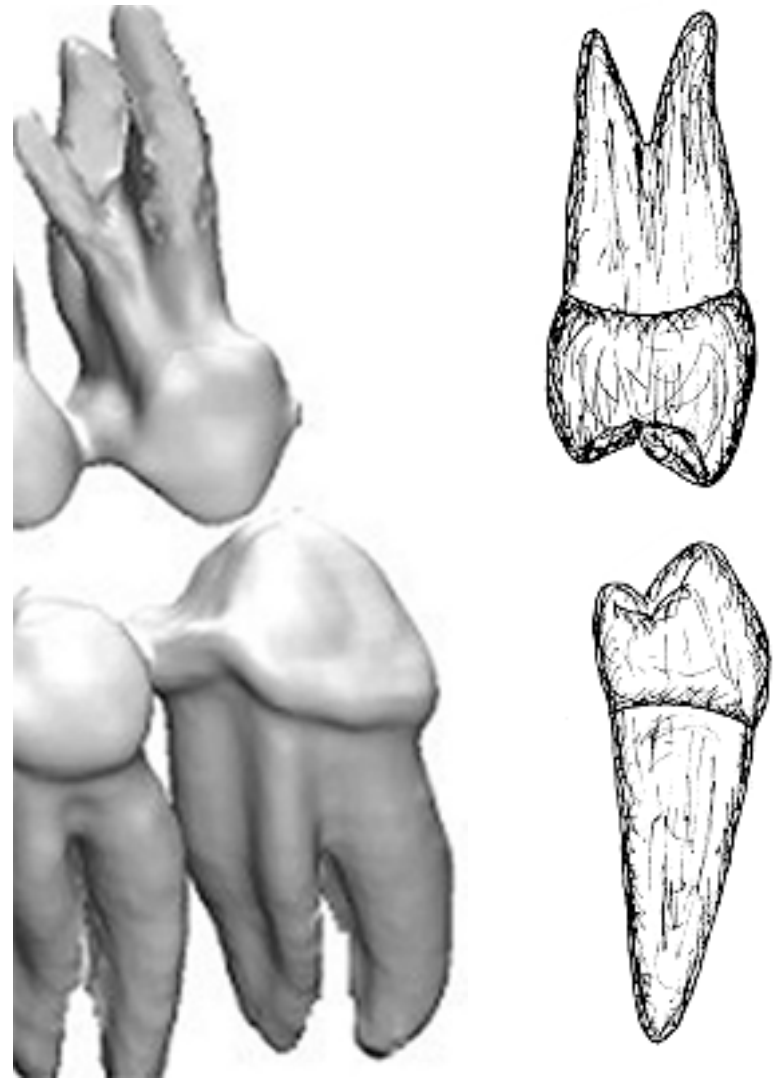
Forma dei canini nell'uomo e nello scimpanzè (a sinistra); le frecce indicano la posizione del canino e del diastema, quest'ultimo assente nella mandibola umana

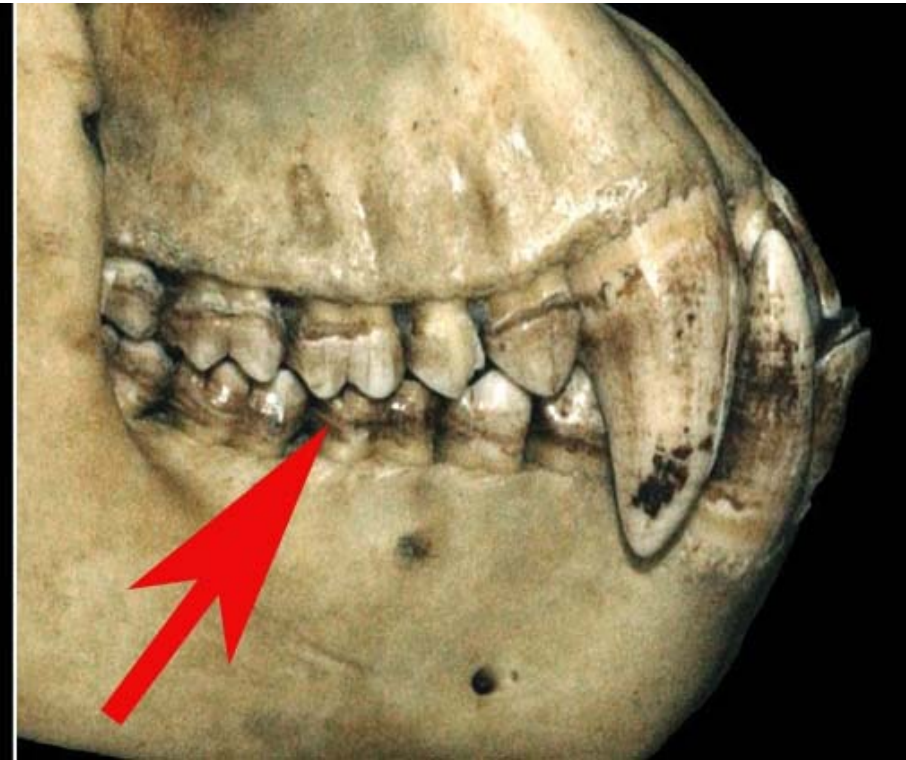
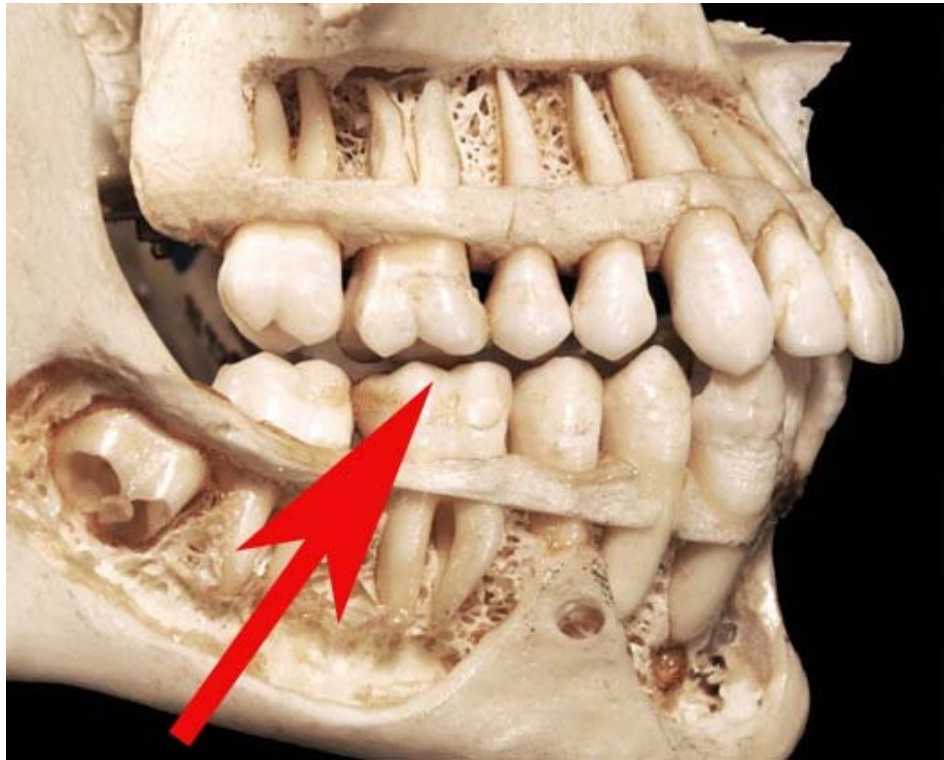
■ La forma e dimensione dei canini: nelle antropomorfe i canini sono molto grandi, di forma conica, con un distinto dimorfismo sessuale (sono più grandi nei maschi) e sporgono al di sopra degli altri denti; nell'uomo i canini hanno forma a spatola, non mostrano dimorfismo sessuale e non sporgono al di sopra degli altri denti. Come conseguenza della forma dei canini, nelle antropomorfe c'è un diastema, cioè uno spazio vuoto, tra incisivi e canini, per accogliere i canini della mascella opposta; questo diastema è invece assente nell'uomo dove non c'è bisogno perché i canini non sporgono sopra gli altri denti.





▪La forma e l'orientamento del primo premolare: nelle antropomorfe il primo premolare è conico con una sola cuspid e disposto obliquamente rispetto all'asse della mandibola, nell'uomo il primo premolare ha una cuspid e secondaria d è disposto trasversalmente rispetto all'asse della mandibola (in entrambe le figure, a sinistra lo scimpanzè, a destra l'uomo).





▪ La superficie dei molari: nelle antropomorfe reca cuspidi piuttosto alte, che non si appiattiscono nemmeno durante la vita per effetto dell'usura. Nell'uomo le cuspidi sono molto meno evidenti e durante la vita tendono ad appiattirsi ulteriormente per effetto dell'usura (nelle foto: a sinistra scimpanzè, a destra uomo)



■ La forma del bacino e degli arti inferiori: nelle antropomorfe la pelvi tende ad essere allungata e stretta, mentre negli esseri umani è più corta e allargata, per permettere l'inserimento dei muscoli glutei corti e larghi che permettono di mantenere la stazione eretta senza troppa fatica; per quanto riguarda gli arti inferiori, una chiara differenza si nota nel ginocchio: nelle antropomorfe femore e tibia sono congiunti in linea retta, mentre nell'uomo formano un angolo.



Pelvi umana (sopra) e di scimpanzè (a destra): è evidente la differenza di forma fra le due specie.





Piede di scimpanzè confrontato
con piede umano

▪La forma del piede: nelle antropomorfe il piede è molto simile alla mano, ed ha anch'esso il pollice opponibile che gli permette di afferrare oggetti; nell'uomo il pollice del piede ha perso l'opponibilità, e con essa la capacità di afferrare, per trasformarsi in un organo specializzato per la deambulazione.



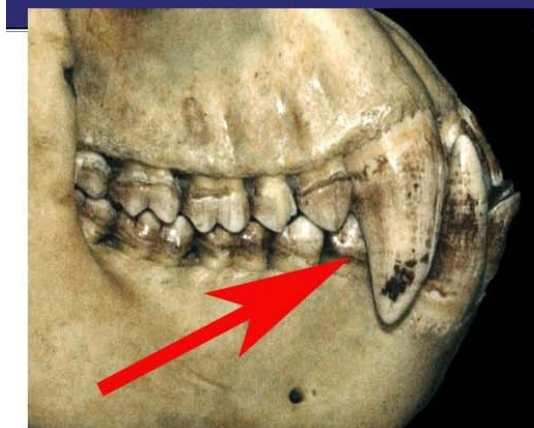
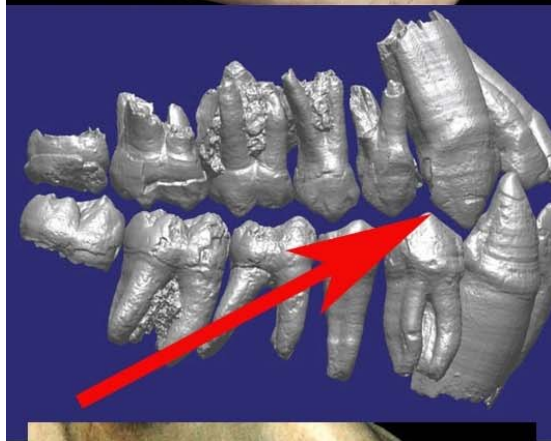
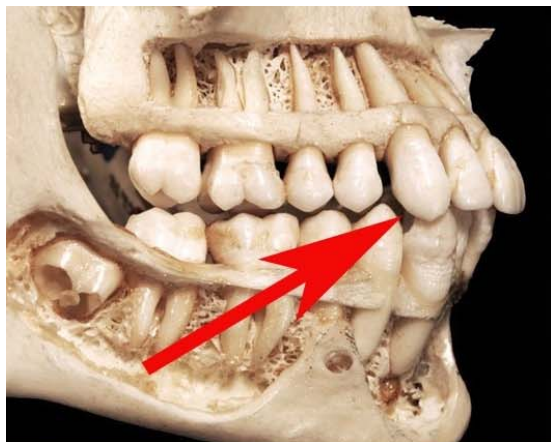
Tenendo presente queste caratteristiche, vediamo ora come possiamo supporre che si sia svolta l'evoluzione dell'uomo allo stato attuale delle conoscenze, sulla base cioè dei fossili noti sino a questo momento; è evidenti che le fasi fondamentali dell'evoluzione da un antenato scimmiesco sono state l'acquisizione della postura eretta e lo sviluppo del cervello, attraverso i fossili possiamo cercare di capire come e quando questi fenomeni abbiano avuto luogo. Ci limiteremo qui a illustrare gli eventi più importanti avvenuti nel corso dell'evoluzione umana; per una trattazione più approfondita, andare alla [trattazione di tutte le specie fossili di ominidi](#).

Il più antico fossile che viene attribuito agli Hominidae è [*Sahelanthropus tchadensis*](#), datato a 6-7 milioni di anni fa, ma poiché di questa specie possediamo solo parti del cranio non ci dice molto sull'evoluzione della linea ominide; i motivi per cui si pensa che sia un nostro antenato sono la riduzione dei denti e il fatto che la data corrisponde abbastanza bene con quella della supposta separazione della linea ominide da quella delle scimmie antropomorfe; quanto alla capacità cranica, è stata stimata di circa 350 cc, cioè non diversa da quella di uno scimpanzè; oltre a questo, la posizione del foro occipitale fa supporre una postura eretta, ma su questo non 'è ancora accordo tra gli studiosi.

A circa 6 milioni di anni troviamo un'altra specie di cui possediamo solo pochi frammenti, l'[*Orrorin tugenensis*](#); secondo i suoi scopritori era in grado sia di camminare eretto sia di arrampicarsi sugli alberi, ma la natura molto frammentaria dei suoi fossili rende queste supposizioni alquanto incerte.

Sembra evidente che si potrà valutare con maggior precisione il ruolo di queste due specie solo se e quando fossili più completi verranno trovati





Ben maggior importanza ha il fossile dell'[*Ardipithecus ramidus*](#), perché di questa specie possediamo circa il 40% dello scheletro, inclusi la maggior parte del cranio, la pelvi, la mano, il piede e varie ossa degli arti, quindi ci dice molte cose su un importante stadio dell'evoluzione umana; in particolare, è stato possibile stabilire che:

- le dimensioni del cranio e quindi del cervello erano ancora molto piccole, del tutto paragonabili a quelle di uno scimpanzè;
- I denti indicano che *Ardipithecus* era onnivoro, a differenza dello scimpanzè che si nutre prevalentemente di frutti, e degli australopitechi che si nutrivano di vegetali più duri e coriacei. Inoltre, i canini di *Ardipithecus* erano molto meno sviluppati che nello scimpanzè: poiché negli scimpanzè i canini sono molto sviluppati soprattutto nei maschi e servono nelle lotte fra i maschi stessi, questo carattere fa supporre che in *Ardipithecus* ci fosse meno competizione fra i maschi, quindi un livello sociale più avanzato

**Dall'alto in basso: dentatura di uomo, *Ardipithecus* e scimpanzè;
Le frecce indicano i canini; si nota in *Ardipithecus* la dimensione intermedia tra uomo e scimpanzè**



Per quanto riguarda il bacino, questo è decisamente meno evoluto in senso umano di quello degli Australopitechi: la parte bassa del bacino era ancora molto simile a quello di una scimmia antropomorfa, ma aveva modificazioni nella parte superiore che rendevano l'animale in grado di camminare; secondo i suoi scopritori, *Ardipithecus* era quadrupede sugli alberi, dove camminava sui rami appoggiandosi ai rami con le palme delle mani e dei piedi, come fanno molte scimmie non antropomorfe, e non aggrappandosi ai rami come le antropomorfe, e bipede al suolo, sebbene su questo ultimo punto non ci sia accordo fra gli studiosi. Il piede di *Ardipithecus* è molto interessante, perchè aveva un alluce molto divergente per afferrare i rami mentre si arrampicava, come lo scimpanzè, ma a differenza di quest'ultimo non aveva la flessibilità del piede degli scimpanzè che permette a questi ultimi di piegare il piede attorno agli oggetti; inoltre *Ardipithecus* non aveva le specializzazioni nelle dita delle mani che consentono a scimpanzè e gorilla di camminare sulle nocche.



**Ricostruzione del piede di
*Ardipithecus***





Ricostruzione del probabile aspetto
di Australopithecus afarensis

Al genere *Ardipithecus* succede il genere *Australopithecus*, che copre con numerose specie un periodo di tempo molto lungo, da 4 a 1 milione di anni fa. Tutti gli australopitechi avevano alcune cose in comune, cioè:

una postura eretta completamente sviluppata, con ossa del bacino e degli arti inferiori diversi da quelli umani solo per piccoli dettagli (anche se ci sono motivi per ritenere che almeno le specie più antiche, come *A. afarensis*, passassero ancora buona parte del loro tempo sugli alberi);

un cervello di dimensioni ancora molto ridotte, uguali o di poco superiori a quelle delle scimmie antropomorfe;

una dentatura di tipo ominide, cioè con canini fortemente ridotti.





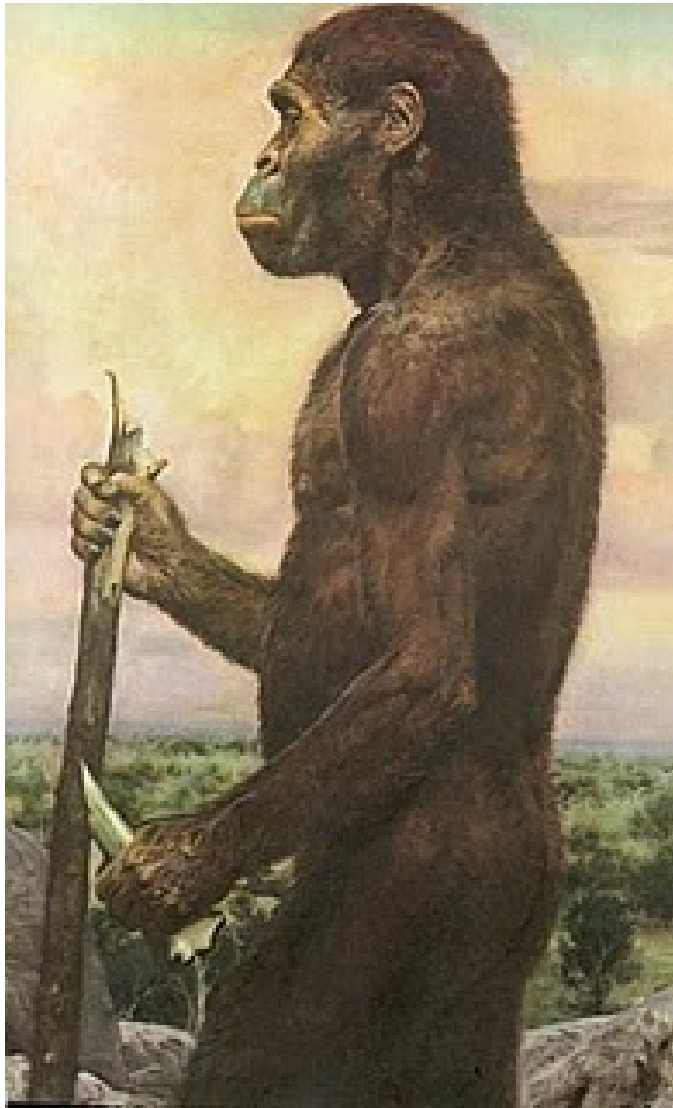
Australopiteco di tipo robusto



Australopiteco di tipo gracile

Tuttavia, al di là di queste somiglianze, dato il lungo periodo di tempo in cui si sono evoluti, si osservano numerose differenze tra le varie specie; bisogna innanzitutto notare che le loro specie sono divise in due gruppi, gli australopitechi di tipo “gracile” ([*A. afarensis*](#), [*A. africanus*](#), [*A. garhi*](#), [*A. sediba*](#)) e quelli di tipo “robusto” ([*A. aethiopicus*](#), [*A. boisei*](#) e [*A. robustus*](#)). I due termini “gracile” e “robusto” si riferiscono essenzialmente alla dentatura e alla struttura del cranio: quelli del gruppo gracile infatti hanno crani più gracili con molari piccoli (più simili a quelli umani), mentre quelli del gruppo robusto hanno crani massicci, generalmente con creste sagittali sul vertice (le creste sagittali sono tipiche di animali, come gli attuali gorilla, che dovendo masticare cibi molto duri hanno muscoli masticatori molto sviluppati, a cui le creste servono come punto di inserzione) e molari molto grossi.



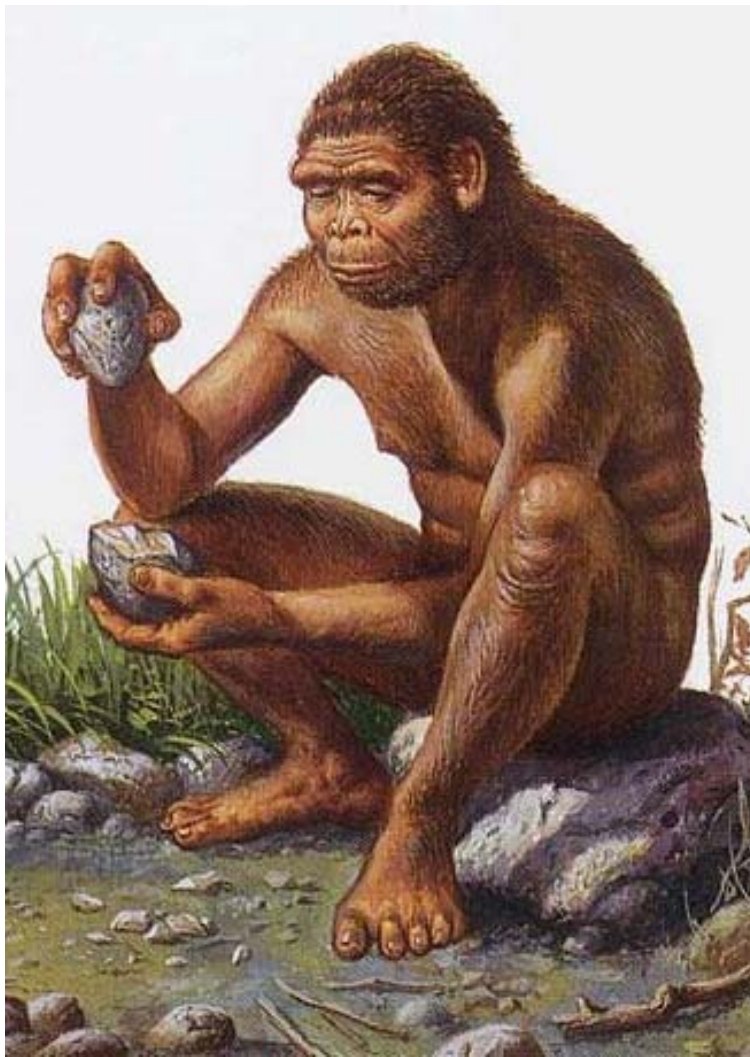


Ricostruzione di
Australopithecus africanus

Si ritiene che la differenza nella dentatura e struttura del cranio tra i due gruppi rifletta una differenza della dieta: più onnivori quelli del gruppo gracile, con una dieta più specializzata a base di radici e vegetali coriacei quelli del gruppo robusto.

Le datazioni indicano in modo inequivocabile che gli australopitechi del gruppo robusto sono più recenti di quelli del gruppo gracile; si ritiene di conseguenza che gli australopitechi più antichi del gruppo gracile (come ad esempio *A. afarensis* e *A. africanus*) abbiano dato origine a due linee evolutive, una in cui sono state mantenute e accentuate le caratteristiche del tipo gracile, con ulteriore riduzione dei molari, che ha portato al genere *Homo*, e l'altra che si è specializzata in una alimentazione a base di vegetali coriacei, con sviluppo di possenti muscoli masticatori e molari molto grossi, che ha portato agli australopitechi del gruppo robusto: questa seconda linea evolutiva si è estinta senza lasciare discendenti circa 1 milione di anni fa. Secondo recenti ricerche la specie che potrebbe rappresentare la transizione fra *Australopithecus* e *Homo* è *A. sediba*.





Agli Australopitechi succede il genere *Homo*, il cui primo rappresentante è *Homo habilis*, vissuto tra 2,4 e 1,5 milioni di anni fa, e così chiamato per gli attrezzi in pietra rinvenuti insieme ai suoi resti. Questa specie è ancora molto simile agli australopitechi dai quali si distingue per le maggiori dimensioni del cervello (in media 650 cc, con una gamma di variazione da 500 a 800 cc, che quindi al limite inferiore si sovrappone ai valori degli australopitechi, e a quello superiore a quelli di *Homo erectus*) e per i denti più piccoli (ma ancora più grandi di quelli dell'uomo).

La validità di questa specie è stata a lungo messa in discussione, perché molti studiosi preferivano attribuire gli esemplari più primitivi ad *Australopithecus africanus* e quelli più evoluti a quella che l'ha seguita, cioè *Homo erectus*, tuttavia oggi viene generalmete accettata.

Ricostruzione di *Homo habilis*





Ricostruzione di *Homo erectus*

La specie che si è evoluta da *Homo habilis* è *Homo erectus* (inizialmente descritto come *Pithecanthropus erectus*, altri esemplari vennero descritti come *Sinanthropus pekinensis* prima di essere riconosciuti come appartenenti a questa specie). *Homo erectus* aveva ancora un muso piuttosto prominente senza mento, ma aveva un cervello decisamente più grande (900 cc negli esemplari più antichi ma 1100 cc in quelli più recenti), sapeva costruire strumenti in pietra molto più sofisticati di quelli di *Homo habilis* e probabilmente sapeva usare il fuoco. E' la prima specie che si è diffusa al di fuori dell'Africa, popolando l'Europa e l'Asia. Rispetto all'uomo moderno era più robusto e forte e forse camminava anche meglio, perché il suo bacino non aveva ancora dovuto adattarsi al parto di neonati con un grosso cervello.





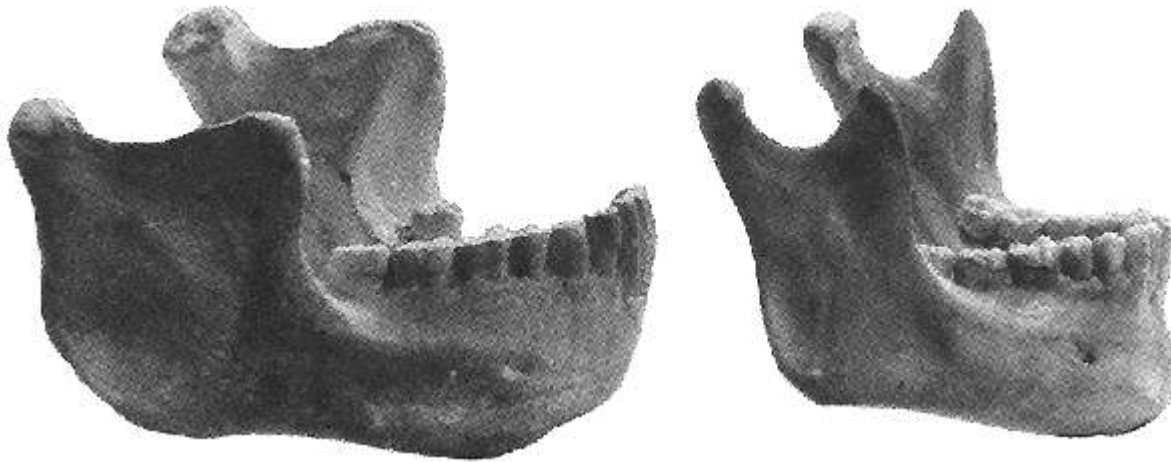
Le cartine mostrano la collocazione geografica della località di Dmanisi in Georgia dove sono stati ritrovati i fossili di *Homo georgicus*

Riguardo al passaggio da *Homo habilis* a *H. erectus* resta ancora qualche problema aperto. Uno di questi è se, come ritengono la maggior parte degli studiosi, *Homo erectus* si è originato esclusivamente in Africa e poi si è diffuso nel resto del Vecchio Mondo, oppure se qualche ominide è migrato dall'Africa prima di aver raggiunto lo stadio di *Homo erectus* e di conseguenza *Homo erectus* si è evoluto indipendentemente in diverse zone. A questo proposito occorre ricordare che taluni studiosi hanno creduto di riscontrare differenze fra gli *H. erectus* africani e quelli eurasiatici, ed attribuiscono ai primi il nome di [*Homo ergaster*](#). Una specie descritta dalla regione del Caucaso, in Georgia, come [*Homo georgicus*](#) rappresenterebbe una forma intermedia fra *H. habilis* e *H. erectus* e darebbe sostegno all'ipotesi di una migrazione dall'Africa prima di *Homo erectus*, ma si tratta di questioni ancora da verificare, perché studi più accurati sembrano indicare che gli *H. ergaster* africani non differiscano realmente da *H. erectus* e che *H. georgicus* non sia sostanzialmente diverso da *H. erectus*.



Da *Homo erectus* si è sviluppato *Homo sapiens*, la nostra specie, ma anche riguardo alla transizione tra queste due specie restano problemi aperti. Anche in questo caso, ci si domanda se *Homo sapiens* si è evoluto una sola volta o più volte indipendentemente a partire da *H. erectus*.

Tra *H. erectus* e *H. sapiens* esistono varie forme che presentano mescolanze di caratteri dell'una e dell'altra specie: per esempio l'[*Homo heidelbergensis*](#), rinvenuto in Germania, l'[*Homo antecessor*](#) della Spagna e l'*Homo rhodesiensis*, rinvenuto nell'attuale Zambia. Tutte queste specie vengono oggi considerate forme arcaiche di *Homo sapiens*.



La mandibola di *Homo heidelbergensis*, uno dei fossili considerati *H. sapiens* arcaici (ma taluni studiosi lo considerano un *H. erectus* europeo)



Un posto particolare nel dibattito sull'origine di *H. sapiens* è rappresentato dall'uomo di Neanderthal, storicamente il primo antenato umano ad essere rinvenuto.

L'uomo di Neanderthal è conosciuto solo da fossili provenienti dall'Europa e dal Vicino Oriente, ed ha caratteristiche molto peculiari che permettono di riconoscere molto facilmente i suoi resti ossei: le dimensioni del cervello sono leggermente maggiori di quelle dell'uomo moderno, ma la scatola cranica è più lunga e più bassa di quella degli uomini moderni, la mandibola è prominente e con mento poco pronunciato, e sono presenti delle arcate sopraccigliari molto pronunciate. I neandertal vivevano in climi freddi (in Europa durante le glaciazioni) e le loro proporzioni del corpo sono simili a quelle di popoli moderni adattati al freddo: tarchiati e robusti, con arti corti. Le loro ossa straordinariamente robuste indicano che erano molto più forti degli uomini attuali. Sono stati trovati un gran numero di strumenti e armi in pietra fabbricati dai neandertal, molto più raffinati di quelli prodotti da *Homo erectus*; sono stati i primi uomini a seppellire i loro morti. Essi sono vissuti in Europa tra 230.000 e 30.000 anni fa, dopo di che sono scomparsi, soppiantati dagli uomini moderni.



Utensili in pietra tipici della cultura moustériana, caratteristica degli uomini di Neanderthal



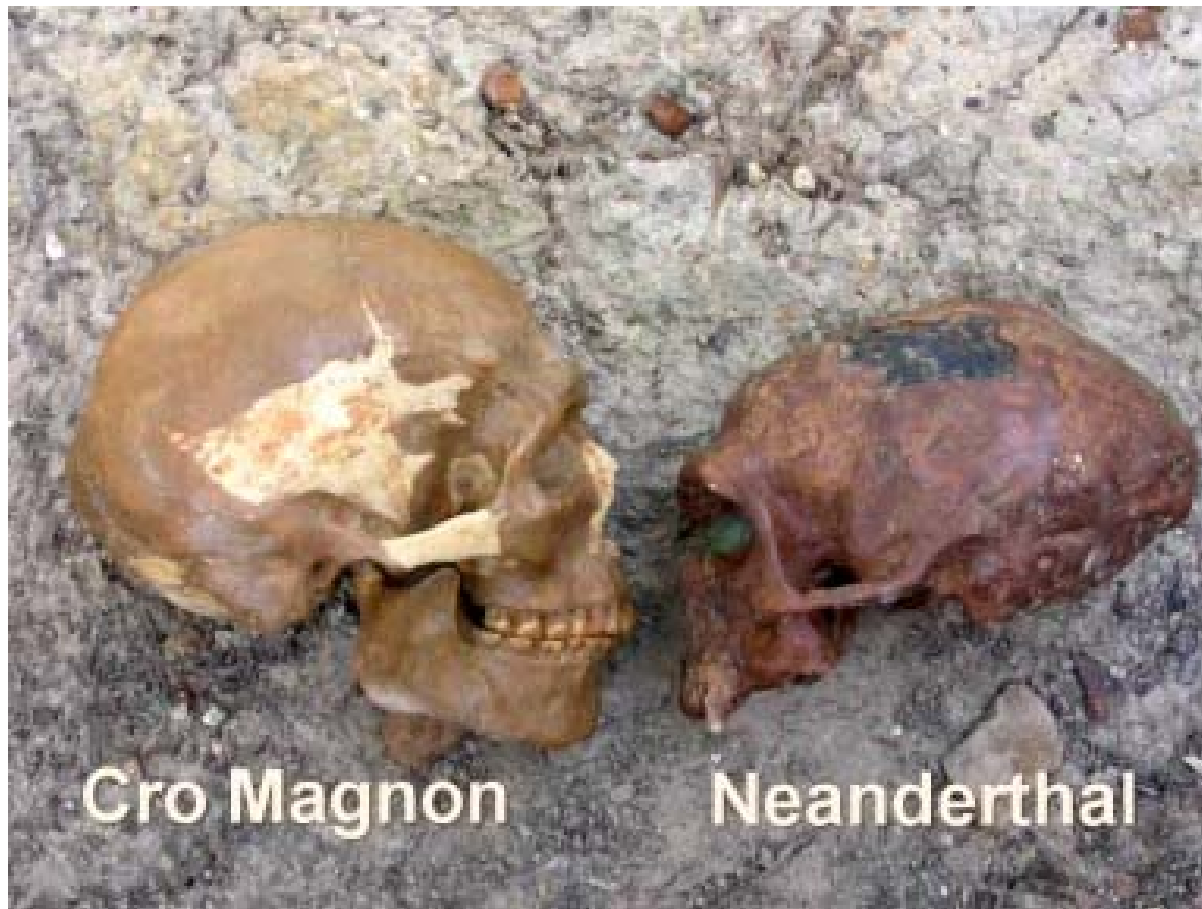
Sui Neandertal si sono sviluppate accese discussioni, in parte non ancora risolte; in particolare, i problemi riguardano la loro origine, il fatto che rappresentino una specie a sé oppure solo una sottospecie di Homo sapiens, e la loro scomparsa, avvenuta piuttosto bruscamente circa 30.000 anni fa. Per quanto riguarda le origini, sembra che si sia sviluppato a partire dai primi H. sapiens arcaici in Europa; ben più dibattuta è invece la questione della loro appartenenza o meno alla nostra stessa specie. Recentemente, questo problema è stato affrontato con l'aiuto del DNA, dato che è stato possibile recuperare tratti di DNA dalle ossa dei neandertaliani (il DNA è una molecola facilmente deperibile con il tempo): mentre i primi studi basati su brevi sequenze di DNA sembravano indicare forti differenze fra le sequenze dei Neandertal e quelle di H. sapiens, studi più recenti, basati sul 60% del DNA dei Neandertal, mostrano che tratti di DNA neandertaliano sono presenti nel nostro DNA, a dimostrazione del fatto che c'è stata ibridazione fra le due popolazioni. Il fatto che questi tratti di DNA neandertaliano non siano stati rinvenuti negli africani moderni indica che l'ibridazione è avvenuta dopo che gli H. sapiens moderni avevano lasciato l'Africa



Svante Pääbo, lo scienziato che ha studiato il DNA dei neandertaliani, con un cranio di Neandertal



Gli studi sul DNA dei neandertaliani hanno d'altra parte permesso di identificare alcune sequenze che sono tipiche degli *H. sapiens* moderni e che potrebbero quindi spiegare le differenze tra noi e i neandertaliani, e forse anche perché i neandertaliani si siano estinti dopo l'arrivo degli *H. sapiens* moderni, probabilmente competitori più efficienti (peraltro, neandertal e uomini moderni in Europa hanno convissuto per migliaia di anni).



**Confronto fra un
cranio di Homo
sapiens sapiens (Cro-
magnon) e uno di
Neanderthal**





Alcuni rappresentanti dell'uomo moderno (per inciso, oggi gli scienziati sono del parere che le cosiddette "razze" umane siano troppo poco differenziate fra loro per essere collocate in sottospecie diverse, pertanto tutti gli esseri umani viventi appartengono alla sottospecie *Homo sapiens sapiens*, l'uomo moderno; si può di conseguenza affermare che le razze umane dal punto di vista scientifico non esistono).

Circa l'origine infine dell'*Homo sapiens sapiens*, cioè l'uomo moderno, anche a questo proposito sussistono due ipotesi: la prima, che gli uomini moderni abbiano avuto origine in Africa e da qui si siano poi diffusi agli altri continenti, l'altra che gli uomini moderni si siano evoluti indipendentemente in varie regioni del globo da popolazioni locali di *H. erectus*.

Anche in questo caso si è fatto ricorso all'analisi del DNA e questi studi hanno confermato decisamente la prima ipotesi, cioè l'origine africana di tutti gli uomini moderni. Questo è confermato anche dal fatto che in Africa c'è una variabilità genetica maggiore che in qualsiasi altro continente: ciò significa che le popolazioni di *H. sapiens* che hanno colonizzato gli altri continenti hanno portato con sé solo una parte della variabilità genetica complessiva della popolazione originaria di *H. sapiens*.





Un dipinto della grotta di Lascaux

L'*Homo sapiens sapiens* ha avuto origine in Africa circa 195.000, ma i primi resti di questa sottospecie in Europa compaiono attorno ai 40.000 anni fa, con i famosi scheletri detti di Cro-Magnon dalla località del sud della Francia dove furono ritrovati per la prima volta. I Cro-Magnon erano essenzialmente uomini come noi, capaci di espressioni artistiche elevate (dipinti delle grotte di Lascaux e Altamira) e di fabbricare arnesi sempre più raffinati e complessi.



L'ordine dei Primati si distingue dagli altri mammiferi per una serie di caratteristiche, di cui elenchiamo qui le principali:

- Sono animali per lo più arboricoli (ad eccezione di alcune specie, compreso l'uomo, che però discendono anch'esse da antenati arboricoli), e di conseguenza possiedono una vista binoculare stereoscopica: gli occhi sono posti frontalmente (essendo arboricoli devono avere un'ottima stima della profondità) e sono in grado di distinguere i colori.
- Mantenimento della clavicola (è ridotta o assente in molti altri ordini di mammiferi)
- Minor numero di denti: essendo onnivori, non hanno una dieta specializzata, i denti da 44 diventano 32-36
- Riduzione dell'olfatto (mentre viene privilegiata la vista)
- Aumento dell'encefalo: relativamente alle dimensioni corporee, presentano uno sviluppo della neocorteccia superiore a quello degli altri mammiferi
- Chiusura retro-orbitaria: insieme di ossa che chiude l'orbita oculare, lasciando passare il nervo ottico e i vasi sanguigni
- Bulla otica: formazione globulare che protegge l'organo acustico, formata da un'estensione petrosa dell'osso temporale, mentre in altri mammiferi è cartilaginea o è formata da un osso separato.



- Cranio diverso dai mammiferi: come conseguenza delle modifiche a vista, olfatto, denti ed encefalo, la faccia è proporzionalmente meno allungata.
- Unghie piatte: gli artigli si trasformano in unghie piatte, che permettono di chiudere mano e pugno senza ferirsi il palmo (i lemuriformi hanno unghie riadattate ad artigli).
- 5 dita sia negli arti anteriori che posteriori e pollice opponibile: il pollice può toccare tutte le altre dita della mano
- Trasformazione ossa del piede: in funzione di una maggiore mobilità necessaria in ambiente arboricolo.
- Dermatoglifi: rilievi cutanei, formati da creste papillari che si trovano nelle dita e nel palmo di mani e piedi. Sono cuscinetti carnosi con funzione protettiva e di assorbire la spinta quando la pelle è compressa contro le parti ossee.

Quadrumania

- Lunga coda: diventa prensile o equilibratrice, salvo in alcune specie in cui scompare
- Riduzione numero della prole (per problemi di trasporto di questa): generalmente 1 solo piccolo per parto
- Una lunga gravidanza ed un lungo periodo di sviluppo



Sahelanthropus tchadensis



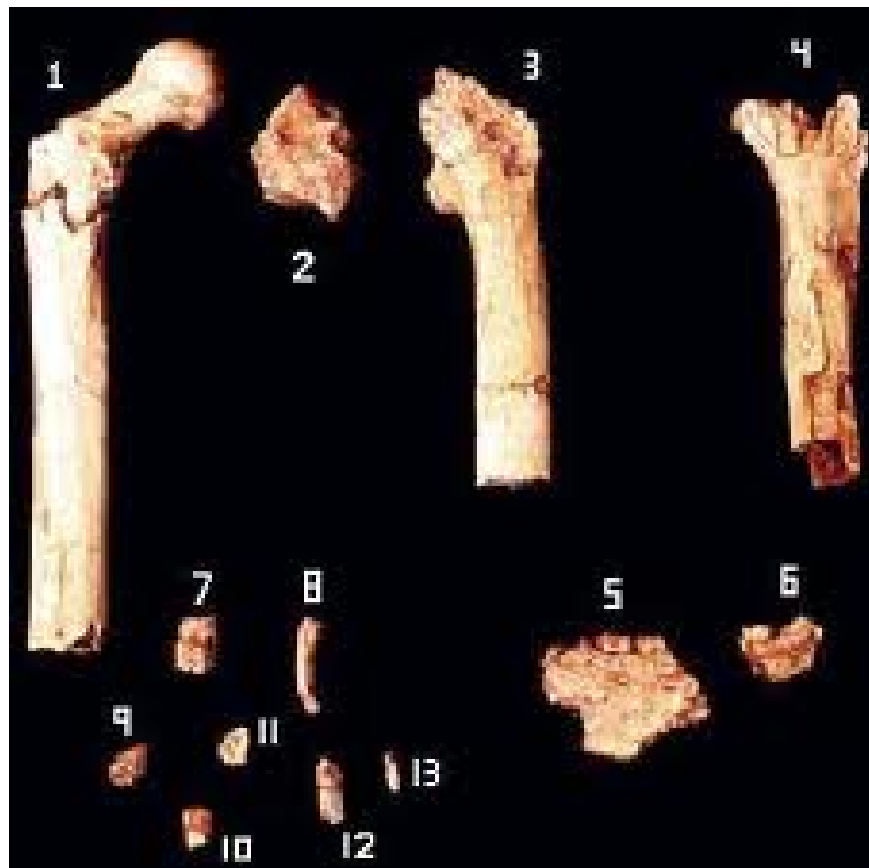
Cranio di *Sahelanthropus tchadensis* (Toumai)

Questa specie è stata descritta nel luglio del 2002 sulla base di fossili scoperti in Chad, in Africa centrale. E' la più antica specie di Hominidae (o di quasi Hominidae) conosciuta, datata a un periodo tra i 6 e i 7 milioni di anni fa. E' nota solo per un crani quasi completo (soprannominato Toumai) e per un certo numero di frammenti di mandibola e di denti, di conseguenza non si può sapere se avesse una postura eretta. Il cranio ha un volume cerebrale molto ridotto, di circa 350 cc. *S. tchadensis* ha molti caratteri primitivi da scimmia antropomorfa, come il piccolo cervello, insieme con altri, come le arcate sopraccigliari prominenti e i piccoli canini, che sono caratteristici degli Hominidae più recenti. Questa mescolanza, insieme con il fatto che viene all'incirca dal periodo quando si pensa che gli Hominidae si siano separati dagli scimpanzè, suggerisce che sia vicino all'antenato comune di uomini e scimpanzè.

[← Torna all'evoluzione](#)



Orrorin tugenensis



I resti frammentari di Orrorin. In basso a destra due frammenti di mandibola

Questa specie fu descritta nel luglio 2001 sulla base di fossili scoperti nel Kenya occidentale. I fossili includono ossa incomplete delle braccia e della coscia, mandibole e denti, e sono stati trovati in depositi vecchi di circa 6 milioni di anni. Le ossa degli arti sono grandi circa una volta e mezza quelle di Lucy (*Australopithecus afarensis*) e suggeriscono che avesse le dimensioni di uno scimpanzè femmina. I suoi scopritori sostengono che Orrorin fosse un antenato dell'uomo dotato sia di andatura eretta sia della capacità di arrampicarsi sugli alberi, e che gli australopiteci siano un ramo laterale. Data la natura frammentaria dei suoi resti, molti studiosi sono scettici riguardo a queste ipotesi, ma scoperte più recenti hanno trovato ulteriori prove della sua postura eretta nel suo femore.

[Torna all'evoluzione](#)



Ardipithecus ramidus

Questa specie è stata descritta nel settembre 1994 a partire da fossili frammentari datati 4,4 milioni di anni come *Australopithecus ramidus*. Un cranio e parte dello scheletro più completi sono stati scoperti nel 1994 e sulla base di questo fossile la specie è stata trasferita al nuovo genere *Ardipithecus*. Questo fossile era estremamente fragile tanto che il suo scavo, restauro e analisi hanno richiesto 15 anni. E' stato pubblicato nel 2009 e gli è stato dato il soprannome di Ardi. Era alto circa 120 cm e pesava circa 50 kg. Il cranio e il cervello erano piccoli, pressappoco delle dimensioni di uno scimpanzè. Ardi era bipede sul terreno, anche se non ben adattato al bipedalismo come gli australopiteci, e quadrupede sugli alberi, sui quali era in grado di arrampicarsi con facilità. Viveva in un ambiente con chiazze di foresta, e indica perciò che l'andatura eretta non si è sviluppata in ambiente di savana. Un certo numero di fossili frammentari scoperti tra il 1997 e il 2001, e datati tra 5,2 e 5,8 milioni di anni, sono stati assegnati ad una nuova specie dello stesso genere, *Ardipithecus kadabba*. Uno di questi fossili è un dito del piede di una creatura bipede, ma è più giovane di alcune centinaia di migliaia di anni di *A. kadabba*, pertanto la sua attribuzione a questa specie non è sicura.



I resti dello scheletro di "Ardi"

[Torna all'evoluzione](#)



Australopithecus anamensis



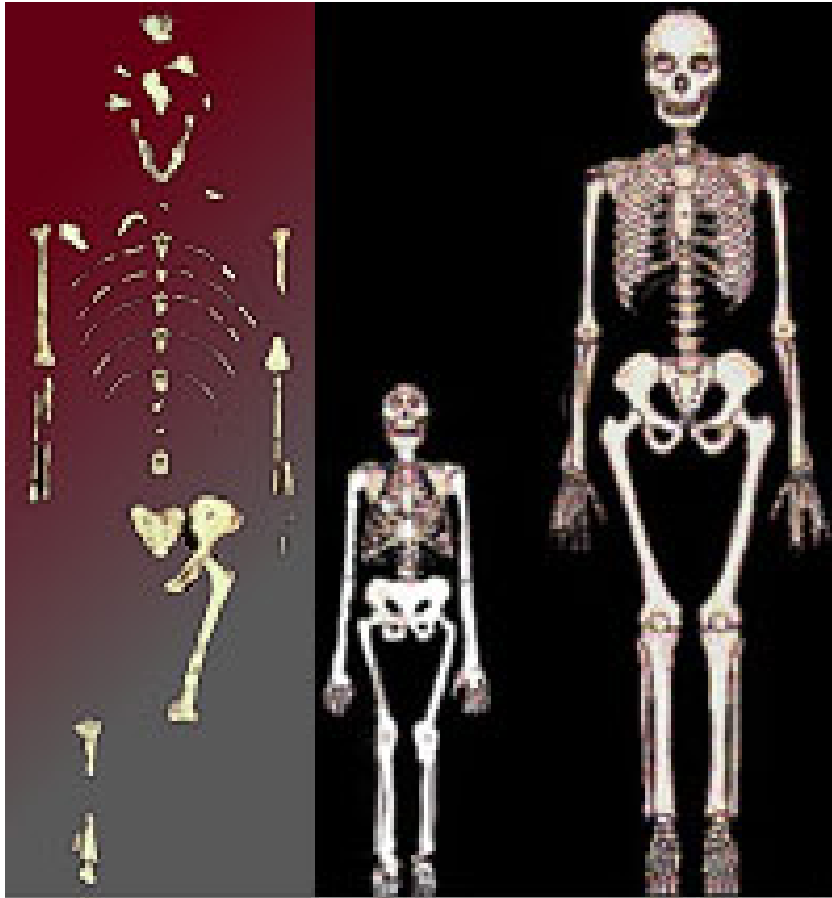
La specie è stata descritta nel 1995 sulla base di fossili frammentari provenienti da Kanapoi e Allia Bay in Kenya. *A. anamensis* è esistito tra 4,2 e 3,9 milioni di anni fa e possiede una mescolanza di caratteri primitivi nel cranio, e evoluti nel corpo. I denti e le mandibole sono molto simili a quelli di fossili di Hominidae più antichi. Una parte della tibia fornisce una forte prova di postura eretta, e la parte inferiore di un omero è estremamente simile a quello di un uomo. Bisogna però notare che sebbene si ritenga che cranio e ossa dello scheletro siano della stessa specie, ciò non è provato.

I resti fossili di *Australopithecus anamensis*

[Torna all'evoluzione](#)



Australopithecus afarensis



Lo scheletro di “Lucy”. A sinistra i resti fossili, al centro lo scheletro ricostruito confrontato con quello di una femmina umana moderna.

A. afarensis, noto soprattutto per lo scheletro quasi completo conosciuto col soprannome di Lucy, è esistito tra 3,9 e 3 milioni di anni fa. Mostrava una faccia scimmiesca con una fronte sfuggente, evidenti archi sopraccigliari, un naso piatto e assenza di mento. Aveva mandibole e mascelle sporgenti con grossi molari. La capacità cranica variava da 375 a 550 cc. Il cranio era simile a quello di uno scimpanzè, eccetto per i denti più umani. I canini sono molto più piccoli di quelli delle scimmie antropomorfe attuali, ma più grandi e più appuntiti di quelli degli uomini, e la forma della mandibola è intermedia tra quella rettangolare delle antropomorfe e quella parabolica dell'uomo. Tuttavia la pelvi e le ossa delle gambe sono molto più simili a quelli dell'uomo moderno. E non lasciano dubbi sul fatto che fossero bipedi (anche se probabilmente più adattati a camminare che a correre).

[Torna all'evoluzione](#)





Le loro ossa mostrano che erano fisicamente molto forti; le femmine erano sensibilmente più piccole dei maschi. L'altezza variava tra 107 e 152 cm. Le ossa delle dita dei piedi e della mani erano curvate e proporzionalmente più lunghe che negli uomini, ma le mani erano simili a quelle degli uomini in tutti gli altri dettagli. La maggior parte degli scienziati considerano questi caratteri evidenza del fatto che *A. afarensis* era ancora parzialmente adattato ad arrampicarsi sugli alberi, altri li considerano semplicemente residui evolutivi.

Ricostruzione di *Australopithecus afarensis*



Kenyanthropus platyops



La specie è stata descritta nel 2001 sulla base di un cranio incompleto che presenta un'insolita combinazione di caratteri. Ha un'età di 3,5 milioni di anni. Le dimensioni del cranio sono simili a quelle di *Australopithecus afarensis* e *A. africanus*, e ha una faccia grande e piatta con denti piccoli. La sua posizione nel quadro dell'evoluzine umana è ancora incerta.

Il cranio di *Kenyanthropus platyops*



Australopithecus africanus



**Cranio di esemplare adulto di
*Australopithecus africanus***

A. africanus è vissuta tra 3 e 2 milioni di anni fa. E' simile a *A. afarensis*, e come lui era bipede, ma le dimensioni del corpo sono leggermente più grandi. Anche le dimensioni del cervello erano leggermente più grandi, variando tra 420 e 500 cc. Questo significa che il cervello era un po' più grande di quello di uno scimpanzè (nonostante le dimensioni del corpo fossero uguali) ma, sembra, ancora non sviluppato nelle aree necessarie per il linguaggio. I denti molari erano un po' più grandi che in *A. afarensis*. Sebbene i denti e le mandibole di *A. africanus* fossero molto più grandi di quelli umani, i denti sono molto più simili a quelli umani di quelli delle scimmie antropomorfe: la forma della mandibola è del tutto parabolica, come quella umana, e le dimensioni dei canini sono ulteriormente ridotti rispetto ad *A. afarensis*. (Edey 1981).

Australopithecus garhi



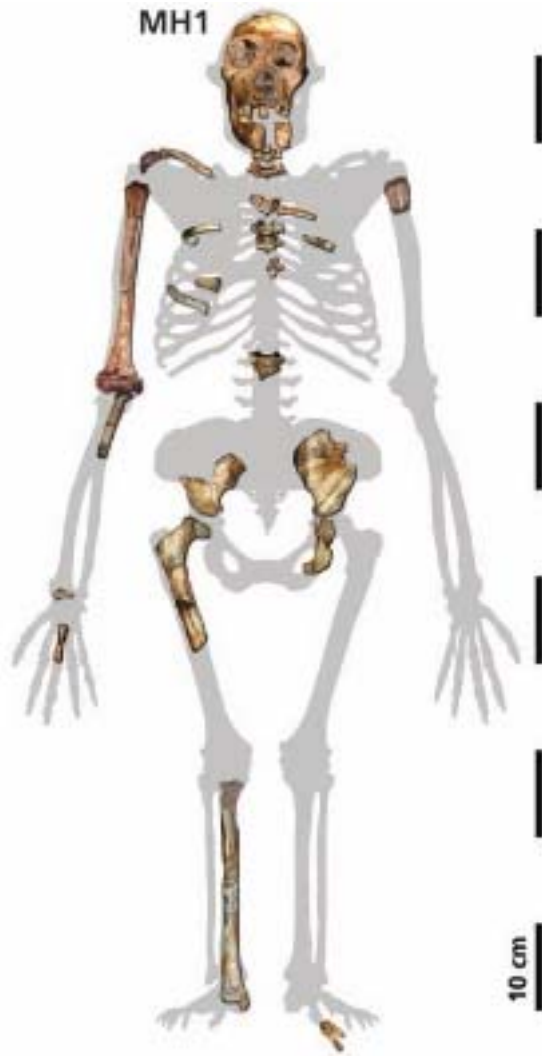
I resti del cranio di *Australopithecus garhi*

Questa specie è stata descritta nel 1999 ed è nota solo da parti di un cranio. Il cranio differisce dagli australopiteci precedenti per una combinazione di caratteri, principalmente le dimensioni molto grandi dei denti, specialmente i molari, e per una morfologia del cranio primitiva. Alcuni resti scheletrici ritrovati nelle vicinanze potrebbero appartenere a questa specie: essi mostrano un rapporto di tipo umano tra omero e femore, ma un rapporto simile a quello di una scimmia antropomorfa tra la lunghezza del braccio e della gamba. La sua datazione è di circa 2,5 milioni di anni.

[Torna all'evoluzione](#)



Australopithecus sediba



A. sediba è stato scoperto in Sud Africa nel 2008. Sono state trovate parti di due scheletri, un ragazzo giovane e una femmina adulta, datati tra 1,78 e 1,95 milioni di anni fa. I suoi scopritori ritengono che rappresenti la transizione tra *A. africanus* e *Homo*, perchè è più simile a *Homo* di tutti gli altri australopiteci, ed è quindi un candidato ad essere antenato di *Homo*. *A. sediba* era bipede con lunghe braccia adatte ad arrampicarsi sugli alberi, ma aveva un certo numero di caratteri umani nel cranio, nei denti e nella pelvi. Il cranio del ragazzo ha un volume di 420 cc, ed entrambi i fossili sono piccoli, con un'altezza di circa 130 cm.

I resti ossei di *A. sediba*

[Torna all'evoluzione](#)



Australopithecus aethiopicus



Cranio di *A. boisei*

A. aethiopicus è vissuto tra 2,5 e 2,3 milioni di anni fa. E' nota essenzialmente sulla base di un cranio e di pochi altri frammenti. Potrebbe essere un antenato di *A. robustus* e *A. boisei*, ma ha una curiosa mescolanza di caratteri primitivi ed evoluti. Le dimensioni cerebrali sono molto piccole, 410 cc, e parte del cranio, soprattutto quella posteriore, è molto primitiva e ricorda *A. afarensis*. Altri caratteri, come la robustezza della faccia, delle mascelle e del singolo dente trovato, e la più grossa cresta sagittale mai trovata in un ominide ricordano invece *A. boisei*



Cranio di *Australopithecus robustus*
Visto di fronte e di lato

Australopithecus robustus

A. robustus aveva un corpo simile a quello di *A. africanus*, ma un cranio e denti più grossi e robusti. E' vissuto tra 2 e 1,5 milioni di anni fa. La faccia massiccia è piatta senza fronte e con grosse arcate sopraccigliari. Ha denti anteriori relativamente piccoli, ma molari massicci in una grossa mandibola. La maggior parte degli esemplari hanno creste sagittali. La sua dieta doveva essere composta principalmente da cibo duro e abrasivo che richiedeva una lunga masticazione. Le dimensioni del cervello erano in media di 530 cc. Ossa rinvenute insieme a *A. robustus* indicano che potrebbero essere state usate come strumenti di scavo.

Australopithecus boisei



A. boisei è vissuto tra 2,1 e 1,1 milioni di anni fa. Era simile a *A. robustus*, ma la faccia e i denti molari erano ancora più massicci, alcuni molari avevano una larghezza di 2 cm. Le dimensioni del cervello erano simili a quelle di *A. robustus*, circa 530 cc. Taluni antropologi considerano *A. boisei* e *A. robustus* varianti della stessa specie.

Ricostruzione del cranio di *A. boisei*

[Torna all'evoluzione](#)



Homo habilis



Cranio di *Homo habilis*

Homo habilis, così chiamato per gli attrezzi trovati con i suoi resti, è vissuto tra 2,4 e 1,5 milioni di anni fa. Era molto simile agli australopiteci sotto molti punti di vista: la faccia è ancora primitiva, ma è meno prominente che in *A. africanus*; i molari sono più piccoli, ma ancora decisamente più grandi che negli uomini moderni. Le dimensioni medie del cervello, con 650 cc, sono nettamente più grandi che negli australopiteci; le dimensioni del cervello variano tra 500 e 800 cc, sovrapponendosi agli australopiteci al limite inferiore e a *Homo erectus* a quello superiore. Anche la forma del cervello è più umana: la sporgenza dell'area di Broca, essenziale per il linguaggio, è visibile nel calco endocranico di un esemplare, e indica che forse questa specie possedeva un linguaggio rudimentale. Era alto circa 127 cm e pesava circa 45 kg, ma le femmine erano probabilmente più piccole.

Homo habilis è stata una specie controversa, inizialmente molti studiosi non l'accettavano e assegnavano parte degli esemplari a *A. africanus* e parte a *Homo erectus*. Oggi è universalmente accettata, anche se molti studiosi ritengono che rappresenti una gamma di variazione troppo estesa e che alcuni dei suoi esemplari andrebbero pertanto assegnati ad altre specie.

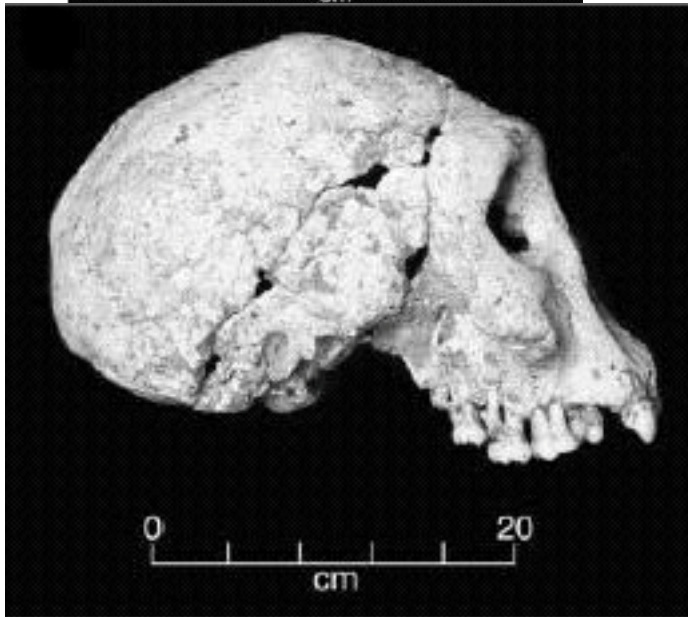
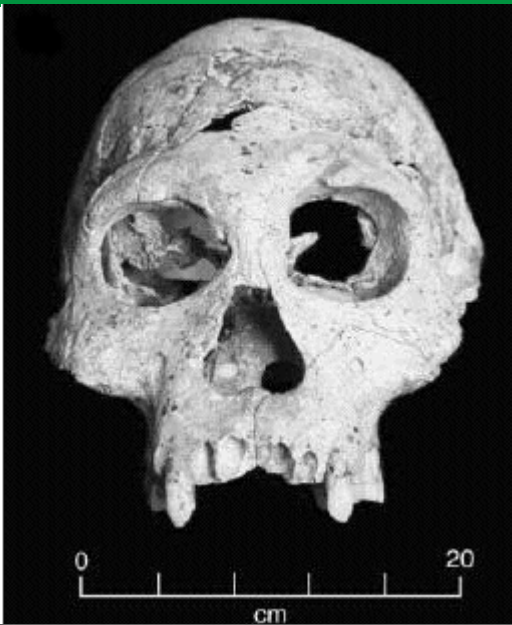


[Torna all'evoluzione](#)



Homo georgicus

Questa specie è stata creata nel 2002 per includervi fossili trovati a Dmanisi (Georgia) che sembrano intermedi fra *H. habilis* e *H. erectus*. I fossili sono vecchi di circa 1,8 milioni di anni e comprendono tre crani incompleti e tre mandibole. Le dimensioni cerebrali variano da 600 a 780 cc. L'altezza, stimata da un osso del piede, dovrebbe essere di circa 1,5 m. Nel 2001 è stato scoperto anche uno scheletro incompleto, ma i dettagli non sono ancora stati pubblicati.



Cranio di *Homo georgicus*
frontalmente e di lato

[Torna all'evoluzione](#)



Homo erectus



Homo erectus

Cranio di *Homo erectus*

H. erectus è vissuto fra 1,8 milioni e 300.000 anni fa. Come in *H. habilis*, la faccia ha mascelle sporgenti con grossi molari, assenza di mento, spessi archi sopraccigliari e un cranio lungo e basso con capacità cerebrale variante tra i 750 e i 1225 cc. Gli *H. erectus* più antichi hanno una media di 900 cc, mentre i più recenti di 1100 cc. Lo scheletro è più robusto di quelli dell'uomo moderno, il che implica una maggiore forza. Le dimensioni del corpo variano, esemplari africani sono alti e snelli (come gli uomini attuali della stessa area) mentre le poche ossa degli arti ritrovate in Cina indicano una struttura più bassa e tarchiata. Studi eseguiti su esemplari africani indicano che *H. erectus* potrebbe essere stato in grado di camminare in modo anche più efficiente degli uomini moderni, i cui scheletri si sono dovuti adattare al parto di infanti dal cervello più grosso. *H. erectus* è la prima specie umana (oltre forse a *H. georgicus*) che si è diffuso fuori dall'Africa e lo troviamo anche in Asia ed Europa. Ci sono prove che usasse il fuoco e i loro strumenti in pietra sono più perfezionati di quelli di *H. habilis*.

[← Torna all'evoluzione](#)



Homo ergaster

Alcuni studiosi classificano come *Homo ergaster* gli esemplari africani di *Homo erectus*, che avrebbero alcune differenze rispetto a questa specie: la forma delle arcate sopraccigliari sarebbe leggermente differente e inoltre *H. erectus* avrebbe una capacità cranica leggermente maggiore. Tuttavia, molti studiosi non accettano questa suddivisione e attribuiscono anche gli esemplari africani a *H. erectus*.



Lo scheletro e il cranio del cosiddetto “ragazzo del Turkana”, un esemplare africano di *Homo erectus* (o *Homo ergaster*)



[← Torna all'evoluzione](#)



Homo antecessor

Scoperto a Atapuerca in Spagna. E' parte della faccia di un bambino probabilmente di 10-11 anni. Ha un'età di più di 780.000 anni. La validità di questa specie è dubbia, anche perchè basato su un esemplare giovanile

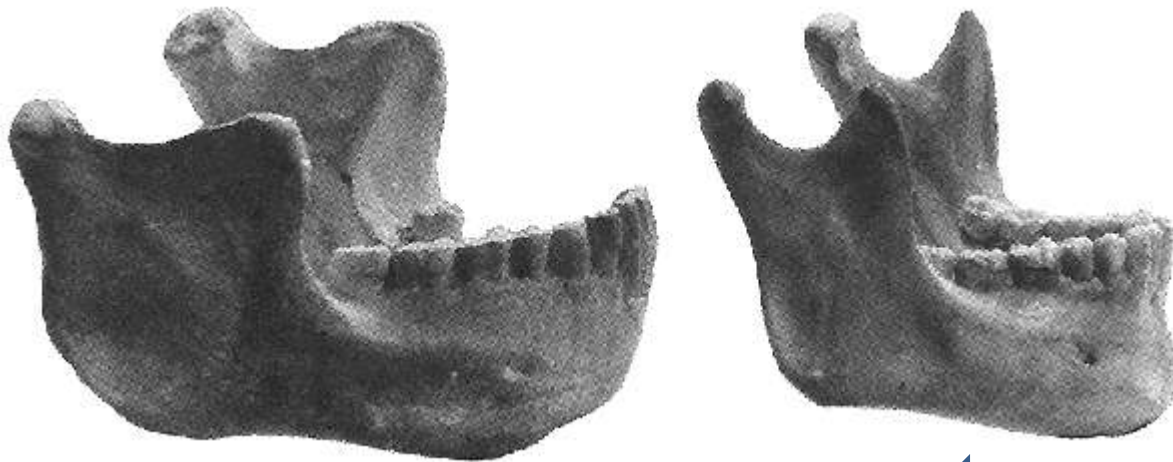


 Torna all'evoluzione



***Homo sapiens* (archaic) (noto anche come *Homo heidelbergensis*)**

Forme arcaiche di *Homo sapiens* appaiono per la prima volta intorno ai 500.000 anni fa. Il termine viene usato per includere un gruppo di crani che hanno caratteristiche miste di *Homo erectus* e *Homo sapiens*. Le dimensioni del cervello sono di circa 1200 cc, quindi maggiori di quelle di *H. erectus* ma minori della maggior parte degli uomini moderni. Lo scheletro e i denti sono meno robusti che in *H. erectus*, ma più robusti degli uomini moderni. Molti esemplari hanno grosse arcate sopraccigliari, fronti e menti sfuggenti. Non esiste una linea netta di separazione fra gli *H. erectus* più recenti e i *sapiens* arcaici, pertanto è difficile assegnare all'una o all'altra specie molti fossili compresi fra 500.000 e 200.000 anni fa.



La mandibola di *Homo heidelbergensis*

 [Torna all'evoluzione](#)



Homo georgicus



E' stato scoperto nel 2001 a Dmanisi in Georgia, la sua età viene valutata a circa 1,8 milioni di anni. Con circa 600 cc di capacità cranica, è il cranio più piccolo e più primitivo mai trovato fuori dall'Africa. Secondo taluni studiosi rappresenta una forma di transizione tra *Homo habilis* e *Homo erectus*, secondo altri però, nonostante le piccole dimensioni, si tratterebbe essenzialmente di *H. erectus*.



Torna all'evoluzione



Homo sapiens neanderthalensis



Cranio di *Homo sapiens neanderthalensis*. Sono ben visibile le arcate sopraccigliari molto pronunciate che sono caratteristiche di questa specie.

Le dimensioni medie del cervello sono leggermente superiori a quelle degli uomini moderni, circa 1450 cc, ma ciò potrebbe essere semplicemente correlato con la massa corporea maggiore dei Neanderthal. La scatola cranica comunque è più lunga e più bassa di quella degli uomini moderni. Come *H. erectus* i Neanderthal avevano mascelle sporgenti e fronte sfuggente; il mento era di solito poco pronunciato. La zona mediania della faccia era anch'essa sporgente, un carattere che non si trova nè in *H. erectus* nè in *H. sapiens* e che potrebbe essere un adattamento al clima freddo. I Neanderthal vivevano per lo più in climi freddi e le loro proporzioni corporee sono simili a quelle dei popoli attuali che vivono in climi di questo tipo: bassi e tarchiati, con arti corti.

[← Torna all'evoluzione](#)





Punta di lancia neandertaliana, di fattura molto più raffinata rispetto agli attrezzi fabbricati da *H. erectus*

Le ossa dei Neanderthal sono spesse e pesanti e mostrano i segni dell'inserzione di potenti muscoli, dovevano pertanto essere molto più forti degli uomini moderni e i loro resti scheletrici, che mostrano spesso tracce di fratture cicatrizzate, ci dicono che conducevano vite molto dure (poiché non conoscevano archi e frecce cacciavano animali anche grossi affrontandoli da vicino con le lance, un'attività evidentemente rischiosa). D'altra parte il ritrovamento di scheletri con gravi malformazioni di persone che ciò nonostante erano arrivate ad una età avanzata ci dice che avevano una struttura sociale avanzata e si prendevano cura degli anziani e dei malati. Costruivano armi e strumenti più raffinati di quelli di *Homo erectus* e sono i primi uomini di cui sappiamo che seppellivano i morti: il più antico sito di sepoltura noto è vecchio 100.000 anni. Sono vissuti in Europa e nel Vicino Oriente tra i 230.000 e i 30.000 anni fa.



Homo floresiensis



**Cranio di *Homo floresiensis* (a sinistra)
confrontato con quello di un uomo attuale**

Questa specie è stata scoperta solo nel 2003 sull'isola indonesiana di Flores. Gli esemplari erano alti circa un metro e avevano una dimensione cerebrale di circa 400 cc. La sua scoperta ha suscitato molta sorpresa, anche perchè i suoi fossili indicano che si è estinta solo in tempi relativamente recenti, circa 13.000 anni fa. Si ritiene che si trattasse di una forma nana di *H. erectus* (non è raro per i mammiferi sviluppare forme nane sulle piccole isole) sopravvissuta grazie all'isolamento. *H. floresiensis* era del tutto bipede, usava strumenti di pietra e il fuoco, e cacciava elefanti nani che erano anch'essi presenti sull'isola.



***Homo sapiens sapiens* (uomo moderno)**



Un bisonte dipinto sulle pareti della grotta di Altamira

Forme moderne di uomo appaiono all'incirca 195.000 anni fa. Gli uomini moderni hanno una dimensione cerebrale media di 1350 cc. La fronte sale bruscamente, le arcate sopraccigliari sono molto piccole o più spesso del tutto assenti, il mento è prominente, e lo scheletro è molto gracile. All'incirca 40.000 anni fa con la comparsa della cultura di Cro-Magnon, gli strumenti fabbricati iniziano a diventare decisamente più sofisticati, con l'utilizzazione di una più ampia gamma di materiali come l'osso e il corno, e includono nuovi strumenti per fabbricare tessuti, incidere e scolpire. Opere d'arte di livello elevato compaiono nei 20.000 anni successivi: esse comprendono strumenti decorati, perline, sculture in avorio e spettacolari dipinti sulle pareti delle grotte.



Torna all'evoluzione





Un aborigeno australiano: questa popolazione conserva alcuni tratti dei *sapiens* arcaici, come dimensioni dei denti maggiori.

Anche nel corso degli ultimi 100.000 anni, la tendenza verso molari più piccoli e una maggiore gracilità continua a manifestarsi: la faccia, mascelle e denti degli uomini del mesolitico (circa 10.000 anni fa) sono di circa il 10% più robusti dei nostri; gli uomini del Paleolitico superiore (circa 30.000 anni fa) sono del 20-30% più robusti di noi. E' interessante osservare che alcuni uomini moderni (ad esempio gli aborigeni australiani) hanno dimensioni dei denti più simili a quelle dei *sapiens* arcaici: le dimensioni dei denti più piccole si trovano nelle aree dove le tecniche di trattamento dei cibi sono state impiegate per un tempo più lungo; questo è un esempio di selezione avvenuta negli ultimi 100 anni.

[← Torna all'evoluzione](#)



Un po' di storia

Il concetto che la specie umana abbia avuto un origine e un'evoluzione è relativamente recente, risale cioè alla metà del diciannovesimo secolo.

Prima, non si aveva idea del fatto che l'uomo fosse il prodotto di una evoluzione biologica e che la civiltà umana si fosse sviluppata solo dopo una lunga fase preistorica.

Vediamo dunque brevemente, prima di esporre le conoscenze attuali, come si è arrivati a concepire l'idea stessa di una evoluzione prima biologia a poi culturale dell'uomo





Ulisse Aldrovandi (1522-1605)

Fino al Rinascimento e oltre, le uniche idee riguardo all'origine dell'uomo erano quelle contenute nella Bibbia, allora interpretata in senso letterale: pertanto, combinando le genealogie della Bibbia con quanto si conosceva della storia delle antiche civiltà del Mediterraneo (assiri, fenici, egizi, antichi greci e romani), si arrivava a concludere che l'umanità poteva avere al massimo poche migliaia di anni: un periodo di tempo troppo

breve perché ci potesse essere stata un'evoluzione dell'uomo o una preistoria. E' vero che i manufatti prodotti dagli uomini primitivi, ad esempio le asce e le frecce in pietra scheggiata, erano noti da centinaia di anni, ma venivano interpretati in modi fantasiosi, come frecce fatate, spari di folletti, materia piovuta dal cielo con i fulmini.

Verso la metà del Seicento persino un personaggio come Ulisse Aldrovandi, considerato con ragione il più grande zoologo del Rinascimento, così si esprimeva riguardo a certi attrezzi in pietra "... dovuti alla mescolanza di un'esalazione del lampo e del tuono con materia metallica, principalmente entro nuvole scure....."





James Ussher (1581-1656)

Su queste basi, nel 1650 il vescovo di Armagh James Ussher pubblicò gli *“Annales Veteris Testamenti, a prima mundi origine deducti”*, nei quali basandosi appunto sulle genealogie della Bibbia e sulla storia delle civiltà del mediterraneo arrivava a calcolare che la creazione del mondo era avvenuta nel 4004 avanti Cristo. Ma un certo dottor Lightfoot dell'università di Cambridge nel 1642 arrivò addirittura a calcolare che il mondo era stato creato “il 23 ottobre del 4004 avanti Cristo alle nove del mattino”

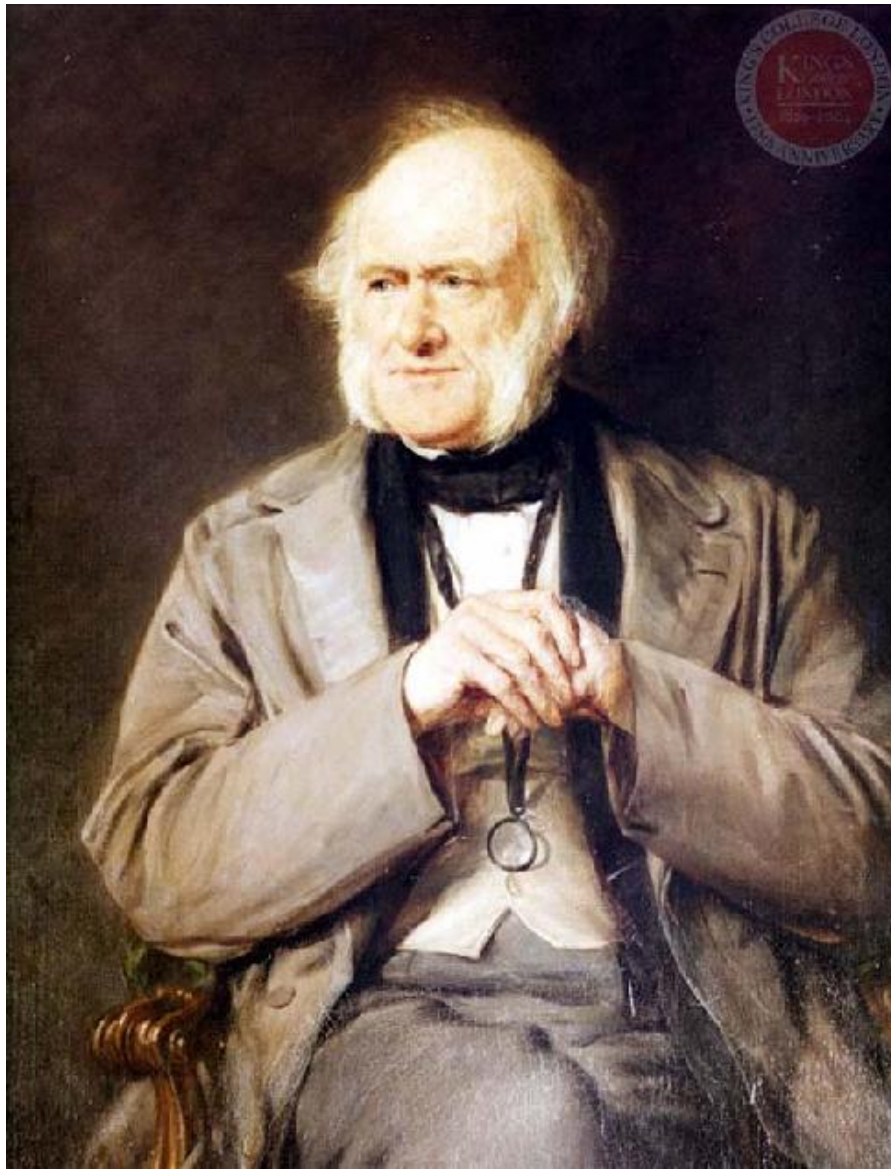


Non che mancassero uomini dalla mente più aperta che avevano intuito la verità già molto tempo prima, come l'italiano Michele Mercati, che alla fine del Cinquecento ammetteva che le cosiddette "folgori" erano in realtà armi primitive di gente che non conosceva la metallurgia, o come l'inglese Sir William Dugdale che nel 1650 scriveva che le armi di pietra scheggiata erano "armi usate dai Britanni prima che si conoscesse l'arte di costruire armi di ottone o di ferro". E verso la fine del Settecento un altro inglese, John Frere, scrisse a proposito di alcuni utensili di selce rinvenuti in Inghilterra, insieme alle ossa di animali estinti, che dovevano essere "armi da guerra, costruite e usate da una gente che non conosceva l'uso dei metalli", e aggiungeva "la situazione nella quale furono trovate queste armi può indurci a riferirle ad un'epoca veramente molto remota". Ma tutte queste osservazioni finirono nell'oblio.

Perché l'idea dell'antichità dell'uomo venisse accettata, bisogna attendere la prima metà dell'Ottocento, con lo sviluppo di una nuova scienza, la geologia.

Già alla fine del Settecento James Hutton aveva enunciato il principio dell'uniformismo, secondo il quale le cause che hanno plasmato la superficie della Terra in passato sono le stesse che osserviamo attualmente all'opera, in contrasto con le vedute dei catastrofisti che sostenevano invece il verificarsi di ripetute catastrofi, l'ultima delle quali sarebbe stata il diluvio universale, nel corso della storia della Terra.





Charles Lyell (1797-1875)

Ma perché nascesse la geologia moderna bisognava attendere l'opera di due studiosi inglesi, William Smith, che studiò le rocce della Gran Bretagna e redasse la prima carta geologica dell'isola, ponendo i vari strati rocciosi nella corretta sequenza temporale, e soprattutto Charles Lyell, i cui *Principles of Geology*, pubblicati in tre volumi tra il 1830 e il 1833, posero le basi della moderna geologia e portarono all'affermazione definitiva del principio dell'uniformismo.

Ormai, diveniva sempre più difficile negare l'antichità dell'uomo: i ritrovamenti di strumenti in pietra associati alle ossa di animali estinti divenivano sempre più frequenti, e grazie alla geologia era ormai possibile stabilire che si trattava di resti molto antichi: quanto antichi, nessuno poteva ancora dirlo, i metodi di datazione delle rocce sarebbero sorti solo nel Novecento.





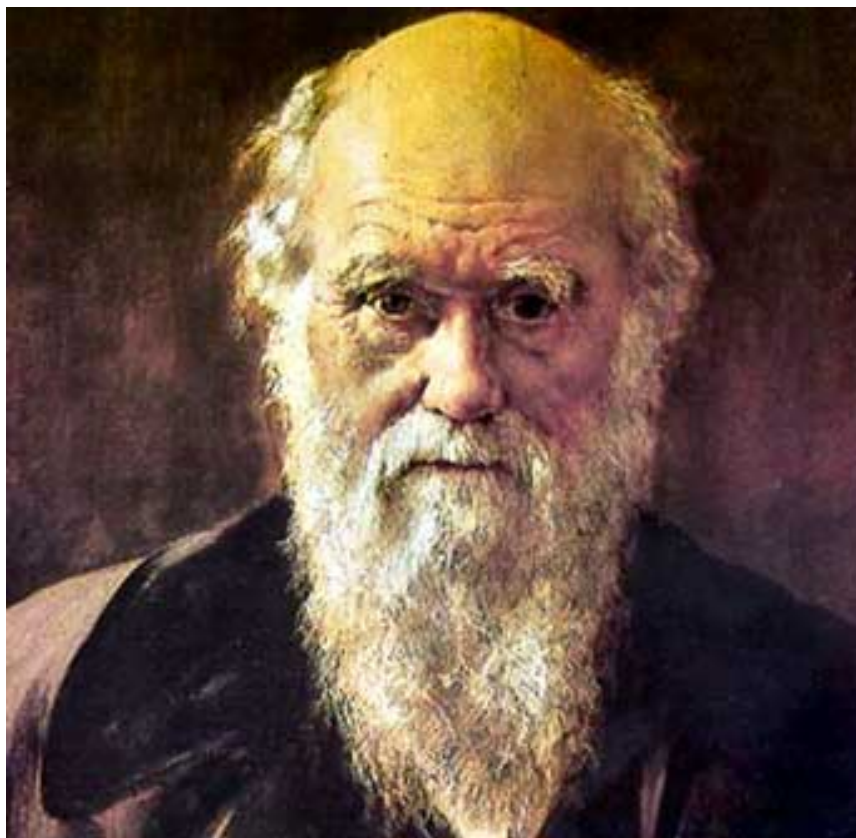
Moderna ricostruzione dell'uomo di Neanderthal

Fino alla metà dell'Ottocento, comunque, anche se ormai era stato accettato il concetto di preistoria e di antichità dell'uomo, di quegli uomini primitivi non era ancora stato ritrovato alcun resto: solo gli strumenti in pietra testimoniavano la loro presenza.

Bisogna attendere fino al 1857, quando in Germania alcuni operai che stavano scavando in una cava di calcare nella valle di Neander trovarono in una grotta i resti ossei fossilizzati di uno strano individuo.

Fortunatamente, le ossa, compreso il cranio, vennero recuperate e poterono essere esaminate dagli studiosi. Ma le caratteristiche di questo scheletro erano tanto strane che, in mancanza di una teoria in cui inquadrarle, diedero origine alle ipotesi più fantasiose: che si trattasse di un idiota, oppure addirittura di un cosacco dell'armata russa dei tempi di Napoleone! Alcuni studiosi tuttavia avevano capito correttamente che si trattava di un tipo umano finora sconosciuto, in particolare il professor William King che lo descrisse come una nuova specie umana dandogli il nome di *Homo neanderthalensis*: dovranno però passare decenni prima che l'importanza dell' *Homo neanderthalensis* nell'evoluzione umana venisse riconosciuta.





Charles Darwin (1809-1882)

Tutto cambia nel 1859, quando Darwin pubblica l' "Origine delle specie". Da questo momento, anche se Darwin, per timore di suscitare opposizioni troppo violente per motivi religiosi e filosofici, si limita a fare solo un breve accenno all'origine dell'uomo (egli scrive che grazie al suo lavoro "si getterà forse luce sull'origine dell'uomo"), diventa chiaro a tutti che l'uomo è parte del processo evolutivo, e che quindi discende da antenati preumani. Darwin stesso, visto che le polemiche sono comunque scoppiate, pubblicherà nel 1871 un lavoro dedicato specificamente all'evoluzione dell'uomo ("L'origine dell'uomo"), nel quale fra l'altro intuisce correttamente che l'origine dell'uomo, e quindi i suoi antenati, vanno cercati in Africa, continente dove vivono tre specie delle grandi scimmie antropomorfe (scimpanzè, bonobo e gorilla) che sono chiaramente le più strettamente imparentate con l'uomo.





Eugene Dubois (1858-1940)

A partire dal 1859, poiché era ormai divenuto chiaro che se l'uomo ha avuto una evoluzione, deve aver avuto anche degli antenati, gli studiosi incominciano a cercarli. In particolare, poiché ragioni di ordine anatomico e zoogeografico fanno ritenere che l'uomo sia strettamente imparentato con le scimmie antropomorfe, si cerca quello che in modo alquanto impreciso viene definito l'"anello mancante" tra l'uomo e le scimmie. Il primo a dedicarsi a questa ricerca è un giovane studioso olandese, affascinato dalla teoria evolutiva di Darwin, Eugene Dubois. Poiché all'epoca era difficile farsi finanziare ricerche di paleontologia, Dubois si arruolò come medico nell'esercito olandese e si fece inviare nelle Indie olandesi, l'attuale Indonesia. Infatti, anche se Darwin aveva indicato l'Africa come probabile culla dell'umanità, c'era la possibilità che l'origine dell'uomo andasse invece cercata in Asia, dove viveva un'altra grande scimmia antropomorfa, l'orangutan. Dubois nel tempo libero che la sua occupazione di medico gli lasciava si dedicò a scavi paleontologici, finché nel 1890 e successivamente nel 1891 trovò nell'isola di Giava alcuni resti ossei (la volta cranica, alcuni denti, un femore) di un essere che era sicuramente un ominide.





Cranio di Homo erectus

Le ossa che Dubois aveva trovato mostravano un misto di caratteri primitivi ed avanzati, ad esempio il femore era tipicamente umano e indicava che il suo possessore camminava eretto, mentre la capacità cranica era intermedia tra quella di un gorilla e di un uomo. Dubois si convinse di aver trovato il famoso “anello mancante” e lo descrisse con il nome di *Pithecanthropus erectus*, ma molti studiosi non furono d'accordo e contestarono le sue conclusioni.

Oggi si è raggiunto un accordo sul significato di questo fossile: appartiene al genere *Homo*, pertanto è stato ribattezzato *Homo erectus*, ed è considerato la specie che ha preceduto la nostra , quindi anche se non lo si può considerare l' “anello mancante”, come pensava Dubois, ha rappresentato sicuramente una fase importante nell'evoluzione umana.



Negli anni immediatamente precedenti la prima guerra mondiale, ad opera inizialmente di un dilettante, Charles Dawson, ma in seguito anche di alcuni antropologi che lo accompagnarono sul posto, vennero scoperti in depositi di ghiaia presso Piltdown, in Inghilterra, frammenti di un cranio umano associati ad animali preistorici. Il cranio venne ricostruito a partire dai frammenti e risultò che mostrava uno strano miscuglio di caratteri primitivi ed evoluti; in particolare la scatola cranica era praticamente identica a quella di un uomo moderno, mentre la mandibola e i denti sembravano identici a quelli di una scimmia antropomorfa. Ciò, insieme alle circostanze poco chiare del ritrovamento, avrebbero dovuto fin dall'inizio far dubitare del ritrovamento, e in effetti alcuni studiosi avanzarono dubbi, ma in generale il cranio venne accettato come rappresentante di un nuovo antenato dell'uomo, l' "uomo di Piltdown", scientificamente *Eoanthropus dawsoni*.

In realtà, si trattava di un falso, creato combinando una mandibola di orang-utan con un cranio moderno, ma solo nel 1953 questo venne accertato definitivamente, e nel frattempo l'uomo di Piltdown (così è noto tuttora) ostacolò seriamente la ricerca delle origini dell'uomo; l'uomo di Piltdown è anche uno dei più famosi "gialli" della storia della scienza, perché nonostante ci siano molti sospettati (a cominciare ovviamente da Dawson), non si è mai riusciti a stabilire con certezza chi sia stato l'autore del falso.





Il cranio del “bambino di Taung”, il primo *Australopithecus* scoperto

Una scoperta importante invece fu fatta nel 1924 in Sud Africa, dove il professor Raymond Dart scoprì il cranio di quella che sembrava una piccola scimmia. Si trattava di un esemplare giovane, rinvenuto presso la località di Taung, e perciò in seguito venne soprannominato “il bambino di Taung”. Ad un esame più approfondito, però, Dart si accorse che il cranio presentava alcune caratteristiche che lo avvicinavano all’uomo: i canini erano molto più piccoli di quelli di una scimmia antropomorfa e, cosa ancor più sorprendente, il forame occipitale del cranio era spostato in avanti rispetto alle scimmie antropomorfe, il che indicava che questo individuo camminava in posizione eretta.

Il professor Dart ne dedusse correttamente che doveva trattarsi di un ominide e probabilmente di un antenato della specie umana, e lo descrisse battezzandolo *Australopithecus africanus*.





Cranio di Australopithecus adulto

La scoperta del prof. Dart era veramente importante: si trattava del primo esemplare di *Australopithecus*, un genere oggi riconosciuto unanimamente dagli studiosi come l'antenato del genere *Homo*. Ma la descrizione fattane dal prof. Dart non venne immediatamente accettata: molti antropologi misero in dubbio il fatto che si trattasse di un ominide; uno dei motivi che ritardò l'accettazione del fossile da parte della comunità scientifica era che si trattava di un esemplare giovane, e i giovani delle scimmie antropomorfe e dell'uomo sono più simili tra loro di quanto lo siano gli adulti. Ci vollero perciò le scoperte da parte di un altro paleontologo sudafricano, Robert Broom, di vari altri reperti di *Australopithecus*, questa volta adulti, avvenuti negli anni '30 e '40, perché il genere *Australopithecus* venisse finalmente riconosciuto per quello che era, cioè un autentico antenato dell'uomo; il suo ritrovamento veniva fra l'altro a confermare l'intuizione di Darwin, cioè che la culla dell'umanità andava cercata in Africa.



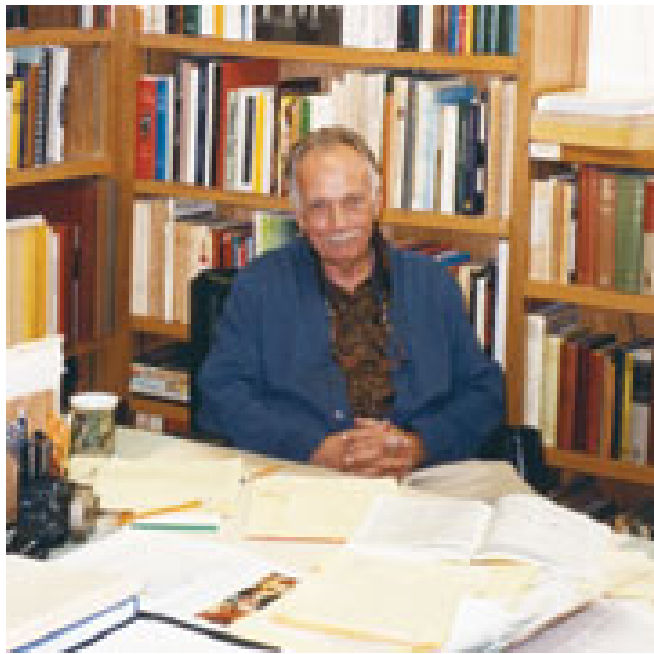


Louis Leakey (a sinistra) e Raymond Dart, due dei maggiori paleoantropologi del secolo scorso.

Negli anni '50, oltre allo smascheramento del falso di Piltdown, che ebbe notevole importanza per lo studio dell'evoluzione umana in quanto l'uomo di Piltdown aveva ostacolato per molto tempo l'accettazione di fossili autentici, come gli *Australopithecus*, si ebbero anche alcuni ritrovamenti importanti in Africa, come quello di *Australopithecus boisei* da parte di Louis Leakey e il ritrovamento di altri fossili di *Australopithecus* in Sud Africa da parte di Dart.

Ma il fatto più importante era che si era finalmente compreso che l'intuizione di Darwin era corretta, e quindi era l'Africa il continente dove ormai si concentravano le ricerche dei paleoantropologi: questo non avrebbe tardato a dare frutti negli anni successivi. Non solo, un'altra scoperta fondamentale stava per rivoluzionare la paleontologia: era stato messo a punto un metodo, basato sull'utilizzo di isotopi radioattivi, che permetteva di datare con precisione i sedimenti in cui si trovavano i fossili: ora per la prima volta si potevano assegnare datazioni precise ai fossili che venivano via via scoperti.

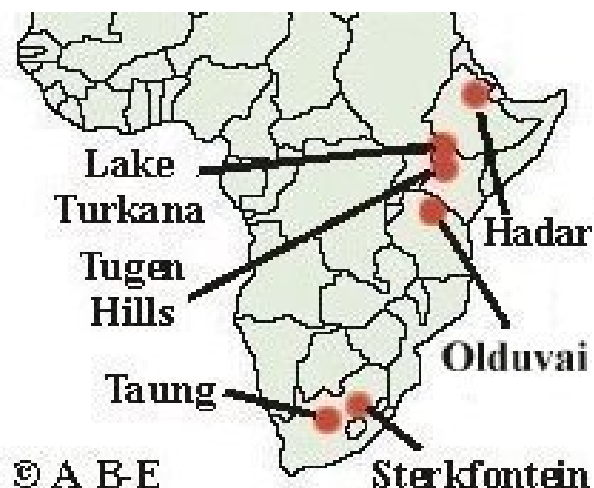




**Francis Clark Howell,
l'antropologo celebre per le
sue ricerche nella località di
Omo in Etiopia e per aver
iniziato i metodi moderni di
ricerca in paleoantropologia.**

Nel frattempo stava cambiando anche il modo di ricercare gli antenati dell'uomo: fino ad allora i ritrovamenti di fossili ominidi erano avvenuti o casualmente, come nel caso dell'uomo di Neandertal, o per iniziativa di singoli studiosi, come Dubois, che si recavano in posti dove pensavano di poter trovare fossili; eventualmente solo dopo che era stato trovato qualche fossile importante si avviavano scavi sistematici. Ma a partire dagli anni 50 e soprattutto dagli anni '60 del novecento, la ricerca incomincia ad essere organizzata con criteri più scientifici: si organizzano grosse spedizioni, che hanno come scopo specifico la ricerca di fossili ominidi, alle quali però non partecipano soltanto paleoantropologi, ma anche specialisti di altre discipline che forniranno il loro supporto ai ritrovamenti fossili: geologi, paleontologi, esperti di datazione, etc. In questo modo tutti i reperti di ominidi che vengono trovati possono esser datati con precisione e collocati in un contesto ambientale: grazie cioè al lavoro dei vari specialisti, si ricostruisce l'ambiente in cui gli ominidi vivevano, e questo permette spesso di comprendere le ragioni dei cambiamenti evolutivi che si osservano.





Mappa di alcune delle più importanti località africane dove sono stati rinvenuti fossili di antenati dell'uomo

Questo metodo sistematico di ricerca non tarda a dare i suoi frutti, e i ritrovamenti di importanti fossili ominidi si fanno sempre più frequenti. Così, per ricordare solo gli avvenimenti più importanti, nel 1962 e nel 1967 furono trovati in Kenya i resti di un *Homo* molto primitivo, considerato oggi la forma di transizione fra il genere *Australopithecus* e il genere *Homo*, e descritto come *Homo habilis*. Nel 1973 e 1974 vengono trovati in Etiopia resti di un *Australopithecus* molto primitivo, datato fra 3,9 e 3,1 milioni di anni fa e descritto come *Australopithecus afarensis* (fra i fossili di questa specie è compreso il famoso scheletro soprannominato "Lucy"). Nel 1992-1993 vengono ritrovati ancora in Etiopia i resti di un essere più primitivo, in cui l'assunzione della postura eretta è ancora parziale, descritto come *Ardipithecus ramidus* e datato a 4,4 milioni di anni fa. Nel 1994 viene ritrovata in Kenya una specie di *Australopithecus* più antica di *A. afarensis*, descritta come *Australopithecus anamensis* e datata tra 4,2 e 3,9 milioni di anni fa.



Nel 2001 vengono ritrovati in Kenya i resti frammentari di un ominide descritto come *Orrorin tugenensis* datato a circa 6 milioni di anni fa. Nel 2002 vengono rinvenuti in Chad i resti di *Sahelanthropus tchadensis*, considerato il più antico antenato dell'uomo finora noto perché datato fra i 6 e 7 milioni di anni fa. Nel 2008 infine viene scoperta in Etiopia una nuova specie di *Australopithecus*, *A. sediba*, considerato il progenitore del genere *Homo* e datato tra 1,78 e 1,95 milioni di anni fa.

Siamo quindi arrivati ai nostri giorni e la storia si ferma, ma non le ricerche sul campo, che proseguono e che negli anni a venire ci daranno sicuramente altri reperti che ci permetteranno di chiarire sempre meglio il quadro dell'evoluzione umana.



**La località di Hadar in Etiopia,
dove sono stati rinvenuti i resti
di *Australopithecus afarensis***

[Torna all'evoluzione](#)

La datazione dei fossili



Un pacco di strati; in questo caso la loro posizione orizzontale indica che probabilmente non hanno subito grandi spostamenti, quindi gli strati più in alto sono i più recenti

Un elemento essenziale per la ricostruzione dell'evoluzione umana (e non solo quella) è la collocazione dei fossili nella corretta sequenza temporale e la loro datazione.

Questa è stata una preoccupazione degli studiosi fin dagli inizi della geologia e paleontologia, quando i metodi moderni di datazione non esistevano ancora: l'unica cosa che potevano fare gli studiosi era stabilire se un fossile era più antico o più recente di un altro, cioè assegnare ai fossili una datazione **relativa**.

Questo veniva fatto sfruttando un principio molto semplice: durante la sedimentazione i sedimenti più recenti si depositano sopra quelli più antichi, quindi se si ha a disposizione un pacco di strati, quelli più profondi sono i più antichi, quelli più superficiali i più recenti.



Se il principio è semplice, non sempre lo è la sua applicazione, essenzialmente per due motivi:

Nel corso della storia della terra, i movimenti della crosta terrestre hanno spostato, piegato e talvolta persino ribaltato i pacchi di strati, per cui a volte può succedere che gli strati più antichi vengano a trovarsi in superficie e quelli più recenti in profondità, oppure che un pacco di strati più antichi venga spinto sopra un pacco di strati più recenti.

Inoltre in zone diverse della terra si sono depositati nello stesso periodo strati di tipo diverso, a seconda delle condizioni ambientali prevalenti al momento in una singola località: quindi mentre è relativamente facile porre in una sequenza temporale corretta gli strati, e quindi i fossili in essi contenuti, di una singola località, come si può fare per stabilire quali fossili sono più antichi e quali più recenti quando si confrontano pacchi di strati diversi, di località spesso anche molto distanti fra loro?



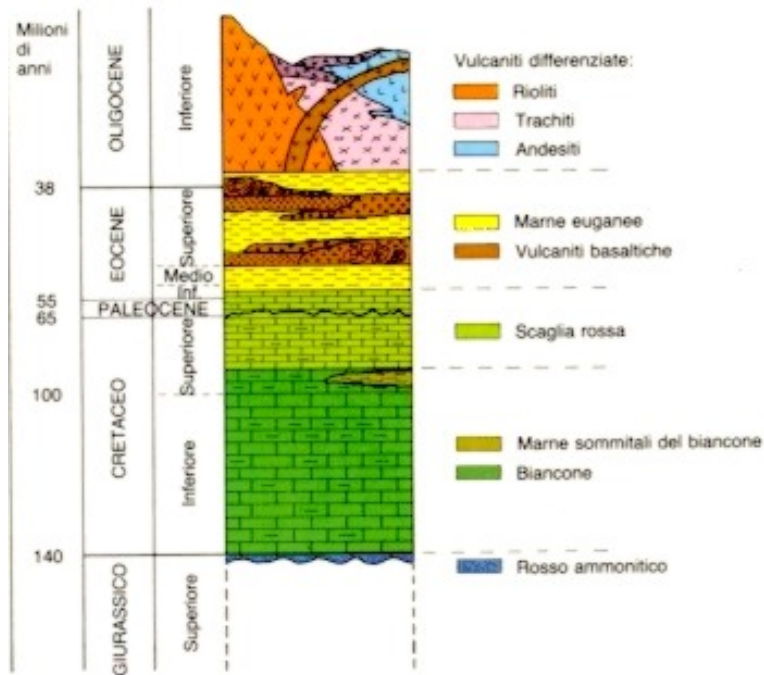
La posizione di questi strati, fortemente inclinati e piegati, indica che hanno subito grossi spostamenti (in questo caso durante il sollevamento delle Alpi)



Fortunatamente, esiste una soluzione per entrambi questi problemi.

Per quanto riguarda il primo, lo studio della tettonica, cioè lo studio delle strutture che costituiscono la crosta terrestre, permette di ricostruire i movimenti della crosta e quindi di capire se gli strati si trovano nella loro posizione originaria o hanno subito spostamenti o ribaltamenti, e quindi di ristabilire la loro sequenza originaria.

Per quanto riguarda il secondo problema, esso è risolvibile proprio grazie all'evoluzione: infatti poiché gli organismi compaiono negli strati geologici in un ordine temporale ben definito, prima quelli più semplici e in seguito progressivamente quelli più complessi, e le specie si succedono l'una all'altra nel corso del tempo, perché alcune si estinguono mentre altre nuove compaiono, confrontando i fossili contenuti negli strati se in due strati di località diverse si rinvenivano gli stessi fossili si può dedurre che i due strati sono contemporanei e quindi metterli in correlazione: è il principio della biostratigrafia.



Esempio di colonna stratigrafica, cioè ricostruzione della corretta successione degli strati in una determinata località (in questo caso i colli Euganei)



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

Schema delle ere geologiche. La datazione in milioni di anni (ultima colonna a destra) è relativamente recente, ma la successione delle ere era già stata individuata nella seconda metà dell'Ottocento.

Tutto questo richiede un lungo e accurato lavoro di studio (la ricerca dei fossili, la loro classificazione e il confronto fra i fossili di località diverse) ed ha richiesto decenni di lavoro da parte dei geologi e dei paleontologi, anzi è un lavoro tuttora in corso; tuttavia, già nella seconda metà dell'Ottocento, grazie a questi metodi, era stata compilata una cronologia della storia della terra, con la suddivisione nelle principali ere geologiche che accettiamo ancor oggi. Era quindi possibile collocare i fossili nella loro corretta sequenza temporale, ma non assegnare loro un'età, perché nessuno sapeva quanto erano durate le varie ere geologiche. Tuttavia, già queste conoscenze avevano permesso di far progredire le conoscenze sulla storia dell'uomo: per esempio, il fatto di aver trovato più volte resti umani associati a specie di animali oggi estinte aveva permesso di stabilire in modo inequivocabile l'antichità dell'uomo.

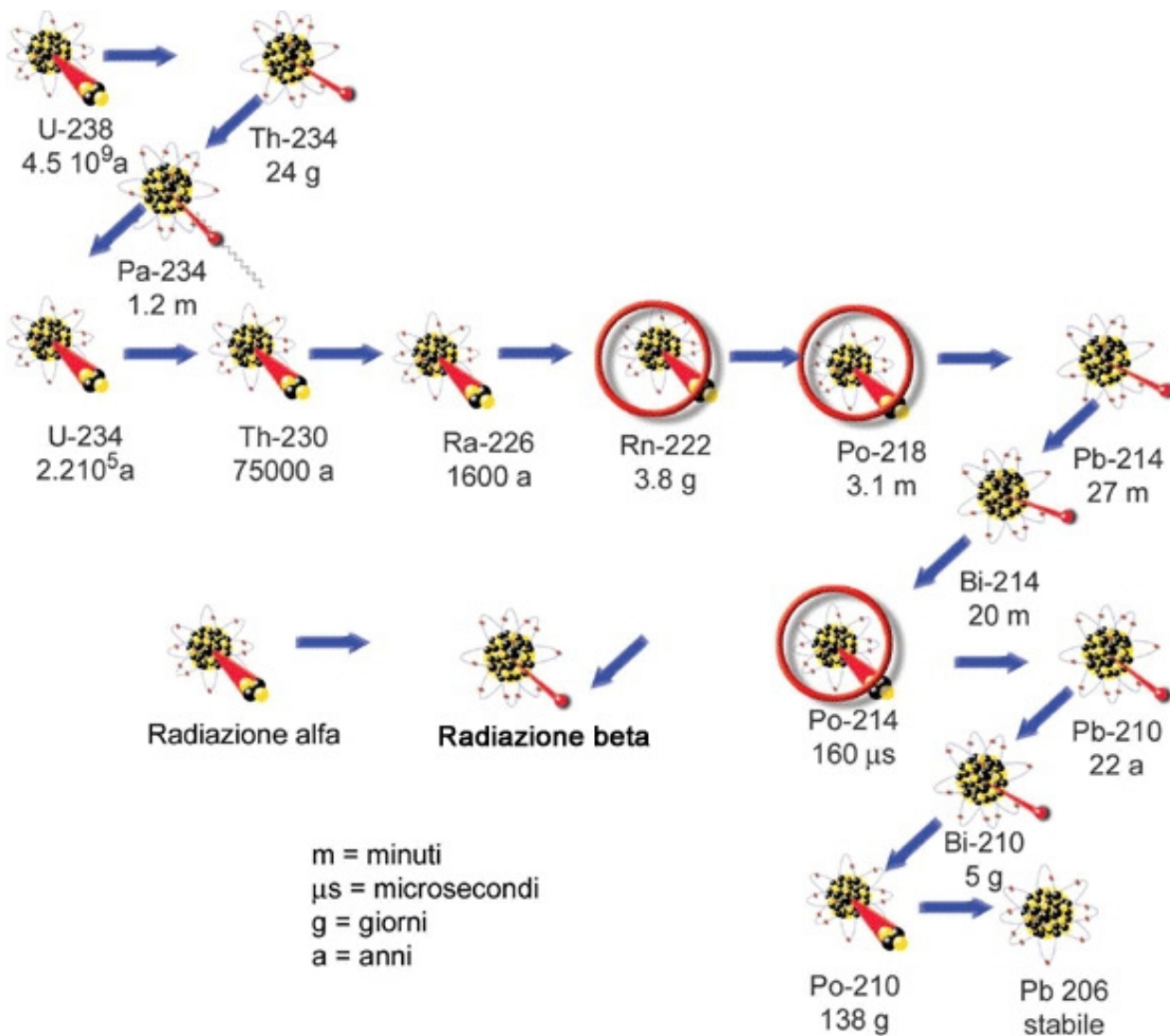


Prima di poter disporre di metodi in grado di assegnare una data precisa ai fossili, cioè metodi di datazione assoluta, bisognerà attendere il secondo dopoguerra, quando furono sviluppati i metodi di datazione mediante radioisotopi.

Il principio su cui si basano tali metodi è relativamente semplice: gli isotopi radioattivi sono varietà di determinati elementi i cui atomi non sono stabili, cioè si spezzano spontaneamente perdendo particelle (protoni o neutroni) e trasformandosi in atomi di altri elementi.

Ogni isotopo radioattivo è caratterizzato da un parametro, il tempo di dimezzamento, che ci dice quanto tempo impiega una certa quantità di tale isotopo a dimezzarsi: caratteristica fondamentale del tempo di dimezzamento è che rimane sempre costante, indipendentemente dalla quantità di isotopo presente: cioè, ad esempio, se un isotopo ha un tempo di dimezzamento di 5000 anni, se noi abbiamo inizialmente 1 kg di quell'isotopo, dopo 5000 anni ne resteranno solo 500, e perché quei 500 grammi si dimezzino occorreranno ancora 5000 anni; quando di quell'isotopo sarà rimasto solo 1 mg, ci vorranno ancora 5000 anni perché quel milligrammo diventi mezzo milligrammo.





A questo punto, è chiaro che se noi abbiamo un oggetto che contiene quell'isotopo e conosciamo:

- il suo tempo di dimezzamento;
 - la quantità di quell'isotopo che era presente all'inizio;
 - la quantità di quell'isotopo che è rimasta al momento attuale (o la quantità dell'elemento che si forma dal suo decadimento);
- è chiaro che da questi dati possiamo calcolare l'età dell'oggetto.

Tabella del decadimento degli elementi della serie dell'uranio, con i tempi di dimezzamento che come si può vedere possono variare da pochi microsecondi a decine di migliaia di anni.

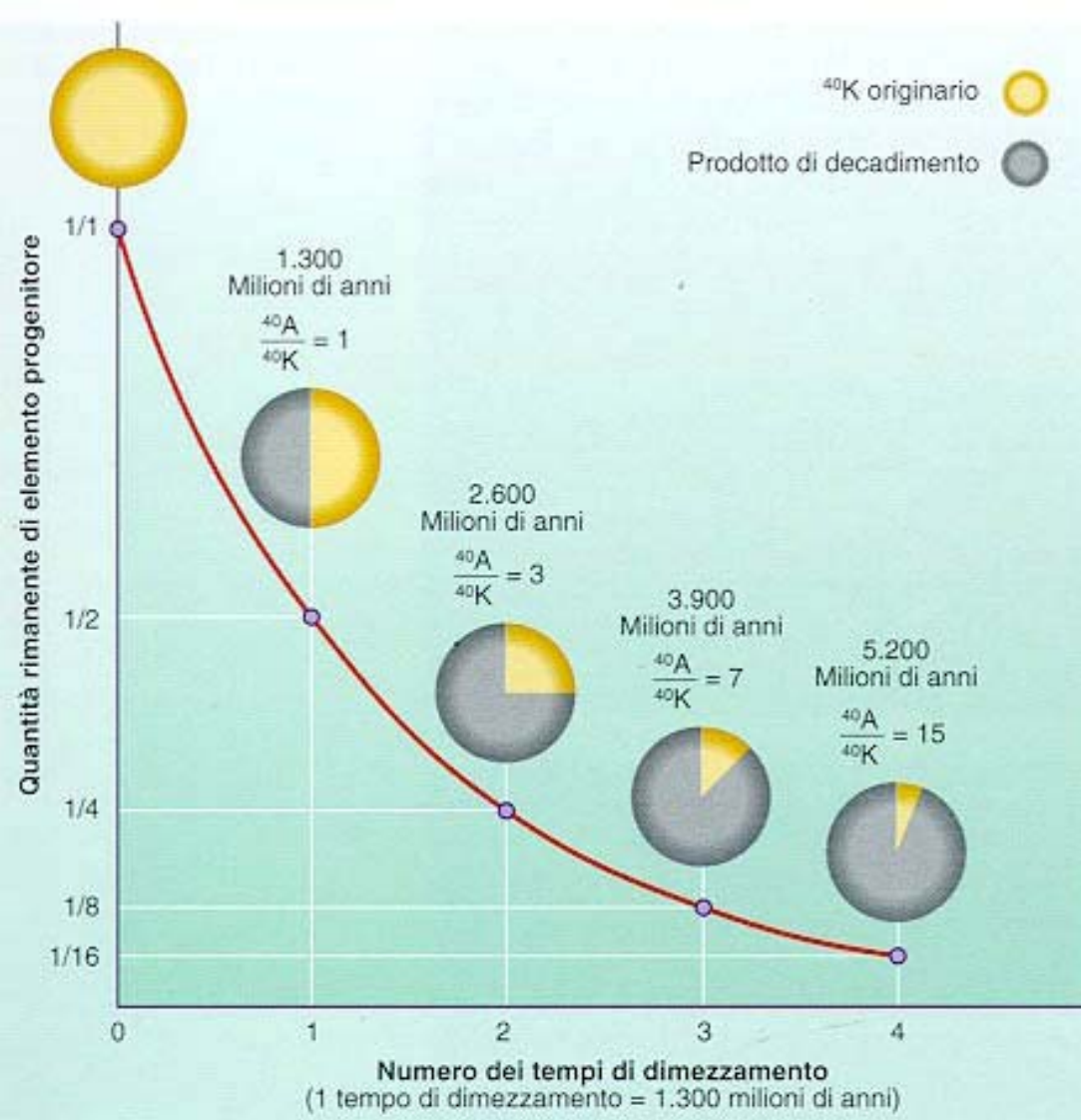


Il primo metodo di datazione sviluppato è stato quello basato sull'utilizzo dell'isotopo ^{14}C , un isotopo del carbonio. Il metodo si basa sul fatto che gli atomi di ^{14}C decadono spontaneamente in atomi di azoto. Il ^{14}C si forma spontaneamente negli strati alti dell'atmosfera per effetto dei raggi cosmici, e la sua concentrazione nell'atmosfera rimane costante (è solo una piccola percentuale del carbonio totale), perché la velocità con cui si forma è uguale a quella con cui decade.

Il C contenuto nell'atmosfera si combina con l'ossigeno per formare l'anidride carbonica, che viene assorbita dalle piante durante la fotosintesi ed entra a far parte del loro corpo, dalle piante attraverso la catena alimentare passa poi agli animali; pertanto tutti gli esseri viventi finché sono in vita assorbono continuamente una piccola quantità di ^{14}C dall'atmosfera; nel corpo degli organismi il ^{14}C sarà presente nella stessa percentuale dell'atmosfera rispetto al C normale. Quando però muoiono, smettono di assorbire ^{14}C e quello che hanno assorbito decade lentamente. Conoscendo pertanto il tempo di decadimento del ^{14}C , che è di 5730 anni, dalla quantità di ^{14}C che rimane in un animale o in una pianta si può ricavare la sua età.

Questo metodo di datazione ha dei limiti: prima di tutto, possono essere datati solo materiali organici, cioè provenienti da esseri viventi; in secondo luogo, dato il tempo di dimezzamento relativamente breve, dopo poche decine di migliaia di anni il contenuto in ^{14}C è così piccolo che non può più essere misurato con precisione, pertanto con questo metodo non possono essere datati oggetti più vecchi di 30.000 anni. Come conseguenza, il metodo del ^{14}C è di nessuna utilità per lo studio dell'evoluzione umana, perché i materiali che devono essere datati hanno età che si misurano in milioni di anni, e oltre a questo fossili di questa età hanno ormai perduto tutta la sostanza organica, che è stata sostituita da minerali.





Curva di decadimento del potassio-40. I diagrammi a torta mostrano quale percentuale del potassio originale (in giallo) rimane dopo ogni tempo di dimezzamento (ognuno della durata di 1,3 miliardi di anni)

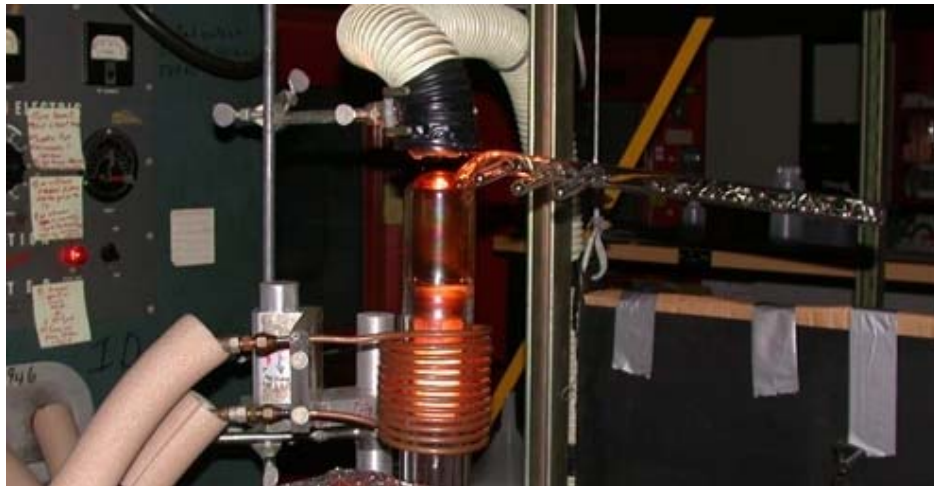
Il metodo più usato per le datazioni in campo paleoantropologico è il metodo potassio-argo. Esso si basa sul fatto che il potassio-40 (^{40}K), un raro isotopo del potassio, che costituisce circa lo 0,04% del potassio presente in natura, decade spontaneamente trasformandosi in Argo-40 (^{40}Ar), con un tempo di dimezzamento molto lungo, di 1,3 miliardi di anni. Questo processo prosegue da quando la terra si è formata in tutti i materiali che contengono potassio, compresi gli esseri viventi, e l'argo che si forma si libera gradualmente nell'atmosfera.



Pertanto, se si potesse conoscere la quantità di argo-40 formatasi in un certo oggetto nel corso della sua storia, si potrebbe determinarne l'età. Ma, come si è detto, l'argo una volta formatosi sfugge nell'atmosfera dove si accumula gradualmente.

Tuttavia, durante le eruzioni vulcaniche, il magma lanciato fuori dalle viscere della terra si raffredda bruscamente, formando piccoli cristalli o vetro vulcanico, nei quali è contenuta una certa quantità di potassio con la normale percentuale di potassio-40. Da questo momento, il potassio-40 che decade forma argo che non può sfuggire nell'atmosfera ma resta intrappolato all'interno della roccia. Pertanto, se si fonde un campione di roccia e si raccoglie l'argo-40 che si libera dal campione, misurandone la quantità si può calcolare l'età del campione.

Bisogna naturalmente osservare alcune precauzioni, cioè il campione (che deve essere di lava o cenere vulcanica) non deve aver subito alterazione dovuta ad agenti atmosferici, perché in tale caso avrebbe perso parte del suo argo-40 e darebbe un'età più giovane del reale; bisogna inoltre evitare qualsiasi contaminazione del campione con l'aria atmosferica, che contiene circa l'1% di argo-40.



L'apparecchiatura usata per fondere campioni di roccia ed estrarne l'argo



Da quanto detto, è chiaro che i resti fossili degli ominidi non possono essere datati direttamente, perché l'argo-40 che si è formato nel loro corpo si è da tempo disperso nell'atmosfera: ma si possono datare indirettamente, datando l'età di colate laviche interposte nei sedimenti dove sono stati raccolti i fossili.

Ad esempio, se un fossile è stato raccolto in uno strato al disotto e al disopra del quale sono situati degli strati formati da colate laviche o da ceneri vulcaniche, è chiaro che il fossile avrà una età compresa tra quella dei due strati vulcanici.

Ma anche se lo strato vulcanico è uno solo, si potranno ricavare utili informazioni: se il fossile si trova sotto lo strato vulcanico, vorrà dire che ha un'età più antica di questo, viceversa se sarà sopra questa dovrà essere più recente.



Strati sedimentari con intercalati strati di cenere vulcanica, che possono essere utilizzati per le datazioni potassio-argo



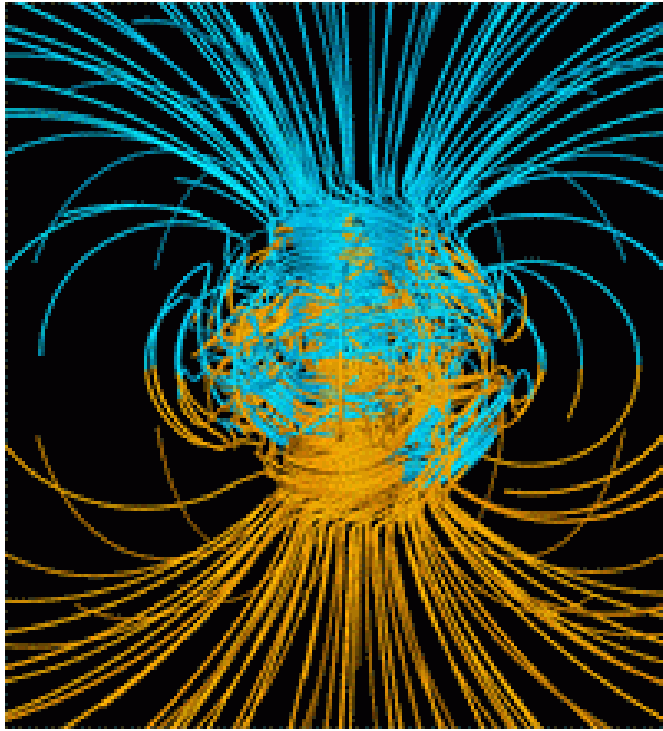
Fortunatamente l'Africa orientale, dove si è svolta gran parte della ricerca degli antichi ominidi, è una zona vulcanica, pertanto non è stato generalmente difficile trovare strati di materiale vulcanico che hanno permesso di datare i fossili.

Quando non ci sono strati vulcanici vicino ai fossili, viene in aiuto la biostratigrafia: poiché i paleontologi non raccolgono e studiano solo ossa di ominidi, ma anche di tutti gli animali fossili che rinvencono, e poiché in Africa come in qualsiasi altra parte del mondo le specie cambiano nel tempo, perché si evolvono o perché si estinguono mentre altre si formano, un determinato insieme di specie è tipico di un determinato momento nel tempo. Pertanto se in una zona dove è possibile datare con precisione gli strati si trova un insieme di determinate specie e poi in un'altra zona dove ciò non è possibile si trovano le stesse specie fossili, si può attribuire agli strati della seconda zona la stessa età di quelli della prima.



Un vulcano nella depressione di Afar in Etiopia, zona dove sono stati ritrovati molti fossili di ominidi. Vulcani come questo hanno creato nel corso del tempo strati di lava o di ceneri che possono essere datati con il metodo potassio-argo.





Le linee del campo magnetico terrestre

Un altro metodo che può contribuire alla datazione dei sedimenti è quello del paleomagnetismo.

Nel corso della storia della terra, il campo magnetico della stessa ha subito un certo numero di inversioni, in occasione delle quali la polarità del campo magnetico si inverte. La storia della terra presenta pertanto una serie di periodi che si alternano a polarità normale e invertita, in genere della durata di qualche centinaio di migliaia di anni ciascuno.

I magmi eruttati dai vulcani conservano traccia della polarità del campo magnetico al momento della solidificazione, perché i cristalli di minerali ferrosi al loro interno si orientano secondo le linee del campo magnetico del momento, e successivamente una volta che il magma è solidificato conservano questo orientamento, e la stessa cosa succede durante la deposizione di rocce sedimentarie, pertanto è possibile stabilire se una roccia si è formata in un periodo di polarità normale o invertita.

Combinando questa informazione con le date ricavate con i metodi dei radioisotopi, è possibile migliorare l'accuratezza delle datazioni.

[!\[\]\(474c03fc578d834e747854d13094d4fe_img.jpg\) Torna all'evoluzione](#)

